



РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ ВО ШТИП
ЗЕМЈОДЕЛСКИ ФАКУЛТЕТ - ШТИП



м-р ВЕСНА МАРКОСКА

**СТРУКТУРНА, ФИЗИЧКА И ХЕМИСКА
КАРАКТЕРИЗАЦИЈА НА ПЕРЛИТ КАКО СУПСТРАТ ЗА
ПОДОБРУВАЊЕ НА СВОЈСТВОТА НА ПОЧВИТЕ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

ШТИП, 2019 година

Интерен ментор:

Проф. д-р Рубин Гулабоски
редовен професор,
Земјоделски факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип.

Екстерен ментор:

Проф. д-р Кирил Лисичков
редовен професор,
Технолошко-металуршки факултет,
Универзитет, “Св. Кирил и Методиј”,
Скопје.

Членови на комисија за оценка и одбрана:

Претседател:

Проф. д-р Љупчо Михајлов
редовен професор,
Земјоделски факултет,
Катедра за растително производство.
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип.

Член:

Проф. д-р Блажо Боев
редовен професор,
Факултет за природни и технички
науки. Катедра за петрологија,
минерологија и геохемија.
Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип.

Член:

Проф. д-р Јовица Васин
вонреден професор,
Институт за ратарство и повртарство.
Лабораторија за почви и
агроекологија - Нови Сад. Р. Србија.

Научно подрачје:

Биотехнички науки

Научна поле:

Наука за земјиштето и хидрологија

Датум на одбрана:

Датум на промоција:

РЕЦЕНЗИРАНИ И ПРЕЗЕНТИРАНИ ТРУДОВИ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО

1. Vesna Markoska, Velibor Spalevic and Rubin Gulaboski. A research on the influence of porosity on perlite substrate and its interaction on porosity of two types of soil and peat substrate. DOI: 10.17707/AgricultForest.64.3.02. Agriculture & Forestry, Vol. 64 Issue 3: 15-29, 2018.
2. Vesna Markoska, Velibor Spalevic, Kiril Lisichkov, Katerina Atkovska and Rubin Gulaboski. Determination of water retention characteristics of perlite and peat. DOI: 10.17707/AgricultForest.64.3.10. Agriculture & Forestry, Vol. 64 Issue 3: 113-126, 2018.
3. Vesna Markoska, Kiril Lisichkov, Blazo Boev, Rubin Gulaboski. The influence of the perlite as a substrate for improving on some water properties on the fluvial soil with an application of retentional curves. Journal of Agriculture And Plant Sciences, JAPS, Vol 16, No. 1, pp. 73-82, 2018.



Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип
Земјоделски факултет - Штип

СТРУКТУРНА, ФИЗИЧКА И ХЕМИСКА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА НА ПЕРЛИТ КАКО СУПСТРАТ ЗА ПОДОБРУВАЊЕ НА СВОЈСТВАТА НА ПОЧВИТЕ

М-р Весна Маркоска

Краток извадок

Перлитот е природна минерална суровина од вулканско потекло што настанува со ладењето или стврднувањето на вулканската лава. При термичка обработка на висока температура од 850 до 900 °C тој се експандира. Поради своите карактеристики меѓу кои висока порозност, топлотна спроводливост, ниска густина, хемиска инертност, експандираниот перлит претставува многу корисен материјал со широк спектар на негова примена.

Во таа насока се прикажани резултатите од физичката, структурната и хемиска карактеризација на перлитот како супстрат за подобрување на својствата на почвите.

За карактеризација на користената суровина перлит во експандирана форма, применети се следниве аналитички методи и техники: хемиска анализа, микроскопски испитувања SEM и трансмисиjsки поларизациски метод, термогравиметриска анализа DTA и TG, FTIR, XRD.

За реализација на поставената цел, перлитот е користен во 5 различни соодноси, заедно со два почвени типа: флувијатилната почва, хидрогената црница и тресетот, во следниве комбинации: перлит (П) 20 %; 30 %; 50 %; 70 %; 80 % од волуменот и 100 % перлит. Флувијатилна почва (Аа) 80 %; 70 %; 50 %; 30 %; 20 % од волуменот и 100 % флувијатилна почва. Хидрогена црница (Аб) 80 %; 70 %; 50 %; 30 %; 20 % од волуменот и 100 % хидрогена црница. Тресет (Т) 80 %; 70 %; 50 %; 30 %; 20 % од волуменот и 100 % тресет.

Испитувани се физички својства: вистина, густина, привидна фактичка густина, порозност, ретенциски воден капацитет, водна и воздушна порозност, водопропустливост и физиолошка достапна влага. Перлитот се одликува со поволни физички својства. Порозноста е висока од 88,09 %, со доминација на некапиларните пори. Вистинската густина (ρ) g/cm³ и привидната густина ($\rho\rho$) g/cm³ се ниски. (ρ) g/cm³ = 0,83 g/cm³. ($\rho\rho$) g/cm³ = 1,49 g/cm³. Ретенциониот воден капацитет е висок. Физиолошката достапна влага изнесува 31,70 %. KSAT (mm/h) изнесува 145,58 mm/h. Испитувавањата на ретенциските криви кај перлитот, почвените типови и тресетот беа извршени со примена на метод на примена на притисок со Bar extractor за определување на ретенција на влага, при 7 различни режими: 0.1 bar; 0.33 bar; 1 bar, за определувањето на ретенција на влага во перлитот при повисоки притисоци беше применет методот на Richard (Porous plate extractor), 3 bara; 6.25 bara; 11 bara и 15 bara. Перлитот на притисок од 0,1 bar е со добиен резултат од средна вредност од 67,85 %, при притисок од 0,33 bar со средна вредност 58,35 %, при притисок од 1 bar - 47,70 % од 3 bara - 39,78 % од 6,25 bara - 34,84, при притисок од 11 bara - 30,10 %, од 15 bara со средна вредност од 26,65. Од другите анализирани варијанти со нивните 5 различни соодноси и нивните резултати кои се добиени

во ова истражување, утврдуваме дека перлитот има силно влијание скоро врз сите соодноси, а со тоа овозможува поповолни физички својства.

Испитувани се и хемиските својства: рН-реакција, содржина на соли, ЕС mS/cm, капацитет на размена адсорпција на катјони СЕС (meq/100 g), содржината на вкупните базични јони (S), определување на хумус % и азот N %, електричен кондуктивитет ЕС mS/cm, вкупен капацитет за адсорпција на катјони $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (Т), степен на заситеност со базични јони (V %), содржината на јоните на калциум Ca^{2+} и Mg^{2+} , содржина на јони на натриум - Na^{+} $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$; $\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, состав на разменливи катјони адсорбирани јони во %.

Реакцијата на супстратниот раствор на перлит е неутрална со средна вредност од рН 6,72.

Содржината на соли кај супстратот перлит е со средна вредност на кондуктивитетот од 0,10 mS/cm. Вкупен капацитет за адсорпција на катјони $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (Т) кај перлитот е висок со вредност од 173,32 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Исто и содржината на вкупните базични јони (S) кај перлитот е со средна вредност од 171,12 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Степенот на заситеност со базични јони (V %) е висок со вредност 98,73 %, содржината на базичните јони Ca^{2+} кај супстратот перлит е со висок процент со средна вредност од 142,01 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Содржината на базичните јони Mg^{2+} кај супстратот перлит има средна вредност од 14,00 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Содржината на K^{+} има поголема застапеност на овие јони има кај супстратот перлит со средна вредност од 15,00 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Содржина на јони на натриум - Na^{+} $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$; $\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ кај перлитот се ниски со вредност на Na^{+} од 0,11 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ и со ниска вредност од 2,20 $\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Тестирани беа почвата, тресетот и перлитот во поставениот опит. Опитот со медиумите беше засаден наесен со растение *Viola x wittrockiana Gams* на отворено. Од биометриските параметри беа анализирани: висина на растение (mm), дебелина на стеблото (mm), број на разгранувања, број на гранки, број на цветни пупки и должина на корен. Добиените резултати беа статистички обработени според методот на анализа на варијанса и LCD-тест (најмалку значајна разлика).

Клучни зборови: перлит, фливијатилна, хидрогена црница, тресет, физички својства, хемиски својства



University "Goce Delchev" in Shtip

Faculty of Agriculture – Shtip

STRUCTURAL, PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF PERLITE AS A SUBSTRATE FOR IMPROVING THE SOIL PROPERTIES

M-r. Vesna Markoska

Abstract

Perlite is a natural mineral raw material of volcanic origin that occurs due to the cooling or hardening of the volcanic lava. Heated at a high temperature of 850-900 °C, it expands. The expanded perlite due to its characteristics, such as: high porosity, thermal conductivity, low density, chemical inertness, represents a very useful material with a wide range of application. In this direction, the results of the physical, structural and chemical characterization of the perlite as a substrate for improving the properties of the soils, are presented. The following analytical methods and techniques have been applied for characterization of the used expanded perlite: chemical analysis, SEM microscopic examination and transmission polarization method, thermogravimetric analysis DTA and TG, FTIR and XRD. For the realization of the set goal, the perlite is used in five different ratios along with two soil types, fluvial soil and mollic vertic gleysol and peat, in the following combinations: perlite (P) (20%; 30%; 50%; 70%; 80% of the volume) and 100% perlite, fluvial soil (Aa) (80%; 70%; 50%; 30%; 20% of the volume) and 100% fluvial soil, mollic vertic gleysol (Ab) (80%; 70%; 50%; 30%; 20% of the volume) and 100% mollic vertic gleysol, and peat (T) (80%; 70%; 50%; 30%; 20% of the volume) and 100% peat. The following physical properties were investigated: true density, apparent factual density, porosity, water retention capacity, water and air porosity, water permeability, physiologically accessible moisture. The perlite is characterized with favorable physical properties. It has high porosity of 88.09%, with the predominance of non-capillary pores. The true density, ρ (g/cm³) and apparent density, ρ_p (g/cm³) are low and are 0.83 g/cm³ and 1.49 g/cm³, respectively. Water retention capacity is high. Physiologically available moisture is 31.70%. KSAT (mm/h) is 145.58 mm/h. Examination of the retention curves of the perlite, soil types and the peat were performed using the pressure extraction method with Bar extractor for determination of moisture retention at 7 different modes at 0.1 bar; 0.33 bar; 1 bar, for the determination of moisture retention in the perlite at higher pressures, the method of Richard (Porous plate extractor method) was applied at 3 bar; 6.25 bar; 11 bar and 15 bar. The obtained result for perlite under pressure of 0,1 bar is with average value of 67.85%, under pressure of 0.33, 1, 3, 6.25, 11 and 15 bars, the average values are 58.35%; 47.70%; 39,78%; 34,84%; 30,10%; 26,65% respectively. The results obtained in this research for all analyzed samples with their five different ratios show that the perlite has strong influence at almost all ratios which provides favorable physical properties.

The chemical properties were also examined: the reaction of the soil solution in the water (pH), salt content, cation exchange capacity CEC (meq/100g), the content of total base ions (S), content of humus (%) and nitrogen, N (%), electrical

conductivity EC (ms/cm), total cation adsorption capacity (T) ($\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$), degree of saturation with base ions (V%), the content of Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , H^+ + Al^{3+} ions ($\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$), the content of exchangeable cations (%).

The reaction of the perlite substrate solution is neutral with an average value of pH 6.72. The salt content of the perlite is with a mean value of conductivity of 0.10 mS/cm. Total capacity of the perlite for cations adsorption (T) is high with a value of 173.32 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. The content of the total base ions (S) in the perlite is with average value of 171.12 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. The degree of saturation with base ions (V %) is high 98.73%. The perlite contains the high percentage of the Ca^{2+} and the average value is 142.01 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

The content of the Mg^{2+} in the perlite has average value of 14.00 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. The perlite has a slightly higher content of K^+ and the average value is 15.00 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

The content of Na^+ and H^+ + Al^{3+} in the perlite is low and their values are 0.11 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ and 2.22 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, respectively.

The soil, the peat and the perlite were tested using the established experiment. The experimental media were planted in the autumn using the plant *Viola x wittrockiana* Gams in the open air. The following biometric parameters were analyzed: height of the plant (mm), thickness of the stem (mm), number of branches - branch number, number of flower buds and root length. The obtained results were statistically processed according to the variance analysis method and the LCD test (the least significant difference).

Key words: perlite, fluvial soil, mollic vertic gleysol, peat, physical properties, chemical properties.

БЛАГОДАРНОСТ

Ја користам оваа прилика да изразувам особено, посебна благодарност на мојот ментор Проф. д-р Рубин Тулабоски за водството, стручните совети, помошта, потиқот и храбрењето од самиот почеток на работата па се до оформирањето на оваа дисертација.

Искрена благодарности на Проф. д-р Кирил Лисичков за несебичната помош и корисните совети во текот на изработката и конечното оформување на дисертацијата.

Благодарност изразувам и на Проф. д-р Блажо Боев, Проф. д-р Љупчо Михајлов и Вон. Проф д-р Јовица Васин, за стручната помош и корисните сугестии при изработката на дисертацијата.

Благодарам на Доц. Д-р Димитар Наков за непроценливата и несебичната помош при статистичката обработката на податоците за сето ова да има уште поголема научна основа.

На Вон. Проф. д-р Цекова Благица, Проф. д-р Благој Павловски и Доц. Д-р Катерина Атковска, за непосредниот ангажман во теоретските и лабораториските истражувања.

Благодарност должам и кон сите мои пријатели, како и кон колегите за покажаниот интерес помошта и подриќата и вербата во текот на изработката на трудот.

Неизмера благодарност должам на моите родители за разбирањето, толерантноста, сестраната помош, потиқот и љубовта што ми ги пружаат целиот мој живот.

На мојат сопруг Миле, синот Марко Маркоски им благодарам од се Срце за разбирањето, љубовта, трпението и храбрењето во секој момент во текот на изработката и оформувањето на оваа докторска дисертација.

Искрено Благодарам,

ВЕСНА МАРКОСКА

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД	9
1.2. Примена на перлит.....	11
1.2.1. Градежни и индустриски апликации.....	11
1.2.2. Примена на супстрат перлит во земјоделство.....	12
1.2.2.1. Општо за супстрати, нивно значење, функции и карактеристики на супстратите во земјоделството.....	12
1.2.3.2. Примена на супстрат перлит во земјоделски апликации.....	16
2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА	19
3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	28
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД НА РАБОТА	29
5. РЕЗУЛТАТИ	33
5.1. Карактеризација на суровината перлит.....	33
5.1.2. Хемиски анализа на суровината перлит.....	36
5.1.3. XRD-анализа на природен и експандиран перлит.....	38
5.1.4. Скенирачка електронска микроскопија СЕМ на експандиран перлит.....	41
5.1.4.1. Микроскопски опис.....	41
5.1.4.2. Морфолошки и микроструктурни карактеристики на перлит.....	42
5.1.5. Микроскопски испитувања на перлит со трансмисиона поларизациона метода.....	48
5.1.5.1. Микроскопски опис.....	48
5.1.5.2. Микроскопските испитувања на перлит.....	48
5.1.5.3. Детерминација на експандиран перлит.....	49
5.1.6. Диференцијално термичка и термо – гравиметриска анализа....	53
5.1.6.1. Термо-гравиметриска анализа (ТГА).....	53
5.1.7. Спектроскопија.....	56
5.1.7.1. Инфрацрвена спектроскопија.....	56
5.2. Карактеристики на флувијатилна почва, водородна црница и тресет како супстрат.....	58
5.2.1. Општи карактеристики на почвите.....	58
5.2.2. Флувијатилна почва.....	60
5.2.2.1. Општи карактеристики.....	60

5.2.2.2. Морфолошки својства.....	61
5.2.2.3. Хемиски својства на флувијални (алувијални) почви.....	63
5.2.2.4. Физички својства на флувијални (алувијални) почви.....	64
5.2.3. Хидрогена црница (Глеисол) Mollic Vertic Gleysol.....	65
5.2.3.1. Морфолошки својства.....	66
5.2.3.2. Физички својства.....	67
5.2.3.3. Хемиски својства.....	68
5.2.4. Општи карактеристики на тресет.....	69
5.3. Резултати од физички својства на супстрат перлит, тресет и почвени медиуми: флувијатилна почва и хидрогена црница и нивните соодноси.....	71
5.3.1. Густина на почвените типови и супстратите права и привидна фактичка густина.....	71
5.3.2. Вистинска густина.....	71
5.3.3. Привидна густина.....	72
5.3.4. Водопропустливост (движење на водата).....	73
5.3.5. Физиолошка достапна влага.....	73
5.3.6. Порозност.....	82
5.3.7. Ретенциски воден капацитет (RVK).....	84
5.3.8. Ретенција и ретенциски криви.....	91
5.4. Резултати од хемиски својства на супстрат перлит, тресет почвени медиуми: флувијатилна почва и хидрогена црница и нивните соодноси.....	120
5.4.1. Определување на хумус и азот.....	120
5.4.2. pH на растворот.....	122
5.4.3. Содржина на соли.....	122
5.4.4. Капацитет на адсорпција на катјони.....	130
5.4.5. Тотален капацитет $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (T).....	130
5.4.6. Содржината на вкупните базични јони (S).....	131
5.4.7. Степенот на заситеност со базични јони.....	131
5.4.8. Содржината на јоните на калциум Ca^{2+}	131
5.4.9. Содржина на јоните на Mg^{2+} и K^{+}	132
5.4.10. Содржина на јони на натриум Na^{+} ; H^{+} и Al^{3+}	132
5.4.11. Состав на разменливи катјони адсорбирани јони во [%].....	143
5.4.11.1. Графички приказ на разменливи катјони во [%].....	156

5.5. Производни својства на перлит.....	168
6. ДИСКУСИЈА.....	175
6.1. Физички својства на супстрат перлит, почвени типови алувијална почва, хидрогена црница и тресет.....	175
6.1.2. Густина на почвата/супстрат (вистинска и привидна).....	176
6.1.2.1. Привидна густина.....	178
6.1.3. Порозност.....	179
6.1.4. Ретенциски воден капацитет.....	183
6.1.5. Физиолошка достапна влага.....	185
6.1.6. Водопропустливост (движење на водата).....	187
6.1.7. Ретенција и ретенциски криви.....	190
6.1.8. Хемиски својства на супстрат перлит, почвени типови алувијална почва, хидрогена црница и тресет.....	197
6.1.9. Хумус и азот.....	197
6.1.10. Реакција на почвен растворот (pH).....	199
6.1.11. Содржина на соли.....	201
6.1.12. Капацитет на адсорпција на катјони.....	202
6.1.13. Содржината на вкупните базични јони.....	205
7. ЗАКЛУЧОК.....	213
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES).....	222

ЛИСТА НА ТАБЕЛИ

Табела 1. Хемиски состав на Перлит.

Табела 2. Хемиска анализа на перлит-елементи во траги.

Табела 3. Хемиски состав на флувијатилна почва.

Табела 4. Елементарен состав на почвента маса на флувијатилната почва во %.

Табела 5. Механичкиот состав на флувијатилна почва.

Табела 6. Механичкиот состав на Хидрогена црница.

Табела 7. Хемиски состав на Хидрогена црница.

Табела 8. Елементарен состав на почвента маса на хидрогената црница во %.

Табела 9. Елементарен состав на тресет во %.

Табела 10. Физички својства на супстрат перлит и флувијатилна почва.

Табела 11. Физички својства на супстрат перлит и хидрогена црница.

Табела 12. Физички својства на супстрат перлит и супстрат тресет.

Табела 13. Мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз правата, привидната густина, достапната влага и водопропустливоста.

Табела 14. Тестирање на разликите на средните вредности од достапна влага меѓу варијантите.

Табела 15. Тестирање на разликите на средните вредности од достапна влага зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 16. Тестирање на разликите на средните вредности од водопропустливост меѓу варијантите.

Табела 17. Тестирање на разликите на средните вредности од KSAT (mm/h) зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 18. Тестирање на разликите на средните вредности од ρ g/cm³ меѓу варијантите.

Табела 19. Тестирање на разликите на средните вредности од ρ g/cm³ зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 20. Тестирање на разликите на средните вредности од ρ_r g/cm³ меѓу варијантите.

Табела 21. Тестирање на разликите на средните вредности од ρ_r g/cm³ зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 22. Физички својства на супстрат перлит и флувијатилна почва.

Табела 23. Физички својства на супстрат перлит и хидрогена црница.

Табела 24. Физички својства на супстрат перлит и супстрат тресет.

Табела 25. Мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз водена порозност, воздушна порозност вкупна порозност, ретенционен воден капацитет.

Табела 26. Тестирање на разликите на средните вредности од воздушна порозност меѓу варијантите.

Табела 27. Тестирање на разликите на средните вредности од водена порозност меѓу варијантите.

Табела 28. Тестирање на разликите на средните вредности од водена порозност меѓу варијантите.

Табела 29. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенционен воден капацитет меѓу варијантите.

Табела 30. Тестирање на разликите на средните вредности од воздушна порозност зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 31. Тестирање на разликите на средните вредности од водена порозност зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 32. Тестирање на разликите на средните вредности од вкупна порозност зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 33. Тестирање на разликите на средните вредности од RVK зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 34. Ретенција на влага во тежински % при различна тензија кај супстрат перлит и флувијатилна почва.

Табела 35. Ретенција на влага во тежински % при различна тензија кај супстрат перлит и хидрогена црница.

Табела 36. Ретенција на влага во тежински % при различна тензија кај супстрат перлит и тресет.

Табела 37. Корелацијата на испитуваните својства кај супстрат перлит и флувијатилна почва.

Табела 38. Корелацијата на испитуваните својства кај супстрат перлит и тресет.

Табела 39. Корелацијата на испитуваните својства кај супстрат перлит и хидрогена црница.

Табела 40. Мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз ретенциониот капацитет на различни притисоци.

Табела 41. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 0,1 бар меѓу варијантите.

Табела 42. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 0,33 бара меѓу варијантите.

Табела 43. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 1 бар меѓу варијантите.

Табела 44. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 3 бара меѓу варијантите.

Табела 45. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 6,25 бара меѓу варијантите.

Табела 46. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 11 бара меѓу варијантите.

Табела 47. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 15 бара меѓу варијантите.

Табела 48. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 0,1 бар зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 49. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 0,33 бар зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 50. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 1 бар зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 51. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 3 бара зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 52. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 6,25 бара зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 53. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 11 бара зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 54. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциониот капацитет при притисок од 15 бара зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 55. Хемиски својства на супстрат перлит и флувијатилна почва.

Табела 56. Хемиски својства на супстрат перлит и почвен тип хидрогена црница.

Табела 57. Хемиски својства на супстрат перлит и тресет.

Табела 58. Мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз хумус, вкупен N, pH, EC-електрична спроводливост (кондуктивност), CaCO₃, CEC.

Табела 59. Тестирање на разликите на средните вредности од хумус меѓу варијантите.

Табела 60. Тестирање на разликите на средните вредности од хумус од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 61. Тестирање на разликите на средните вредности од вкупен азот N (%) меѓу варијантите.

Табела 62. Тестирање на разликите на средните вредности од вкупен азот N од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 63. Тестирање на разликите на средните вредности од pH меѓу варијантите.

Табела 64. Тестирање на разликите на средните вредности од рН од различниот сооднос на перлит флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 65. Тестирање на разликите на средните вредности од ЕС меѓу варијантите.

Табела 66. Тестирање на разликите на средните вредности од електричната спроводливост ЕС од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 67. Тестирање на разликите на средните вредности од капацитетот на адсорпција СЕС меѓу варијантите.

Табела 68. Тестирање на разликите на средните вредности од СЕС од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 69. Состав на адсорбирани јони кај супстрат перлит и флувијатилна почва.

Табела 70. Состав на адсорбирани јони кај супстрат перлит и хидрогена црница.

Табела 71. Состав на адсорбирани јони кај перлит и тресет.

Табела 72. Мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз $T \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ $S \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ $V \%$ $\text{Ca}^{2++} \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ $\text{Mg}^{2++} \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ $\text{K}^+ \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ $\text{Na}^+ \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ $\text{Ca}\%$, $\text{Mg}\%$, $\text{K}\%$, $\text{Na}\%$, $\text{H}+\text{Al}\%$.

Табела 73. Тестирање на разликите на средните вредности од $T \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ меѓу варијантите.

Табела 74. Тестирање на разликите на средните вредности од $T \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 75. Тестирање на разликите на средните вредности од $S \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ меѓу варијантите.

Табела 76. Тестирање на разликите на средните вредности од $S \text{ cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 77. Тестирање на разликите на средните вредности од $V \%$ меѓу варијантите.

Табела 78. Тестирање на разликите на средните вредности од V % од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 79. Тестирање на разликите на средните вредности од Ca^{2+} $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ меѓу варијантите.

Табела 80. Тестирање на разликите на средните вредности од Ca^{2+} $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 81. Тестирање на разликите на средните вредности од Mg^{2+} $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ меѓу варијантите.

Табела 82. Тестирање на разликите на средните вредности од Mg^{2+} $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 83. Тестирање на разликите на средните вредности од K^{+} $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ меѓу варијантите.

Табела 84. Тестирање на разликите на средните вредности од K^{+} $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 85. Тестирање на разликите на средните вредности од Na^{+} $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ меѓу варијантите.

Табела 86. Тестирање на разликите на средните вредности од Na^{+} $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 87. Тестирање на разликите на средните вредности од од $\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ меѓу варијантите.

Табела 88. Тестирање на разликите на средните вредности од $\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ од различниот сооднос на перлит флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 89. Состав на адсорбирани јони кај супстрат перлит и флувијатилна почва во % од Т.

Табела 90. Состав на адсорбирани јони кај супстрат перлит и хидрогена црница во % од Т.

Табела 91. Состав на адсорбирани јони кај перлит и тресет во % од Т.

Табела 92. Тестирање на разликите на средните вредности од Ca^{2+} (%) меѓу варијантите.

Табела 93. Тестирање на разликите на средните вредности од Ca^{2+} (%) од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 94. Тестирање на разликите на средните вредности од Mg^{2+} (%) меѓу варијантите.

Табела 95. Тестирање на разликите на средните вредности од Mg^{2+} (%) од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 96. Тестирање на разликите на средните вредности од K^{+} (%) меѓу варијантите.

Табела 97. Тестирање на разликите на средните вредности од K^{+} (%) од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 98. Тестирање на разликите на средните вредности од Na^{+} (%) меѓу варијантите.

Табела 99. Тестирање на разликите на средните вредности од Na^{+} (%) од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 100. Тестирање на разликите на средните вредности од $\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ (%) меѓу варијантите.

Табела 101. Тестирање на разликите на средните вредности од $\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ (%) од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Табела 102. Висина на растение (Lsd - тест).

Табела 103. Дебелина на стебло.

Табела 104. Број на листови.

Табела 105. Должина на корен.

ЛИСТА НА СЛИКИ

Слика 1. Фотографија од суров Перлит од Р. Македонија (фото. Маркоска, 2017).

Слика 2. Фотографија од експандиран Перлит од Р. Македонија (фото. Маркоска, 2017).

Слика 3. Геолошка карта со назначена локација на изворот на перлит.

Слика 4. Проба во прав од перлит за хемиска анализа.

Слика 5. XRD на суров и експандиран перлит.

Слика 6. Изглед на структура на експандиран перлит преку електронска снимка SEM метода 6 (а) 100 μ m, 6(б) 50 μ m, 6(в) 200 μ m, 6(г) 500 μ m, 6(д) 455 μ m, 6(ѓ) 20 μ m, 6(е) 100 μ m, 6(ж) 20 μ m, 6(з) 20 μ m, 6(с) 200 μ m.

Слика 7. Трансмисиони фотографии од оптички микроскоп на суров перлит (типична перлитна структура) од 0,1 mm фото: (Маркоска 2018).

Слика 8. Трансмисиони фотографии снимени на оптички микроскоп на суров перлит 8а), 8б), 8в), 8г) од 0,1 mm (критобалитски асоцијации со закривени пукнатини придружени со опацифицирана супстанца) фото: Маркоска 2018.

Слика 9. Трансмисија од оптички микроскоп на суров перлит 9а), 9б), 9в), 9г) 0,1mm (Полисинтетски близнаци на кисели албит-олигоглас (плагиокласи) фото: (Маркоска 2018).

Слика 10. Трансмисија од оптички микроскоп на суров перлит 10а), 10б), 10в), од 0,1mm. Близнаци двојници на кварц со испресечени неправилни пукнатини (со опацифицирани супстанции) фото:Маркоска 2018.

Слика 11. Трансмисија од оптички микроскоп на експандиран перлит (перлитна структура во експандирана проба) 11а), 11б), од 0,1mm.

Слика 12. ДТА, ТГА ДТ на перлит.

Слика 13. IR-Спектар на перлит.

Слика 14. Почвена карта на Р. Македонија.

Слика 15. Карта на Р. Македонија со обележана општина Струмица.

Слика 16. Карта на Р. Македонија со обележана општина Прилеп.

Слика 17. Опит со (*Viola x wittrockiana*) во супстрат перлит, супстрат тресет и флувијатилна почва.

Слика 18. Опит со (*Viola x wittrockiana*) во супстрат перлит, супстрат тресет и флувијатилна почва.

Слика 19. Опит со (*Viola x wittrockiana*) во супстрат перлит, супстрат тресет и флувијатилна почва.

Слика 20. Примероци со (*Viola x wittrockiana*) во супстрат перлит.

ЛИСТА НА ГРАФИКОНИ

Графикон 1. Ретенција на влага кај супстрат перлит.

Графикон 2. Ретенција на влага кај почвен тип флувијатилна почва.

Графикон 3. Ретенција на влага на хидрогена црница.

Графикон 4. Ретенција на влага кај тресет.

Графикон 5. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и варијанта од сооднос П20/Аа80.

Графикон 6. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и варијанта од сооднос П30/Аа70.

Графикон 7. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и варијанта од сооднос П50/Аа50.

Графикон 8. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и варијанта од сооднос П70/Аа30.

Графикон 9. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и варијанта од сооднос П80/Аа20.

Графикон 10. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и варијанта од различни соодноси.

Графикон 11. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од сооднос П80/Аб20.

Графикон 12. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од сооднос П70/Аб30.

Графикон 13. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од сооднос П20/Аб80.

Графикон 14. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од сооднос П30/Аб70.

Графикон 15. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од сооднос П50/Аб50.

Графикон 16. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од различни соодноси.

Графикон 17. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од сооднос П50/Т50.

Графикон 18. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од сооднос П30/Т70.

Графикон 19. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од сооднос П20/Т80.

Графикон 20. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од сооднос П70/Т30.

Графикон 21. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од сооднос П80/Т20.

Графикон 22. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од различни соодноси.

Графикон 23. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, флувијатилна почва и варијанта во сооднос Аа50:П50.

Графикон 24. Разменливи катјони во % супстрат перлит, флувијатилна почва и варијанта во сооднос Аа70:П30.

Графикон 25. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, флувијатилна почва и варијанта во сооднос Аа80:П20.

Графикон 26. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, флувијатилна почва и варијанта во сооднос Аа30:П70.

Графикон 27. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, флувијатилна почва и варијанта во сооднос Аа20:П80.

Графикон 28. Разменливи катјони во % кај перлит.

Графикон 29. Разменливи катјони во % кај флувијатилна почва.

Графикон 30. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, хидрогена црница и варијанта во сооднос Аб50:П50.

Графикон 31. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, хидрогена црница и варијанта во сооднос Аб70:П30.

Графикон 32. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, хидрогена црница и варијанта во сооднос Аб80:П20.

Графикон 33. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, хидрогена црница и варијанта во сооднос Аб30:П70.

Графикон 34. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, хидрогена црница и варијанта во сооднос Аб20:П80.

Графикон 35. Разменливи катјони во % кај хидрогена црница.

Графикон 36. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, тресет и варијанта во сооднос Т50:П50.

Графикон 37. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, тресет и варијанта во сооднос Т70:П30.

Графикон 38. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, тресет и варијанта во сооднос Т80:П20.

Графикон 39. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, тресет и варијанта во сооднос Т30:П70.

Графикон 40. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит и тресет и варијанта во сооднос Т20:П80.

Графикон 41. Разменливи катјони во % кај супстрат тресет.

Графикон 42. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит и хидрогена црница.

Графикон 43. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит и флувијатилна почва.

Графикон 44. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, тресет.

Графикон 45. Разменливи катјони во % од S кај супстрат перлит, тресет флувијатилна почва и хидрогена црница.

ЛИСТА НА КРАТЕНКИ

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
SEM анализа	скенирачка електронска микроскопија
WRB	World Reference Base for soil resources
[mS/cm]	милисименс сантиметар
pH	активност на водородни јони, киселост
T	Капацитетот на разменливи (атсорбирани) катјони
S	сумата на разменливи базични катјони
V	степенот на заситеност на почвата со базични катјони
[g/cm ³]	Грам на сантиметар кубен
°C	целзиусов степен
XRD	Рендгенската дифракција
SEM	Скенирање со електронски микроскоп
[µm]	микрометар
[mm]	милиметри
ДТА	Диференцијално-термичката анализа
TGA	Термо гравиметриската анализа
[%]	процент
[cm]	центиметар
ρ	Вистинска густина
ρ _p	Привидна густина
P	Порозност
KSAT	Водопропустливост (движење на водата)
[mm/h]	Милиметри на час
\bar{x}	Средна вредност
SD	Стандардна девијација
RVK	ретенционен воден капацитет
bar	бар
CEC	капацитетот на атсорпција
[meq/100g]	милиеквиваленти на сто грама
[cmol(+)kg ⁻¹]	центимоли на позитивен полнеж по килограм почва
F	F-тест
EC	Електричен кондуктивитет
Df	степен на слобода

1. ВОВЕД

Името перлит (franc. *perlite*, од *perle*: бисер, перла) што значи бисер е добиено од „Перл“ (Orhun 1969); (USGS Mineral Commodity Summaries 2013). Перлитот е природна минерална суровина со вулканско потекло што настанува со ладењето или стврднувањето на вулканската лава, задржувајќи во својот состав кристална вода (2 - 5 %). Во процесот на преработка на суровиот перлит изложен на високи температури од 700 до 1 000 °C, водата што се наоѓа во составот испарува, при што перлитот се експандира и ја менува својата внатрешна структура. Тоа пак, резултира со висока порозност и зголемена површина од 4 до 20 пати од неговиот оригинален волумен. Добива порозна и сунѓереста структура со бела боја (Dogan and Alkan, 2004; Harben and Bates, 1990).

Неговата карактеристична особина што го издвојува од другите вулкански стакла е дека настанува процес на експандирање кога брзо се загрева.

Како индустриски материјал, перлитот во комерцијални цели најчесто се користи во неговата проширена (експандирана) форма, т.е. по термичка обработка резултира со лесен макропорозен производ. Токму поради процесот на експандирање, перлитот наоѓа примена во многу гранки (земјоделство, градежништво, индустрија, технологија и сл). Во светот денес, трендот за употреба на експандиран перлит зазема се поголем интензитет. Интересот за оваа суровина е се поголем во последниве години.

Во земјоделството, перлитот се користи во многу апликации, а најголема примена наоѓа како медиум-супстрат за одгледување на растенијата. Перлитот како супстрат се користи чист во хидропонско одгледување на растенијата, или како компонента во мешавина заедно со почва, компост, тресет и други смеси.

Зборот супстрат е стандардизиран и означува материјал или комбинација на материјали, составени од еден, два или неколку компоненти што обезбедуваат потпора на растенијата, задржуваат вода, воздух и хранливи елементи (Хаџи Пецова, 2017). Во литературата се среќава и под други називи, како на пример: амандман, медиум, подобрувач и сл.

За подобрување на својствата на почвата, перлитот најчесто се користи како чист или во мешавина со тресет, компост, вермикулит или други органски

и неорганички материи, заради добивање на посакуваниот ефект или за зголемување на неговото дејство.

Подобрувањето на својствата на почвите со супстрати е во поново време и се користи како мерка за примена и апликација на мелиоративни средства од природно и синтетичко потекло за подобрување на својствата на почвите. За употребата на вакви мелиоративни подобрувачи на својствата на почвите и супстратите во нашата држава, скоро и да нема поголеми истражувања. Перлитот како супстрат има својство да го одржува водно-воздушниот режим во почвата, при што влагата и воздухот ги прави подостапни за растенијата, а со тоа влијае позитивно врз голем број од својствата на почвата. Истовремено, следењето на промените на својствата кај почвите овозможува поголема заштита и укажува на потребата за избегнување или приспособување на одредени агротехнички мерки што неповолно влијаат врз почвите. Проучувањето на својствата на перлитот придонесува кон развој на производствени процеси со поголема примена на нови иновативни технологии. Тоа пак, му дава патоказ на современиот човек, да не биде само пасивен корисник на почвата, туку активен учесник во правец на барање на патишта за современо земјоделско производство што ќе водат кон подобрување на својствата на почвата.

Во последниве години, од аспект на заштита на животната средина со употреба на еколошки чисти супстанции, се посветува големо внимание на развојот на одржливо земјоделство. Животната средина, денес, повеќе од кога било, соочена е со проблемите на загадување и деградација. Овие супстрати (како што е перлит), што се од природно потекло, не го загрозуваат еколошкиот систем. Поради тоа, перлитот како природен материјал е еколошки чист, при негова употреба нема негативно влијание врз екосистемот, здравствено е исправен, не содржи тешки метали и други материи што можаат да бидат штетни за човековото здравје.

Примената на супстрати за подобрување на својствата на почвите бара познавање на нивните физички и хемиски својства, што се одговорни за обезбедување на соодветна поддршка на почвите. Овие супстрати најчесто се резервоар за воздух, вода и хранливи материи. Во земјоделското производство се повеќе се води грижа за проучувањето на влијането на подобрувачите на својства врз својствата на почвите, како и кон нивното влијание врз приносот и

квалитетот на растенијата. Едно од поважните значања на почвените природни супстрати е што со нивното додавање во самата почва, тие најчесто ги подобруваат својствата на почвата, без оглед на тоа за каков тип на почва станува збор. Супстратите наоѓаат примена во решавање на проблематични почви, како што се песокливите почви (што не задржуваат доволно вода), или премногу глинестите почви што, пак, задржуваат премногу влага, а помалку кислород. Притоа, кога се менуваат условите на почвата, супстратите служат како дел од превентивната нега, дури и во отсуство на познати проблеми. Најчесто, главната цел на супстратите што се додават во почвата е да обезбедат подобра средина за развојот на корените и растот на растенијата. Оваа вклучува подобрување на структурата на почвата, капацитетот за одржување на водата и достапноста на хранливите материји. Покрај тоа, важни фактори се и условите за живот за почвените организми, што се исклучително важни за растот и развитокот на растенијата. Од овие причини, посебен научен и практичен предизвик претставуваат истражувањата на суровината перлит, како супстрат за подобрување на својствата на почвите.

Еден од мотивите на ова истражување е примената на природната суровина перлит од македонско потекло, како супстрат за подобрувањето на својствата на почвите.

Проучувањето на физичките и хемиските својства на перлитот, почвите и супстратите, како што се водно-воздушниот режим, на пример, секогаш е актуелна тема што треба перманентно да се истражува. Создавањето на здрава почвена средина е од клучно значење за растенијата и клуч на успехот во земјоделството за одгледување растенија.

1.2. Примена на перлит

1.2.1. Примена на перлит во градежни и индустриски апликации

Поради исклучително добрите изолациски карактеристики, перлитот со својата ниска тежина се користи како: пополнување на бетонски блокови како агрегат во бетон; полнење на празнините во ѕидната изолација; (го намалува преносот на бучава и има отпорност кон штетници, гниење и термити), во производството на огноотпорни тули, малтер, како агрегат во цемент и гипс, малтери за надворешни апликации и за заштита од пожар на греди и столбови, други градежни апликации кои вклучуваат поткат изолација, оџак облоги, бои,

гипс-плочи, плафонски плочи, поткровни изолации и сл. Перлитот наоѓа примена и во филтрација на: филтер-медиуми за лекови, прехранбени производи (пиво, вина, масло за јадење, лимонска киселина, шеќер, масло, лекови, овошни сокови, гликоза, хемикалии, кантарион, вода за пиење, биодизел и др). Поради термичка и механичка стабилност, тој е нетоксичен и има висока отпорност, но и широко се користи и во биотехнолошки апликации. Наоѓа примена како пополнувач или носач во различни технологии и сл. Перлитот наоѓа примена и во третман на исцедокот на депониите, за отстранување на тешките метали, како што е кадмиум и никел од воден раствор (Aminifard et al., 2011; Malakootian et al., 2011; Torab-Mostaedi et al., 2010). Конкурентни производи што можат да бидат замена за перлит (во зависност од апликацијата) се: стиропор, диатомеј, шкрилци, пемза, згура, стаклестото тело синтетички влакна и вермикулит (Baker & Santini, 2006; Bolen, 2013; Papadopoulos, 2005). Индустриските апликации за перлит се најразновидни и се базираат на неговите перформанси, се употребува во изработка на спојници за пластика за цемент, за нафта, вода и геотермални извори. Поради термичка и механичка стабилност, тој е нетоксичен и има висока отпорност кон хемикалии. Мали количини на перлит се користат во леарниците, во ќерамика како глинен додаток. Дополнителни апликации вклучуваат неговата употреба во изработка на абразиви во сапуни, средства за чистење и полирање и сл. (Perlite Institute, 2009). Перлитот е проучуван и како потенцијална компонента во состав во забните паста (Collinsetal, 2005; Stamm, 2007).

1.2.3. Примена на супстрат перлит во земјоделство

1.2.3.1. Општо за супстрати, нивно значење, функции и карактеристики на супстратите во земјоделството

Зборот супстрат е стандардизиран и означува материјал или комбинација на материјали, составени од еден, два или неколку компоненти кои обезбедуваат потпора на растенијата, задржуваат вода, воздух и хранливи елементи. Во литературата се среќаваат и под други називи како на пример: амандмани, медиуми, подобрувачи и слично (Хаџи-Пецова, 2017).

Во 1950-тите години почнале да се развиваат првите супстрати за култури на тресет помешани со глина. Овие супстрати биле воспоставени во 1960-тите

години. Во средината и до крајот на 1970-тите години, подлогата на карпи се шири низ Западна Европа и станала важен материјал за одгледување на зеленчукот, доматиите, краставиците и пиперките и други култури што се одгледувале во камени плочи. Во 1980-тите и 1990-тите години се произведуваат специфични мешавини за специфични растенија, од различни видови супстрати. Развојот и префинетоста на медиумите за одгледување на растенијата, посебно во хортикултурата во 1980-тите и 1990-тите години, се совпадна со зголемената еколошка свест. Во последниве години се имаат развиено многу иновативни постапки со користење на нови методи за одгледување медиуми и супстрати, вклучувајќи системи во кои се користат неоргански или органски супстрати (Gruda, 2009).

Во земјоделското производство (особено во градинарството и цвеќарството) се почесто се употребуваат различни супстрати. Постојат органски и неоргански супстрати, а секој тип има свои специфични користи и придобивки, како и недостатоци. Органските супстрати се состојат од материјал добиен од живи материи (на пример, растенија, слама, лисја). Компост и тресет, на пример, се користат за оплодување и спречување на штетниците. Неорганските супстрати се најчесто материјали добиени по вештачки пат. Амандманите на почвата, направени од органски материјали, можат да служат како органски ѓубрива, бидејќи ги подобруваат својствата на почвата. Постојаното и стабилно снабдување со хранливи материи ќе поттикне здрав раст на растенијата. Корисните габи, бактерии и црви се потпираат на органската материја во почвата, креирајќи енергија што ја создаваат преку органските промени во почвата. Неоргански супстанции се: вермикулит, зеолит, перлит, парчиња гуми, зрна од чакал и песок (Olle M., Nagouajio, M, Simos A., 2012; Dorais M, et al., 2007; Ehret DL and Mahamud S, 2007; Nurznski J. 2006). Перлитот и вермикулитот обично се мешаат со почва за да се поттикне оксидацијата, како и да ја олабави глината, така што водата и воздухот може да бидат подостапни на растенијата. Перлитот исто така може да ја подобри дренажата. Притоа, медиумите или супстратите од различно потекло ја преземаат улогата на почвата и обезбедуваат прицврстување за кореновиот систем, снабдување со вода и хранливи материи за растението и гарантира соодветна аерација во коренот Gruda et al., (2006).

Користењето на различни органски и неоргански супстрати овозможува подобро земање на хранливите материи, доволен раст и развој, поради оптимизирање на нивото на вода и кислород Verdonck, O, et al., (2004). Генерално, супстратите се исклучително важни за растот и развојот на растението. Нивната комплексност се гледа во разните можности за интеракција со растенијата и во бројноста и во компонентите што влегуваат во нивниот состав. Супстратите служат како извор на вода и хранливи материи, обезбедуваат доволно кислород за кореновиот систем и обезбедуваат физичка поддршка за целото растение. Притоа, изборот за соодветен супстрат во растителното производство се смета за подеднакво важен фактор за успешно и контролирано производство, посебно во производство во заштитен простор. Фактот дека одгледувачите на земјоделското производство не можат да влијаат врз целата промена на физичките карактеристики од супстрати или мешавини на супстрати во рамките на културата, укажува дека од суштинско значење е да се одбере точниот супстрат, пред започнувањето со одгледување на културата (Verdonck and Demeyer, 2004). Органски супстрати со умерена или ниска биостабилност можат да ги ослободат достапните хранливи материи и на тој начин да влијаат врз варијабилноста на нивните хемиски својства, како што се рН, електричната спроводливост (ЕК) и капацитетот за размена на катјони, како последица на распаѓањето на органската материја на супстратот Lemaire F. (1997). Физичките и хемиските својства на супстратите во земјоделството се битни фактори за успешен развој на растенијата, бидејќи секој вид растение има посебни барања од супстратот.

Меѓу најважните својства на супстратите се: структурата, порозноста, водно-воздушнот режим, постојаноста на супстратот, густината (привидна, вистинска) соодносот помеѓу С и N, застапеноста на хранливите материи, вредноста на рН, концентрацијата на соли, пуферскиот капацитет и сл.

Почвите што се користат за земјоделско производство најчесто содржаат компатибилен процент на цврсти материи и пори. Кај супстратите перлит и тресет, цврстата материја е застапена со 10 - 20 % од вкупниот волумен на супстратите, што значи дека порите се присутни со 80 - 90 %.

Супстратот што се употребува за сеење семе треба да биде со растресита и ситна структура, со цел да се обезбеди поголем водно-воздушен режим. Кога супстратот е премногу набиен, тој бавно се суши и ја намалува

можноста добро да ги храни растенијата. Воздушната и водната порозност на супстратот е важно својство што помага во продирањето на водата и воздухот, а со тоа го подобрува растот на коренот, а ја одржува или ја подобрува аерацијата. При расадувањето, големата порозност го помага развојот на коренот, додека малата порозност го забавува развојот на коренот.

Густијата на супстратот се однесува на односот помеѓу сувата материја на супстратот и волуменот на супстратот. Некои компоненти се многу лесни кога се суви (перлит и тресет, на пример), но имаат способност за апсорпција на големо количество вода и тогаш стануваат тешки. За повеќето култури се користат супстрати со ниска густина. Притоа, супстратот со ниска густина се користи и за висечките контејнери, за намалување на оптовареноста на структурата на стаклениците. Супстратот треба да има способност да задржува вода и да ја движи влагата по капиларен пат. За добар супстрат се карактеризира оној што во својот состав содржи компоненти што се материјали за задржување на влага (на пример: перлит, тресет, вермикулит, зеолит и сл.).

Како една од најбитните особини на супстратот е постојаноста на квалитетот, затоа што тој се менува во текот на производниот циклус. Супстратот може да има добри карактеристики при сеидба или садење, а помалку задоволителни во подоцнежните производни фази. Константноста на квалитетот е особено важна при производство на култури со подолг производен циклус. Главна причина за непостојноста на супстратите е биолошката деградација, односно разградувањето на органската материја. Битна особина на супстратот е неговата способност да ги задржува позитивно наелектризираните јони од хранливите елементи. Така, со висока вредност на капацитетот на размена на катјони се вбројуваат почвата, тресетот и вермикулитот, а со ниска вредност на размена на катјони се: перлит, песок и стиропор. Киселоста на супстратот (изразена преку вредноста на pH) е показател за достапноста на хранливите елементи и затоа во производството редовно се контролира и со соодветни мерки се одржува бараното ниво. Колку е снабден супстратот со хранливи материји покажува концентрацијата на соли во вкупниот растворен материјал.

До неодамна, супстратите се базирале во најголем дел на тресет. Денес, квалитетот на супстратите се подобрува со додавањето на компост, кора од

дрво и дрвени струганици, перлит, вермикулит, зеолит и слично. Супстратите се поделени во две категории: почвени и беспочвени.

Почвените супстрати содржат 25 % или повеќе почви, главно ги имаат истите карактеристики како почвата, но имаат намалена густина и зголемена аерација. На овие супстрати се додават компоненти како перлит, тресет или дрвени струганици. Предноста на почвените супстрати е во тоа што имаат повисока вредност на капацитет на размена на катјони, што произлегува од присуството на почва. Кај оваа категорија на супстрати (почвените супстрати), споредено со беспочвените, задржувањето на хранливи материи е поголемо. Ова својство ги прави почвените супстрати погодни за употреба кај културите што се користат како матични растенија, култури за режен цвет или култури кои дел од производниот циклус го минуваат на отворено. Почвените супстрати се одликуваат со стабилна рН-вредност Хаџи Пецова (2017).

Супстратите што се користат за беспочвено производство се одликуваат со хемиска стабилност, добра аерација, мала густина и можност за повеќекратна употреба. Тие имаат пониска вредност на капацитет за размена на катјони отколку почвите и затоа кај нив е потребна постојана проверка на содржината на хранливите материи. Поради зголеменото испирање, кај беспочвените супстрати е потребно нанесување на поголеми количини на хранливи ѓубрива и почести наводнувања. Беспочвените супстрати многу тешко примат вода кога се суви, па затоа многу често тие во својот состав содржат и супстанции за задржување на влажноста, како што е перлитот. По потреба, на овие супстрати може да се додаде песок или глина за зголемување на густината.

1.2.3.2. Примена на супстрат перлит во земјоделски апликации

Перлитот се користи како компонента на почвата што се меша заедно со други супстрати (тресет и сл.), при што ги значително може да влијае врз подобрување на некои од физичките својства на почвите, дополнително обезбедува оптимално количество воздух и влага во почвата. Со неговото аплицирање во почвата, дејствува и како терморегулатор, односно ја одржува топлината во почвата и предизвикува заштита од мрзнење на истата.

Во хортикултурата, перлитот наоѓа најголема примена. Во таа дејност, перлитот се користи како дополнување на почвата или само како чист медиум

или супстрат за хидропонско одгледување хидропони од перлит (Samar et al., 2016). Заедно со компост и други смеси, перлитот се меша во смеси со различни супстрати, како на пример: тресет, вермикулит, стаклена волна, хумус и сл. Таквите мешавини се користат како подлога за кореново украсно цвеќе и саксиско цвеќе, садници за цвеќе, размножување на расад и сл. Поради неговата мала тежина, перлитот е лесен за употреба и може да се аплицира во садови, саксии и сл.

Во градинарството, перлитот се користи како компонента на композитни подлоги во комбинација со органски и минерални материји. Поради своите термоизолациски својства, перлитот се користи и за пакување на овошјето и терморегулирање за заштита од смрзнување, како и за регулирање на температурата во пластениците. Перлитот што се користи најчесто во градинарството и цвеќарството, како мешан со други супстрати, служи за покривање на контејнерите со расад или чист како медиум до крајот на вегетацијата на растението, при што му овозможува на растението брз и изедначен раст и развој.

Медитеранскиот Регион забележал брза експанзија на перлитот како супстрат, најмногу во Шпанија, каде што се употребува во одгледување во хидропони, кои што се користат главно за производство на зеленчук во регионите Алмерија и Мурсија Grillas et al., (2001). Перлитот како инертен супстрат има добри физички карактеристики, висок порозитет и висок потенцијал, и е еден од најупотребуваните медиуми во хидропони. Се употребува слободно распределен или во пластични ќеси потопени во вода. Поради добрите физички карактеристики, перлитот има потенцијал да се користи во затворен хидропонски систем. Во моментов, во хидропони од перлит се одгледуваат многу градинарски култури во целиот свет. Така, дињи се одгледуваат во Флорида, Холандија и САД, а во 100 % медиум во хидропони од перлит се одгледуваат разни видови цвеќиња, орхидеи и јагоди.

Слично на овие истражувања од страна на Olympios et al., (1994), перлитот како супстрат дал добри резултати кај одгледувањето на домати во затворен систем.

Перлитот се користи од повеќе аспекти и тоа: во агрохемиската индустрија како полнач на прости и сложени мешани неоргански ѓубрива; носач за ѓубрива, хербициди, пестициди, за обложување на зрна семе (пелетирање

на семе), со тоа што се постигнува нивното продолжено дејствои можат да се унифицираат волуменски. Тој е постојан материјал или хемиски инертен, неактивен на хемиските соединенија, раствори, минерални ѓубрива, пестициди и сл. Има висока отпорност кон микробиолошките напади и органските растворувачи, се користи за пакување на овошјето и терморегулирање, за заштита од смрзнување, како и за регулирање на температурата во пластениците.

Во сточарството наоѓа примена како простирка за животните, бидејќи ја апсорбира влагата, и обезбедува поволни хигиенски услови, како и за детоксикација на сточна храна Nuwig et al., (2001). Перлитот може да се користи и како компонента во производство на сточарска исхрана - свинска сточна храна Duchstein (1982). Еколошки е чист, при негова употреба нема негативно влијание врз екосистемот, здравствено е исправен и не содржи тешки метали во големи концентрации, како и други материји што можат да бидат потенцијално штетни за човековото здравје.

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА

Од извештајот на USGS Mineral Commodity Summaries (2013), потврдено е дека популарноста и растот на користење перлит во многу дејности се зголемува значително во целиот свет. Се до 2003 година, Грција била лидер во производство на преработен перлит. Сепак, проценките на произведениот перлит од извештајот USGS, минерални стокровни резерви од 2013 година (Samar et al., 2016), укажуваат на тоа дека САД може да ја престигне и Грција во употребата на перлитот како супстрат во земјоделството.

Авторите (Austin Barker, 1998; Ennis, 2011; Jaster, 1956; Shackley Allen, 1992; Weber, 1963) истакнуваат дека употребата на перлитот датира од 1800 година, а позначително искористување на овој ресурс започнала во САД во 1940-тите години. Според British Geological Survey 2011 количините на рудните наоѓалишта на перлит од светско производство изнесуваат 3 470 000 тони во 2011 година, од кои 95 % се застапени во 10 земји. Во 2011 година, произведени се 1.7 милиони тони, главно од страна на Грција (500 000 t), САД (375 000 t) и Турција (220 000 t) (USGS Mineral Commodity Summaries 2011).

Перлитот го има во целиот свет и е необновлив ресурс. Резервите на перлит во светот се проценуваат на околу 700 милиони тони. Перлитот е прилично инертен (има низок пуферски и катјонско разменувачки капацитет од 0 до 1 mg/L) FAO, (1990). FAO (2009).

Поради својата ниска густина и релативно ниска цена (околу 50 \$ на тон за експандиран перлит), развиени се голем број комерцијални апликации за употреба на перлитот. Во градежништвото, перлитот се користи во лесни малтери, бетони (сидарски), изолација и плафонски плочи (Bolen, 2011).

Од економски причини, повеќето рудници на перлит се површински. Начинот и постапката за експлоатација на перлитот се разгледуваат во неколку публикации на трудови. Суровата обработка на перлитот е ограничена само на дробење, сушење, мелење, скрининг, премачкување со туткал и мешање. Комерцијалните депозити на перлит имаат мала преоптовареност и во нивната обработка не се користат хемикалии, што генерира мали влијанија врз животната средина во однос на рударството (Kadey, 1983; USEPA, 2003; Perlite Institute, 2009).

Овој материјал за првпат бил експандиран во печка, во 1940 година во Лас Вегас и се користел за да се добие малтер при градба на згради, МТА (1985). При експандирањето, перлитот ја зголемува својата површина и ја менува својата внатрешна структура. Експандираниот перлит има порозна структура, што во своите отвори на честичките обезбедуваат исполнување на вода или воздух, а се карактеризира со мала специфична тежина, со сунѓереста и порозна структура.

Процесот на експандирање се одвива во вертикални печки што обезбедуваат загревање на зрната перлит (Kodjamanis, A. and Angelopoulos 2013).

Ако перлит се загрева полека, водата нема да може да испари и на тој начин нема да се одвива процесот на експандирање (Aguilar-Garib, J, A et al., 2013).

Во американскиот истражувачки центар USEPA (1995), анализирана е постапката на процесот на експандирање на перлит, каде што се користи вентилатор за вшмукување, пневматски циклон и класификаторен систем.

Експандираниот перлит може да биде произведен со различни густини (Austin & Barker, 1998) кои се движат од 32 kg/m^3 до 240 kg/m^3 и може да се произведуваат во различни димензии, како што се бара за специфични апликации. Производителите користат различни номенклатури, некои производители користат термини како што се среден, груб, додека други користат номенклатури што се дефинираат од страна на апликацијата (на пр. градинарски, индустриски за изградба и сл.). Гранулациите се разликуваат според степенот на производителот и може да се движат од 0,1; 0,5 до 5; mm.

Во Институтот за истражување Perlite Institute (2009), покажано е дека перлитот е погоден за филтрирање и може да се користи како алтернатива на дијатомејска земја. Популарноста на користење перлит како филтер-медиум се зголемува значително во целиот свет.

Главните пазари за експандираниот перлит се во САД (Austin GS, and Barker, 1998; Bolen, 2012; Ennis, 2011). Продуктите на перлит се разликуваат по различен степен и вклучуваат формирани производи (на пример: акустична плафонски плочи, цевки изолација и изолација табли), спојници (конопни композиции, бои, пластика, изолација за лавабоа, материјали за пакување), хортикултурни агрегати (се меша со тресет за размножување, како медиум) и

како помош за филтер (третман на отпадни води, за филтрирање на зеленчук, овошни сокови, безалкохолни пијалаци и фармацевтски апликации).

Авторите (Bureš et al., 1997) констатирале дека експандираниот перлит има јака капиларна моќ и може да ја држи водата 3-4 пати повеќе од неговата тежина. Притоа, наведено е дека водата во перлитот се задржува на 10 КР, а многу повеќе за погруба фракција (0.5 - 1.0 mm димензија) во споредба со поситна фракција со димензија 0.25 - 0.50 mm. Оваа разлика во водениот ретенциски капацитет помеѓу грубата и ситната фракција, покажува дека поголемо количество вода се одржува кај грубите честички во внатрешноста на порите. Меѓутоа, авторите наведуваат дека тоа не е објаснето во волуменот на самата внатрешна порозност.

Во литературата, доста голем број научни трудови ја покажуваат погодноста на перлитот како супстрат во производство на хидропони за земјоделски култури. Авторите (Guler et al., 1995), во своето истражување правеле споредба на супстрати од перлит и камена волна со песок во отворени системи. Притоа приносот и квалитетот на градинарската култура (диња) покажале идентични резултати скоро и кај двата вида на супстрати. Направено е истражување во Велика Британија, во производството на домати во хидропони со медиум од перлит и хидропони со медиум од стаклена волна. Во медиумот со перлит се покажале 7 % повисок принос во однос на медиумот со стаклена волна Perlite Institute (2009).

Во моментов многу градинарски култури во целиот свет се одгледуваат во хидропони од перлит, како на пример: дињите се одгледуваат во Флорида, Холандија и САД, а во 100 % медиум во хидропони од перлит се одгледуваат разни видови цвеќина, орхидеи, јагоди итн.

Според тоа, употребата на перлит има многу предности во споредба со други медиуми. Досега, многу истражувачи ги имаат истражувано споредбите на другите медиуми во однос на перлит за хидропонско одгледување (Abul-Soudetal, 2003; Guler et al., 1995); јагода (Hochmuth et al, 1998) ; зелена салата (Taria and Caro, 2009 ; Gul et al., 2005; Samartzidis et al., 2005). Употребата на различни органски и неоргански супстрати им овозможува на растенијата добра хранлива материја и доволен раст и развој за да се оптимизираат водата и кислородот (Verdonck, O, et al., 1982). Различните супстрати имаат неколку форми што покажуваат директни или индиректни

ефекти врз растот и развојот на растенијата. Затоа, изборот на најдобриот супстрат меѓу различните материјали е императив за растението и неговата продуктивност. Слично на овие истражувања од страна на Olympios et.al (1994), перлитот како супстрат дал добри резултати кај одгледувањето на домати во затворен систем (Verdonck O, et al., 1982).

Во институтот за истражување Perlite Institute, (2009), утврдено е дека перлитот нема познати здравствени опасности, а во употребата како супстрат за одгледување растенија служи за обезбедување на аерацијата и задржување на водата (до 450 % од тежината и 75 % на волумен).

Својствата на различни материјали што се користат како медиуми за одгледување растенија покажуваат директни и индиректни ефекти врз растот и продуктивноста. Некои технички и економски фактори играат улога при изборот на супстрати од чакал или песок, додека материјалите како тресет, вермикулит и перлит најчесто се користат. Денес, во многу земји се користат техники за култура на беспочвено производство, особено во оранжерији Celikel, (1999). Авторот Fascella Zizzo (2005) кој го проценувал влијанието на перлит и перлит мешан со кокосови луспи (кокосов тресет) во сооднос 1:1 (v/v) на квантитативни и квалитативни параметри на режано цвеќе, констатирал дека оваа мешавина предизвикала највисока количина на цвеќе (17,7 стебла/растение) и најдолги стебла (65 cm). (Tehranifar et al., 2007) покажале дека вегетативниот раст на бројот на сорти јагоди бил повисок во медиуми со тресет и коко тресет во споредба со 100 % песок и перлит.

Поради добрите физички карактеристики, перлитот има потенцијал да се користи во затворен хидропонски систем, каде што во областа има чиста квалитетна вода, како и во затворен систем каде што водата е со послаб квалитет. За ваквата искористеност на перлитот, поопширни резултати има во истражувањата на авторите: (Wilson, 1980; Adams, 1989; Olympios, 1992; Olympios et al, 1993; and Guler et al., 1995).

Слично на овие истражувања од страна на (Olympios et al., 1993), перлитот како супстрат дал добри резултати во одгледувањето на домати во затворен систем.

Перлитот може да се рециклира, при што не предизвикува никакво штетно влијание врз животната средина (Hanna, Smith, 2002).

Авторот Matkin (1974) ги направил првите тест испитувања на супстратот тресет заедно со перлит. Тресетот од мов, како супстрат е докажано дека има голема порозност, слично како и перлитот. Во истражувањата што ги спровел Matkin се покажало помало задржување на вода во сооднос со 75 % груб перлит и 25 % тресет, а највисоко задржување на водата имало во мешавина од 25 % перлит и 75 % тресет. Во однос на аерацијата на медиумот, кај тестовите што биле спроведени, се покажало дека најдобри резултати има во сооднос за миксови со 75 % во ред перлит и 25 % тресет мов. Комбинации на различни медиуми (тресет, перлит, вермикулит и сл.) стануваат особено популарни со зголемување на производството на украсни растенија (Altman, A., Freudenberg, D 1983). Сепак, постојат разлики меѓу комбинирањето на различни супстрати, во зависност од самите растителни видови и специфичните услови во земјоделското производство. Ефектите на различните мешавини од супстрати се прават главно во насока за одредени научно истражувачки цели од страна на авторите (Douglas et al., 2000; Nowak 2003; Samartzidis et al., 2005). Видот на искоренување во медиумите со супстрати и нивните карактеристики се од голема важност за квалитетот на вкоренетите садници (Khayyat et al., 2007). Најчесто користените средства за поттикнување на искоренувањето на садници се: тресет, кокосов орех, камена волна, вермикулит, перлит, песок, градинарска почва, лист, компост и сл.

Перлитот како супстрат, заедно во комбинација со вермикулит, го истражувале авторите (Isfendiyaroglu et al., 2009) во нивното двегодишно истражување со маслинови садници. Тие добиле добри резултати во вкоренувањето (дури до 95 %), должината на коренот (47 mm), (10.8) бројот на корените, сувата тежина на коренот (382 mg), свежата тежина на корен (48,3 mg) како и средниот број на корени (13).

При Одгледување на гербери во хидропони, составени од перлит и зеолит, е остварен повисок принос (П/З во сооднос 1:1) од некои други мешавини. Тоа е како резултат на доволно аерација и подобрување на водниот капацитет (Issa et al., 1997).

Авторот Giancarlo Fascella (2009), во неговото тригодишно истражување со цвеќе од родот „Anastasia“ рози, го користел перлитот како супстрат во микс со други супстрати, поради добрите физички својства на супстратот перлит.

Ефектот од супстратот перлит се покажал поволен во поглед на зголемување на бројот на листовите, дебелината на стебло и бојата на цветот.

Авторите (Kohmann et al., 2007), во своето истражување за одгледување и расад на садници од смрека, го користел перлитот 25 - 30 % во мешавина заедно со тресет 70 - 75 %. Претходните студии покажале дека тресетот како супстрат, сам за себе, е ризичен супстрат, но дека мешавина на тресет 75 % и 25 % перлит го намалува овој ризик на прифатливост на расадот тоест процентот на вкоренувањ. Овој тренд започнал во Норвешка уште во 1971 година и продолжил речиси кај сите шумски растенија во процесот на размножување.

Во текот на 1950-тите години и почетокот на 1960 година, група научници од Универзитетот во Токио спровеле истражување во институтот (Mitsui). Целта на нивното истражување било од два аспекта. Едниот аспект бил фокусиран кон проучување на ефектите со додавање на перлит до одредена мера на голф терени, уредување тревници, јапонски градини и паркови. Другиот аспект е со проучување на ефектите со додавање перлит заради превенција на задржување на водата и штети од набивање и газење на тревата и почвата. Со додавањето на перлит во различни соодноси, на различни опитни површини, ефектот бил видлив со бујна и зелена трева и добро аерирана почва, во споредба со нетретирана површина. Притоа, дури и вишокот на вода што се појавувала на терените била задржана во текот на период на суша (*Zoysia Matrella* MERR) (Perlite Institute, 2009).

За значењето на перлитот како супстрат за производство на садници, добар сет податоци може да се добијат од истражувањата што се направени во институтот во Кипар, во областа на Медитеранот, за подигање насади за производство на маслинки (The Institute of Agricultural Research in Cypress) (Perlite Institute, 2009). Направено е споредбено истражување на традиционален начин на одгледување садници и одгледувањето на садници во перлит како супстрат. Традиционалниот метод одземал многу време и не секогаш бил успешен. Сега, преку употребата на садници вкоренети во перлит, со препорака за застапеност на 85 % - 90 % хортикултурен перлит, 10 % - 15 % шпагнум, тресет мов, добиени се добри резултати за искоренување на садниците од маслиново производство. Притоа, времето до првото производство се намалило и до 40 %, а се намалиле и трошоците за работна сила. Покрај тоа, добри

резултати перлитот покажал и во апсорпција на вода. Во прилог на потребата за зачувување на водата, трошоците за наводнување значително се намалиле. Перлитот во неговите честички има затворена клеточна структура со мноштво на мали пукнатини на нивната површина. Овие пукнатини прават т.н. „стапица за вода“, при што ја запираат водата од испарување и ја прават достапна за коренот на растенијата. Како резултат на тоа, водата не се цеди далеку и е на располагање во оптималната количина за нормален раст и развој на растенијата. Честичките на перлитот задржуваат вода од три до десет пати повеќе од неговата тежина. Задржувањето на водата со перлит не е на недискриминирачко ниво. Водата што се апсорбира на површината на честички од перлит зависи од дистрибуцијата на големина на честички (perlite.org). Помалите честички на перлит апсорбираат помалку вода во однос на поголемите честички. Притоа, со приспособување на опсегот на големината на честичките на перлит, количината на вода оптимално се задржува. На тој начин се врши регулација на водата за постигнување на барана или оптимална количина на влажност потребна за развој на дадени системи. Ваквата карактеристика овозможува перлитот да се комбинира за секој вид растение што се одгледува, со цел да има оптимално количество на влага. Авторите (Stephan Kaufhold et al., 2014), со СЕМ-метод потврдиле присуството на вода во порите со големина 20 - 100 μm . Притоа, со употреба на инфрацрвена спектроскопија потврдиле полнење на овие пори со вода.

Варијаблите што ја опишуваат физичката структура (волуменска густина, распределба на големината на честичките и порозниот простор), хемиските и биолошките својства што ги одредуваат перформансите на супстратните медиуми за одгледување растенија, детално биле анализирани преку широк опсег на компоненти од органски и неоргански супстрати од страна на авторите (Bunt, 1988; Argo, 1998; Blok and Wever, 2008; Wallach, 2009). Други автори се фокусирале на мерењето на хидрауличните соодветни врски, што даваат податоци за механизмот на апсорпција на водата, како и за нејзиното одржување и ослободување од супстратните медиуми за одгледување на растенија (Fonteno, 1993). Посебно внимание се обрнува на способноста на супстратот за чување на водата или неговата „карактеристика за задржување на водата“ Fonteno (1993). Покрај тоа, многу автори во нивните истражувања ги истакнуваат разните перформанси на различни супстрати со голем број методи

како капацитети за одржување на водата и воздухот (Wooler and Harrison, 1986; Brag and Chambers, 1988; Byrne and Carty, 1989; Fonteno and Harden, 2003; Bilderback, 2009; Handreck and Black 1994; Handreck, 2005; Verdonck et al., 1983; Bunt, 1988; Bilderback et al., 2005), (Bragg and Chambers, 1988), (Schmilewski and Günther, 1988). Нивните пристапни приоди претставуваат предизвик за споредување на различните објавени студии. Интерпретацијата на резултати влијае во голема мерка врз деталното разбирање на користените методи и начинот на кој тие се разликуваат.

Авторите (Cody Tramp et al., 2009), во нивната студија, вршиле испитување на физичките и хемиските својства на супстратите, како и нивно влијание врз растот на растенијата. Тие како култура ја испитувале пченката во најразлични миксови од тресет, перлит и вермикулит, но и во најразлични соодноси. Со највисок раст на пченката се покажала варијантата од микс 33/33/33 тресет / перлит / вермикулит.

Авторите (Lemaire, Argo, 1998b, Silber, 2008) кажуваат дека ефективен супстрат мора да обезбеди соодветна поволна средина, како и поволни хемиски и физички својства за ефикасно обезбедување хранливи материи во растенијата, како што се: хемиските својства рН, електрична спроводливост, капацитет на размена на катјони и достапност на хранливи материи итн.

Поголемите тешкотии и трошоците за контрола на почвата од штетници и болести, соленост на почвата, недостаток на плодна почва, влошени водно-физички својства, недостаток на вода-кислород, недостаток на простор и сл., придонеле за развивањето на супстрати за одгледување растенија (Olympios et al., 1992).

Авторите (Handreck and Black, 1994 Silber 2008) истакнуваат дека за разлика од физичките својства, хемиските својства може да се манипулираат во супстратите во голема мера од страна на одгледувачот со употребата на адитиви, како што се вештачките ѓубрива. Авторите (Lucas and Davis, 1961) истакнуваат дека некои супстрати имаат суштински хемиски својства што ги прават, особено погодни за употреба како медиум-супстрат што влијае и врз нивната цена. Така, повеќето растителни хранливи состојки треба да бидат достапни во релативно тесен опсег на рН од 5,0 до 5,5. Супстратниот медиум, како што е тресетот, природно поседува сличен рН-опсег и истиот треба да обезбеди оптимална достапност на хранливи материи со минимална

интервенција од производителот. Спротивно на тоа, компостираните материјали може да содржат високи нивоа на растворливи соли, што се комплицирани и скапи. (Rainbow and Wilson, 1998; Carlile and Wilson, 1991; Alsanius and Vohanka, 2009) укажуваат дека биолошките својства се важен фактор за органските материјали бидејќи тие можат да имаат големи влијанија врз растот и развиток на растението. Овие влијанија можат да бидат широко категоризирани. Тоа го докажале и авторите (Carlile and Wilson, 1991; Thomas and Spurway, 1998) тргнувајќи од три аспекти на загриженост, и тоа: од патогени организми, плевели, биолошка стабилност и од имобилизација или повлекување на хранливите материји. Степенот до кој еден органски супстрат може да страда од нестабилност и отстранувањето на хранливите материји, зависи од различни фактори како што се биохемиската структура на материите на компонентите, климатските услови, достапноста на влага и сл.

Авторите (Anstett A., 1969; De Boodt M., 1965; Haber Z., 1983), во своите истражувања посочуваат дека за да се категоризира еден супстрат како „добар супстрат“, истиот треба да има висока порозност и оптимален капацитет за вода и воздух, издржлива структура во текот на целиот вегетациски период и висока способност да ги прифати и чува хранливите материји. Тие сметаат дека идеален супстрат треба да има вкупна порозност од околу 85 %, при што капацитетот на исполнетост на порите со воздух треба да биде од 20-30 %, а исто толку да биде и капацитет на пори и исполнетост со вода достапна за растенијата.

Авторите (Fonteno, 1993; Caron and Nkongolo, 1999) кажуваат дека ефикасен медиум со супстрат за огледување растенија мора да има добра физичка структура што ќе одржува повољна рамнотежа помеѓу воздухот и водата. Ова е неопходно за да не се предизвикаат неповолни услови, посебно во кореновиот систем при таканаречен „сушен стрес“.

3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Целта на ова истражување е примената на природната суровина перлит од македонско потекло и испитување на неговата структурна, физичка, хемиска карактеризација како супстрат врз подобрување на својствата на почвите со лесен механички состав (песокливи почви), и на почви со тежок механички состав (глинести почви), како и на тресетот. За таа цел беа земени два почвени типа флувијатилна почва и хидрогена црница, како и супстрат тресет. Основната научна цел во нашето истражување е влијанието на перлитот како супстрат врз својствата на почвата и тресетот. Перлитот користен како супстрат беше аплициран во разни соодноси врз флувијатилна почва, хидрогената црница и тресетот, со цел да се определи најдобриот и најповолниот сооднос помеѓу перлитот, флувијатилна почва, хидрогената црница и тресетот. Главниот фокус на ова истражување е во насока на подобрување на својствата на почвените типови, како што се водно–воздушниот капацитет, подобрување на некои од хемиските својства и подобрување на биолошката активност. Со анализата на ефективноста на перлитот се добиваат нови сознанија, базирани на јасни препораки и практични знаења што ќе придонесат кон значаен придонес во науката и во развојот на земјоделството.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД НА РАБОТА

Експерименталниот дел беше поделен на два дела и тоа:

- теренски дел;
- лабораториски дел.

Теренскиот дел се состоеше од земање на почвени проби. Во нашето истражување користевме два типа почва.

Флувијатилна почва (алувијална) почва (Флувисол). Според класификација WRB, 2016 Soil tip Fluvisol, почвените проби беа земени од Струмичката Котлина. Локација: Струмица. Надморска височина: 230 m. GPS: 41 ° 44'63,72" и 22 ° 67' 81,12".

Хидрогена црница според класификација WRB, 2016 Mollic Vertic Gleysol. Локација: с. Славеј - Прилепско. Надморска височина: 310 m. Експозиција: југоисточна. GPS:41°34'11,86" и 21 ° 39'69,45".

Перлитот како природна суровина е земен од локалитетот на наоѓалиштето на суровината перлит „Церова полјана“ во Мариово, Градешница, Р Македонија. Суровината перлит во оваа истражување се употребуваше во нејзината експандирана форма како супстрат за комерцијални употреби. Поголемиот дел од лабораториските истражувања се извршени во педолошката лабораторијата на Факултетот за земјоделски науки и храна - Скопје, при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, дел од испитувања се реализирани во лабораторијата на РЖ Техничка контрола – Скопје, а дел на Универзитетот „Гоце Делчев“ - Штип, Земјоделскиот факултет - Штип. Сите анализи се направени според општо прифатените методи за вакви истражувања.

Микроскопски испитувања на перлит беа направени со трансмисионо поларизациски метод на поларизациски микроскоп SM-POL, LETZ, Wetrber Germany.

Применета е **SEM-анализа** (скенирачка електронска микроскопија) – за испитување се користеше уред од типот Teskan SEM.

Термички методи - за диференцијално термичка и термо–гравиметриска анализа на суровината перлит е користен апаратот од типот Perkin Elmer PYRIS Diamond Thermogravimetric/Differential Thermal Analyzer.

Структурни методи - за рендгенска анализа **XRD** на природен и

експандиран перлит се користеше инструментот Rigaku Ултима IV на X-зраци дифрактометар (Cu K зрачење) со брзина на скенирање на 0.1° во секунда;

Инфрацрвен метод - FTIR-анализа. Инфрацрвена спектроскопија - инфрацрвените анализи на суровината перлит се извршени со користење на Фурие трансформ инфрацрвена (FT-IR) спектрометрија. За испитување се користеше апаратот од типот FTIR Spectrum 100 Perkin Elmer PYRIS, со методот на пресувани таблети KBr.

Хемиска анализа – за определување на хемискиот состав на суровината перлит се користеше инструмент ICRA pertures РЖ Техничка контрола - АД Скопје.

Механичкиот состав на почвата е определен според интернационалниот В-метод (Митрикески и Миткова, 2006), а пептизацијата беше извршена со 0.1 М натриум пиродифосфат (Thurn, et al., 1955). Поделбата на механичките елементи во фракции ќе биде извршено според меѓународната класификација, а класирањето на почвите во текстурни класи според Американскиот триаголник (Митрикески и Миткова, 2006).

Хигроскопната влага е определена со сушење на пробите во термостат на 105°C до константна маса (Митрикески и Миткова, 2006).

Вистинската фактичка $[\rho \text{ g/cm}^3]$, привидната $[\rho_p \text{ g/cm}^3]$ густина и порозноста [P во %] на почвата и супстратот перлит (Митрикески и Миткова, 2006).

Определување на водопропустливоста на перлит почва и тресет и коефициент на филтрација е според (Митрикески и Миткова, 2006).

Определување на ретенциски (капиларен) воден капацитет според (Грачанин, Митрикески и Миткова, 2006).

Определување на (ЕС) – електричен кондуктивитет со помош на кондуктометар.

Определувањето на капиларниот потенцијал – изработка на ретенциски криви на перлитот беше извршено со примена на методи што се опишани од Resulović, red., 1971): метод на примена на притисок со Bar extractor за определување на ретенција на влага при 0.1 bar (pF - 2); 0.33 bar (pF - 2.54); 1 bar (pF - 3); за определување на ретенција на влага во перлитот при повисоки притисоци беше применет методот на Richard (Porous plate extractor), 2.00 bara (pF - 3,3); 6.25 bara (pF - 3.90); 11 bara (pF - 4.04) и 15 bara (pF - 4.2), опишана од (Resulović red., 1971).

pH (реакцијата) на растворот е определена електрометриски со стаклена електрода во водна суспензија и во суспензија на 1M KCl (Митрически и Миткова, 2006), а класирањето на почвите според реакцијата е извршено согласно класификацијата на САД (Филиповски, 1993).

Содржината на хумус е определена врз база на вкупниот јаглерод C, според методот на Тјурин, модифицирана од Симаков (Орлов, и сор. 1981).

За определување на леснодостапниот фосфор и калиум е користен AL-metod (Djamić, 1996).

Разменливите киселински катјони (H^+ и Al^{3+}) се определени според метод на Melich со екстракција со раствор на бариум хлорид – триетанол амин (pH 8,1), во стаклени колони. Во екстрактот се врши титрација со 0.04 N HCl и мешан индикатор (Bogdanović, red., 1966).

Екстракцијата на разменливите катјони (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) во бескарбонатните проби е извршено со $BaCl_2$ според методот на Hendershot and Duquette, 1986, а отчитувањето е извршено на ICP спектофотометар тип “Agilent Technologies 700 Series ICP – OES”.

Капацитетот на разменливи (атсорбирани) катјони (Т), сумата на разменливи базични катјони (S), степенот на заситеност на почвата со базични катјони (V) и процентот на одделни разменливи катјони се определени пресметковно.

Статистичка обработка на податоците. Првата статистичка анализа на собраните податоци беше направена со дескриптивната процедура за анализа на фреквенциите и дисперзијата на податоците, зависно од факторите на влијанија. Добиените резултати се претставени како просек \pm стандардна девијација од аритметичката средна вредност. Со помош на Општиот линеарен модел, мултиваријантна постапка, беше испитувано влијанието на независните (фактор) променливи и нивната интеракција врз средните вредности на различните групирања од физичките и хемиските својства на испитуваните варијанти. За оние променливи за кои F-вредноста покажа статистичка значајност, дополнително е применет тестот post-hoc и тоа Бонферони-тестот (Bonferoni). Со него беа оценети разликите меѓу специфичните средни вредности на паровите во мултипната споредба за факторите вклучени во моделот. Меѓусебната зависност на променливите вклучени во статистичките регресиски модели беше проверена преку Пирсоновиот коефициент на корелација.

Резултатите добиени од експерименталниот опит со виола *Viola x wittrockiana Gams* беа статистички обработени според методот на анализа на варијанса и LSD-тест (најмалку значајна разлика).

Добиените резултати се презентирани во табели, графикони, слики, скици и сл. Испитуваните варијанти од перлит, хидрогена црница, флувијатилна почва и тресет со нивните различни соодноси претствени се со формулација на ознаки

Формулација/ formulation	Ознаки/ Designation
1. 100 % перлит/perlite	П/Р
2. 100 % тресет/peat	Т/Т
3. 80 % перлит/perlite + 20 % тресет/peat	П80/Т20- Р80/Т20
4. 70 % перлит/perlite + 30 % тресет/peat	П70/Т30 Р70/Т30
5. 50 % перлит/perlite + 50 % тресет/peat	П50/Т50 Р50/Т50
6. 30 % перлит/perlite + 70 % тресет/peat	П30/Т70 Р30/Р70
7. 20 % Perlite/перлит + 80 % тресет/peat	П20/Т80 Р20/Т80

Формулација/ formulation	Ознаки/ Designation
1. 100 % перлит/perlite	П/Р
2. 100 % флувијатилна почва/Fluvial soil	Аа/Аа
3. 80 % перлит/perlite + 20 % флувијатилна почва/Fluvial soil	П80/Аа20 Р80/Аа20
4. 70 % перлит/perlite + 30 % флувијатилна почва/Fluvial soil	П70/Аа30 Р70/Аа30
5. 50 % перлит/perlite + 50 % флувијатилна почва/Fluvial soil	П50/Аа50 Р50/ Аа50
6. 30 % перлит/perlite + 70 % флувијатилна почва/Fluvial soil	П30/Аа70 Р30/Аа70
7. 20 % перлит/perlite + 80 % флувијатилна почва/Fluvial soil	П20/Аа80 Р20/Аа80

Формулација/ formulation	Ознаки/ Designatio
1. 100 % перлит/perlite	П/Р
2. 100 % хидрогена црница/Mollic Vertic Gleysol	Аб/Аб
3. 80% перлит/perlite + 20 % хидрогена црница/Mollic Vertic Gleysol	П80/Аб20 Р80/Аб20
4. 70 % перлит/perlite + 30 % хидрогена црница/Mollic Vertic Gleysol	П70/Аб30 Р70/Аб30
5. 50 % перлит/perlite + 50 % хидрогена црница/Mollic Vertic Gleysol	П50/Аб50 Р50/Аб50
6. 30 % перлит/perlite + 70 % хидрогена црница/Mollic Vertic Gleysol	П30/Аб70 Р80/Аб70
7. 20 % перлит/perlite + 80 % хидрогена црница/Mollic Vertic Gleysol	П20/Аб80 Р20/Аб80

5. РЕЗУЛТАТИ

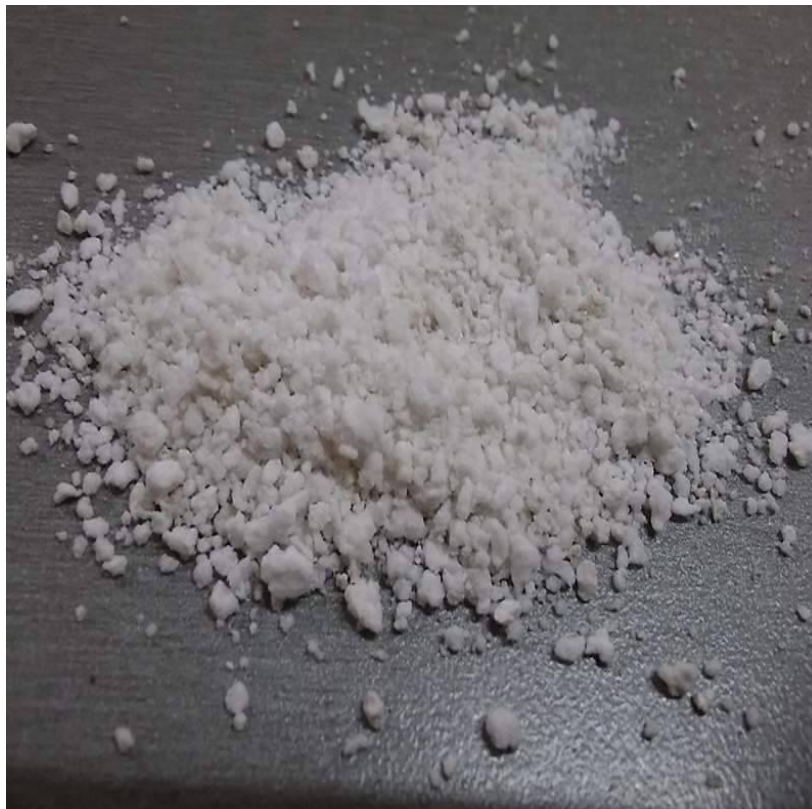
5.1. Карактеризација на суровината перлит

Перлитот е вулканско стакло настанат од магматските карпи со риолитски состав со содржина од 2 до 5 % вода. Суровиот перлит по боја може да биде сив, бел, жолт, црвен и зеленкав. Неговата структура се истакнува со многубројни концентрирани спирални пукнатини и слоеви. Најчесто има стаклеста сјајност и е во аморфна состојба (прикажани на слика 1) (Barker, Santini, 2006). Суровиот перлит со форма на тркалезни честички (Lorenz and Gwosdz, 2000) се разликува од зрнестиот експандиран перлит Allen (1988).

Суровиот (Unexpanded) перлит, при термичка обработка брзо се загрева на висока температура од 850 до 900 °C, и се експандира. Во процесот на експандирање, водата што се наоѓа во структурата на материјалот испарува, при што доаѓа до проширување на материјалот за 7-20 пати од неговиот оригинален волумен. Како резултат на тоа настануваат гранули со бела боја, релативно лесни и составени од многу мали затворени воздушни меурчиња со мала специфична тежина со сунѓереста и порозна структура (Koukoulzas et al., 2000). Во процесот на експандирање доаѓа до промена на бојата од сива до бела, со одредена гранулација од 0 до 6 mm (прикажано на слика број 2) (Barker и Santini, 2006). Природниот неекспандиран перлит има волуменска тежина околу 1 100 kg/m³ (1,1 g/cm³), додека типичен експандиран перлит има волуменска тежина од околу 30 - 150 kg/m³ (0,03 - 0,150 g/cm³).



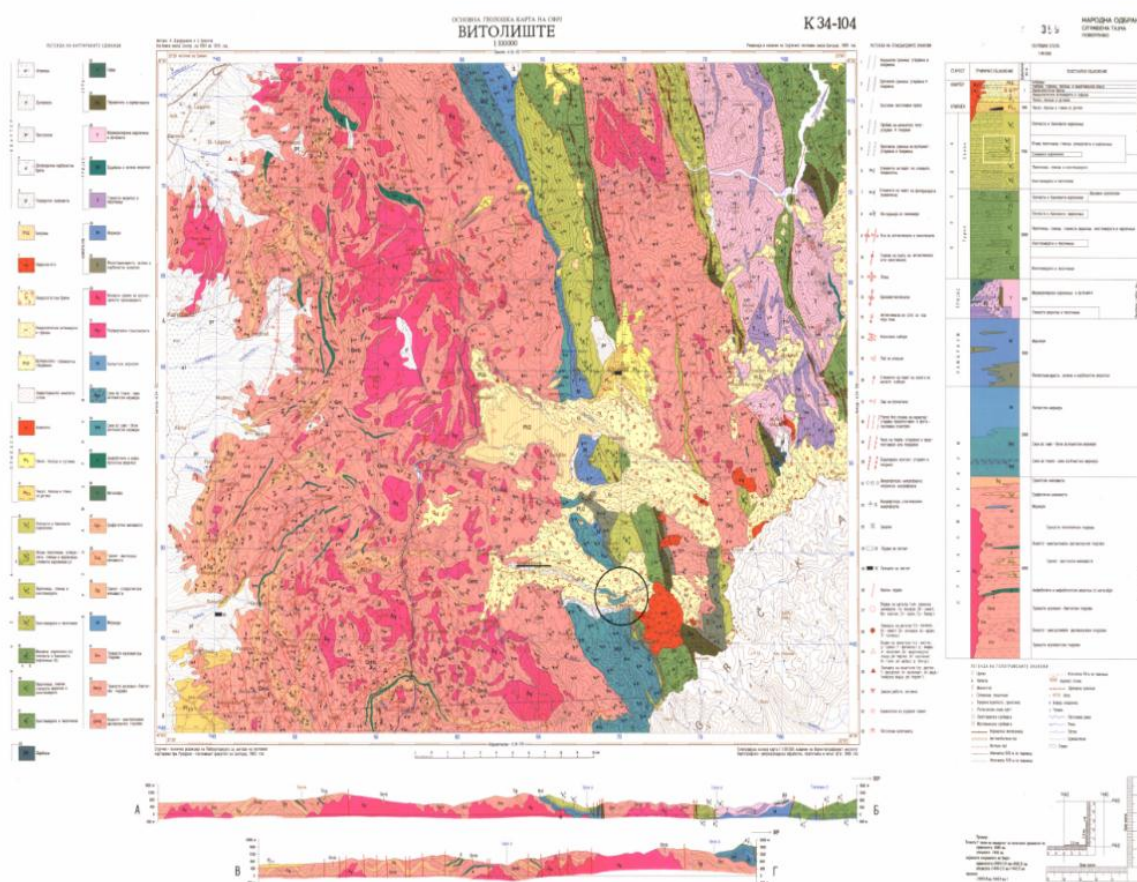
**Слика бр. 1. Фотографија од суров перлит од Р Македонија
(фото. Маркоска, 2017)**



**Слика бр. 2. Фотографија од експандиран перлит од Р Македонија
(фото. Маркоска, 2017)**

Позначајни локалитети и наоѓалишта во Република Македонија на перлит се наоѓаат околу селото Градешница, Мариовско. Големината им е доста различна и варира до неколку десетина метри. Други позначајни наоѓалишта се: Лузов говедарник, Шумовиот гребен и Церава полјана. Овој рудник порано бил експлоатиран, но денес не работи. Перлитот го има на Кожуф и во Мариовско. Единствено активно наоѓалиште во моментов за експлоатација на перлит е рудникот „Церова полјана“ во Мариово, Градешница. Од Геолошката карта на Република Македонија со размер 1:100 000 за секција (Витолиште), може да се видат дел од локациите каде се наоѓаат количините на перлит. Од геолошката карта се гледа дека тоа се локации на перлит што потекнува од вулканско седиментни карпи, кварцилациски агломерати и туфови. Главни компоненти на перлитот се кварц и фелдспат. По хемиски состав, перлитот одговара на составот на гранитот. Перлитот е неметална минерална суровина.

Во формирањето на ова вулканско стакло се вклучени голем број природни и геолошки фактори.



**Слика 3. Геолошка карта со назначена локација на изворот на перлит,
Извор: Геолошки завод**

**Picture 3. Geological map with designated location of the source of the raw
material perlite, Source: Geological Institute**

5.1.2. ХЕМИСКИ АНАЛИЗА НА СУРОВИНАТА ПЕРЛИТ

Во составот на магматските карпи учествуваат главно следниве оксиди: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O и K_2O , при што вкупниот масен удел на овие оксиди е поголем од 98 %. Околу 2 % се распределуваат меѓу TiO_2 , MnO , P_2O_5 , CO_2 , Cl и SO_3 , а тоа беше потврдено и хемиската анализа во овој докторски труд. За хемиските анализи беа земени количини за проби во прав од 5 до 10 g од секој примерок.



Слика 4. Проба во прав од перлит за хемиска анализа

Picture 4. Perlite powder for chemical analysis

Анализата на хемискиот состав на испитуваната минерална сировина перлит е прикажана во табелите 1 и 2. Сличен хемиски состав на перлит во своите истражувања прикажуваат и многу други автори (Herskovitch, et al., 1995; Uemura, et al., 1999; Jing, Fang, Liu, & Liu, 2011).

Во табела 1 е прикажан хемискиот состав на перлитот од регионот каде што се експлатира. По обработката на резултатите, добиените вредности за составот на перлитот се прикажани во табела 1.

Табела 1. Хемиски состав на перлит
Table 1. Chemical composition of Perlite

Оксиди/ Oxides	Масени проценти/ Mass percent [%]
SiO ₂	75,47
Al ₂ O ₃	12,77
Fe ₂ O ₃	0,94
CaO	0,61
MgO	0,10
Na ₂ O	3,04
K ₂ O	4,51
TiO ₂	0,20
Загуба на маса	2,36
Вкупно	100%

Врз основа на добиените резултати од испитувањата на хемискиот состав на суровината перлит, може да се заклучи дека содржината на SiO_2 во однос на останатите оксиди е доминантна и изнесува 75,47 %. Загубата на жарење претставува адсорбираната вода во материјалот, што изнесува 2,36 %. Суровината перлит има низок процент на Fe_2O_3 (0,94 %). Присуството на обоените метални оксиди е многу мала.

Табела 2. Хемиска анализа на перлит - елементи во траги
Table 2. Chemical analysis of perlite elements in traces

Присутни елементи во перлит	Учество во ppm
As	< 0,1
B	< 0,1
Cd	< 0,1
Cr	< 0,1
Cu	< 0,1
Mn	< 0,1
Ni	< 0,1
Pb	< 0,1
Zn	< 0,1

Од резултатите добиени со анализа на микроелементи во суровината перлит, може да се заклучи дека истиот содржи и ниски концентрации на As, Cd, Cr, Pb, Mn, Ni, Cu, Cr и B (табела 2). Елементот во траги може да биде дефиниран како некој елемент што е претставен во карпата во концентрации помали од 0.1 wt % (теж. %), што е помалку од 1 000 милионити делови (ppm).

Определувањето на хемискиот состав е од суштествено значење, бидејќи дава можност да се оцени изворот на елементи што се наоѓаат во самата суровина.

5.1.3 XRD - НА ПРИРОДЕН И ЕКСПАНДИРАН ПЕРЛИТ

Рендгенската дифракција (XRD) е една од најдобрите неструктивни методи за анализа на структурата на кристалните супстанции. Со употреба на XRD се добиваат:

- ❖ Квалитативни податоци (идентификација на некоја кристална супстанција);
- ❖ Се определува комплетна кристална структура;
- ❖ Се определуваат квантитативни податоци за составот на смеса од кристални супстанции.

Значајни инструментални податоци за анализа, преку кои се добиваат релевантни структурни параметри со XRD се:

- ❖ Местоположба на пикот;
- ❖ Интезитет на пикот;
- ❖ Широчината на пикот.

Двата анализирани обрасца XRD, на слика 5, покажуваат релативно мал број на дифракција на врвови. Тоа е индикатор за постоење на кристална фаза на најверојатно плагиокласти, обично со бела боја на фелдспат што се состои од алумосиликатите на натриум и/или калиум. Оваа фаза е многу честа појава во вулкански карпи. Споредувањето на шемата на две дифракции покажува дека трите пикови во центарот на $21,92^\circ$, $23,68^\circ$ и $27,75^\circ$ (2θ скала) припаѓаат на температурно стабилна фаза.

А-природен суров перлит

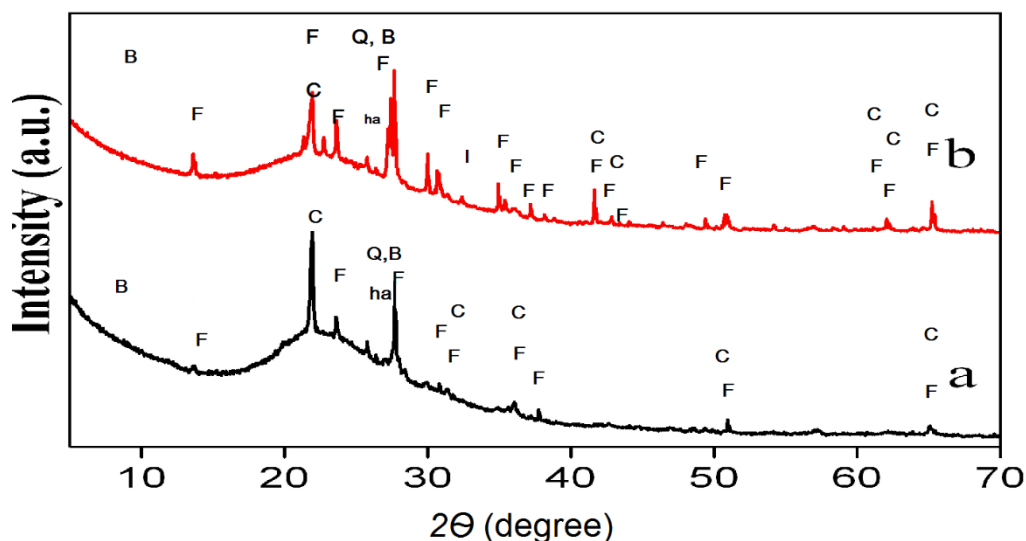
Од дијаграмот се гледа големо квалитативно учество на стаклеста аморфна маса во пробата (околу 50 %). Споредните акцесорните минерални фази имаат слабо интезивни рефлексии. Така, во пробата со шема, освен аморфна маса, со голема сигурност се детерминирани:

1. Фелдспат (веројатно Na и K од редот на Албит ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)). Ортоклас-микролин $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ Фелдспатите се означени со F.
2. Кристобалит е детерминиран и означен со C во дијаграмот.
3. Биотит (B) е сосема акцесорна минерална фаза, најверојатно присутна во трагови. Притоа, одредени рефлексии за истиот минерал се преклопуваат со рефлексииите на кварцот (Q) и фелдспатите (F), па поради тоа детерминацијата не е сигурна.
4. Кварцот (Q) е исложен на типична акцесорна констатација, само на база на многу слабо интезивни рефлксија од 3,35 A.
5. Илменит FeTiO_3 - (I).
6. Хлоропатитот (ha).

Б-експандиран перлит

Во дијаграмот се манифестира висока содржина на стаклеста аморфна маса (околу 50 %). И овде како и кај природниот перлит, детерминирани се следниве минерални фази:

1. Фелдспатит - (F) најверојатно од Na ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) од албитски и K (KAlSi_3O_8) ортоклази микролински тип. Според послабиот интезитет на d-вредности (рефлексии) на фелдспатите - (F) со $6,50 \text{ \AA}$, $3,19 \text{ \AA}$, $2,976 \text{ \AA}$, $2,919 \text{ \AA}$. Во експандираниот перлит, споредено со фелдспатите од природниот перлит, може да се заклучи дека најверојатно истите се нешто послабо застапени во експандираниот перлит.
2. Кристобалитите во експандираниот перлит се карактеризираат со повисоки интензивни рефлексии (особено $6,50 \text{ \AA}$) и $3,190 \text{ \AA}$ во однос на природниот перлит. Според претходно наведеното, може да се заклучи дека постои извесна зголемена содржина на кристобалит, споредено со истиот минерал во природниот перлит.
3. Кварцот (Q) е овде типична акцесорна минерална фаза.
4. Биотитот (B) е типична акцесорна со неизвесна детерминација.
5. Илменитот (FeTiO_3) преовладува од групата на типични акцесори од хипотетичка природа.



Слика. 5. XRD на суров и експандиран перлит
Picture 5. XRD on crude and expanded perlite

Легенда:

Минерали/Mineral	симбол	Хемиска формула/Chemical formula
(Na-K) Фелдспати (албит)(ортоклас) (микроклин)	(F)	$(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8) (\text{KSi}_3\text{O}_8) (\text{KSi}_3\text{O}_8)$
Кристобалит	(C)	Si_4O_8
Кварц	(Q)	Si_3O_6
Биотит (хипотетички)	(Bi)	$\text{NaCa}_2(\text{Al}_5\text{Si}_{19}\text{O}_{48})\times 17(\text{H}_2\text{O})$
Илменит (хипотетички)	(I)	(FeTiO_3)
Хлорapatит (хипотетички)	(ha)	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

5.1.4 СКЕНИРАЧКА ЕЛЕКТРОНСКА МИКРОСКОПИЈА НА ЕКСПАНДИРАН ПЕРЛИТ

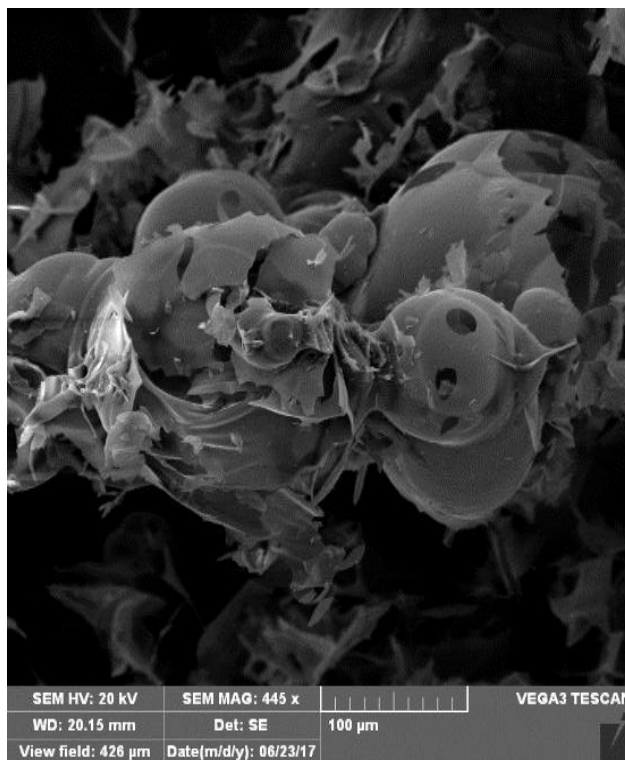
5.1.4.1 МИКРОСКОПСКИ ОПИС

Скенирање со електронски микроскоп (SEM) се базира на принципот на скенирање на површината на примерокот, линија по линија, со помош на електронски сноп со висока енергија. Скенирачка електронска микроскопија овозможува добивање на тридемензионална слика за површината и структурата на анализираниот објект. Скенирачкиот електронски микроскоп создава многу тесен (10 nm) сноп на електрони што полека се фокусираат и паѓаат од точка до точка по истражуваната површина. Тој примарен сноп на електрони удира во површината на препаратот (анализираниот), што е претходно прекриен со тенок слој на метал и како последица на тој удар настанува рефлексивна или емисија на електроните. Електроните што се рефлектирани потоа се собираат по пат на детектор, што понатаму ги пренесува до амплификаторот (засилувач) и други електронски системи. На крај, сигналот се проектира во катодната цевка (монитор), што како резултат има црно-бела слика. Добиените фотографии може лесно да се интерпретираат затоа што изгледаат како слика на предмет во макроскопскиот свет осветлен од горе, т.е. изгледаат онака како што изгледаат во нашето опкружување исполнети со силна светлина и сенки предизвикани од сончевата светлина. Скенирачката електронската микроскопија покажува само изглед на површината на анализираниот објект. Електронскиот сноп, во интеракција со атомите од кои е изграден даден примерок произведува сигнали што содржат информации за изгледот на површината на примерокот (топографија) и неговата структура. Информациите што можат да се добијат од SEM се: топографија - површински карактеристики на објектот, неговата текстура, морфологијата т.е. обликот на големината на честичките, како и хемискиот состав, односно елементите од кои е изграден анализираниот. Покрај тоа, можат со оваа техника да се добијат и голем број кристолографски информации.

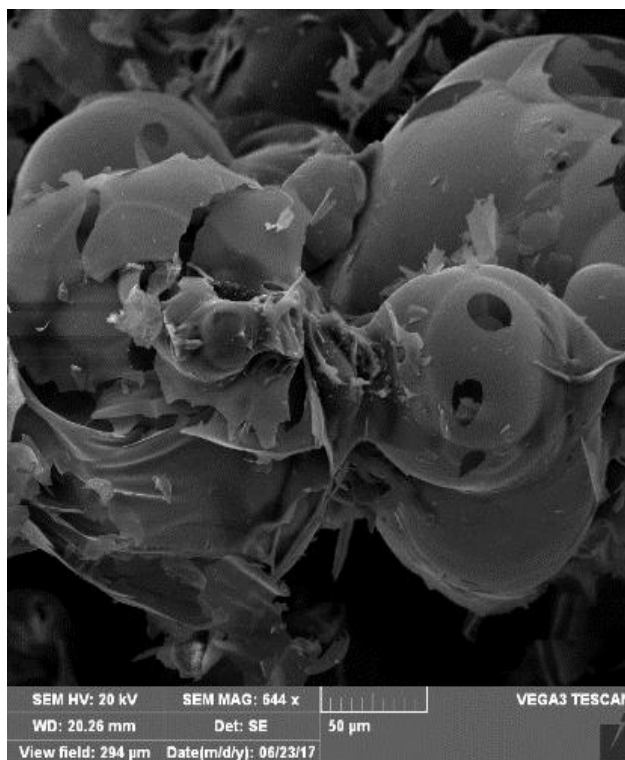
5.1.4.2. МОРФОЛОШКИ И МИКРОСТРУКТУРНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПЕРЛИТ

Од сликите што се снимени со помош на скенинг електронски микроскоп се гледа формирање на остри рабови со мазни, криви и шупливи површински текстури (слика 6ѓ). Покрај тоа, се забележуваат и фрагментирани површини што се состојат од неправилни мали парчиња, (слика 6 е, ж) што се генерирани за време на експанзија, кога перлитните честички се распаѓаат при одредена сила. Во процесот на експандирање, односно проширување, кај перлитот се формираат тенки ѕидови, како и добро формирани и заоблени меури (слика 6а) и (слика 6б). Сепак, во сликите доминира микроструктурата што ги опфаќа отворените пори и макропори, што се од надворешната страна на гранулата. Овие структури се гледаат како мали канали што формираат дебела мрежа (слика 6 б ,в, е) и затворени микропори како внатрешни шуплини што придонесуваат за висока порозност на овој материјал.

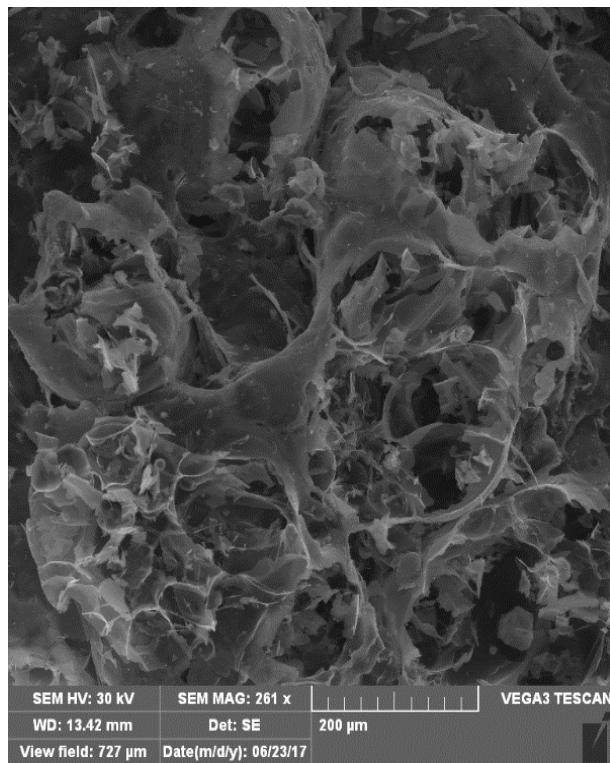
Според авторите (Sodeyama et al.,1999; Rotella and Simandl, 2003), намалувањето на перлитната вискозност резултира со формирање на т.н. клеточна структура. Секогаш кога се случува адекватно омекнување при процесот на експандирање, перлитните зрна насилно експлодираат и прикажуваат екстензивно морфолошки и микроструктурни промени. Микроморфолошките набљудувања сугерираат дека со адекватно проширување на аморфната фаза доаѓа до формирање на отворени пори, како мали канали што се здружиле во дебела мрежа и ги затвориле порите како изолирани клетки.



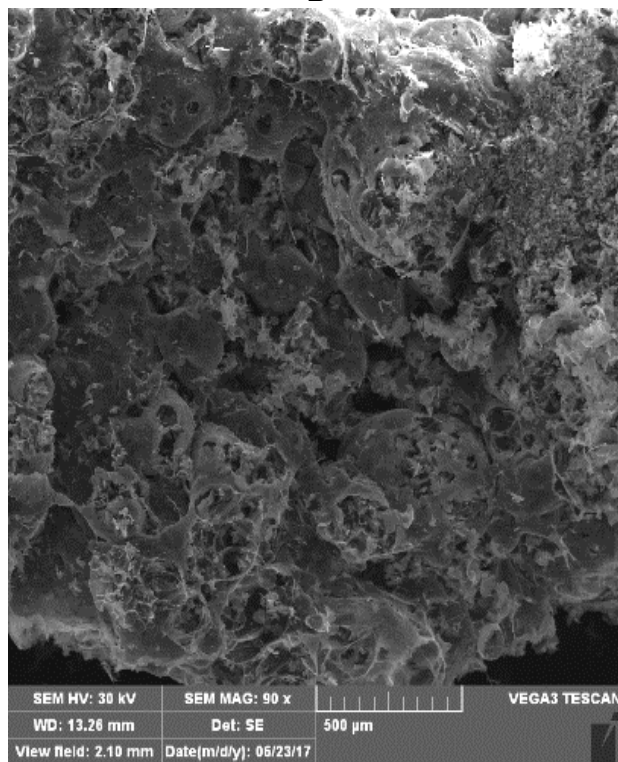
a



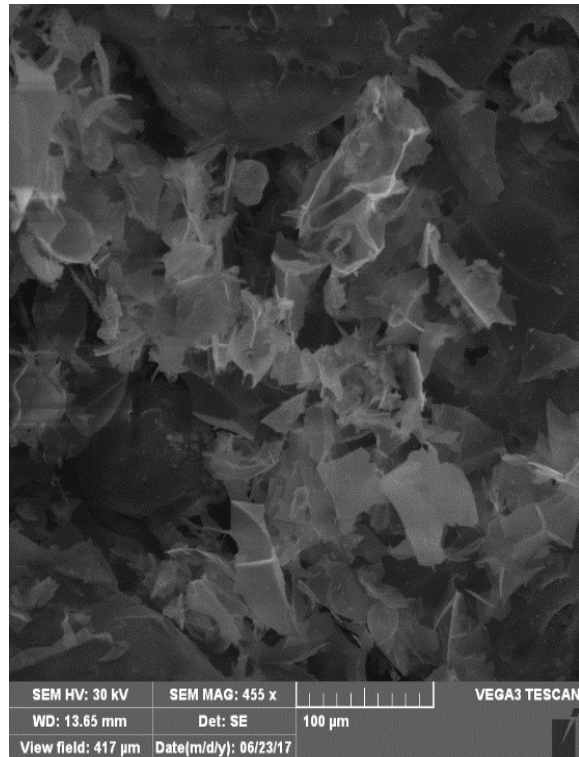
b



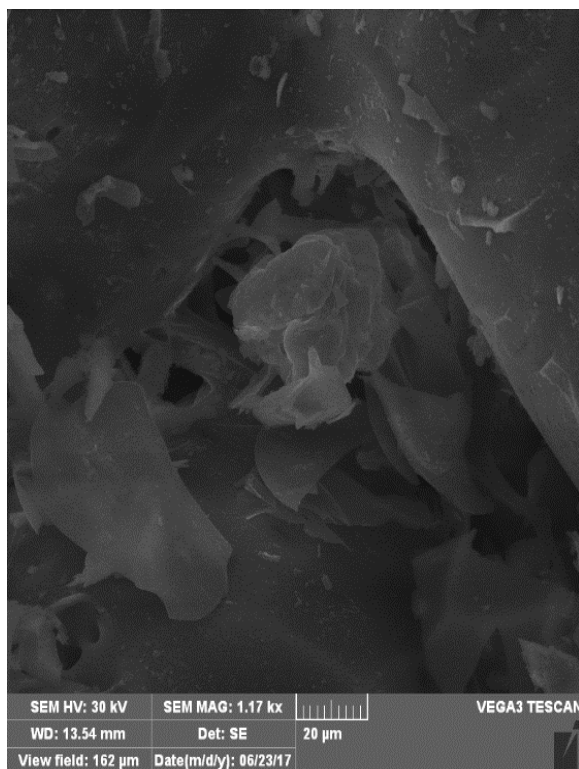
В



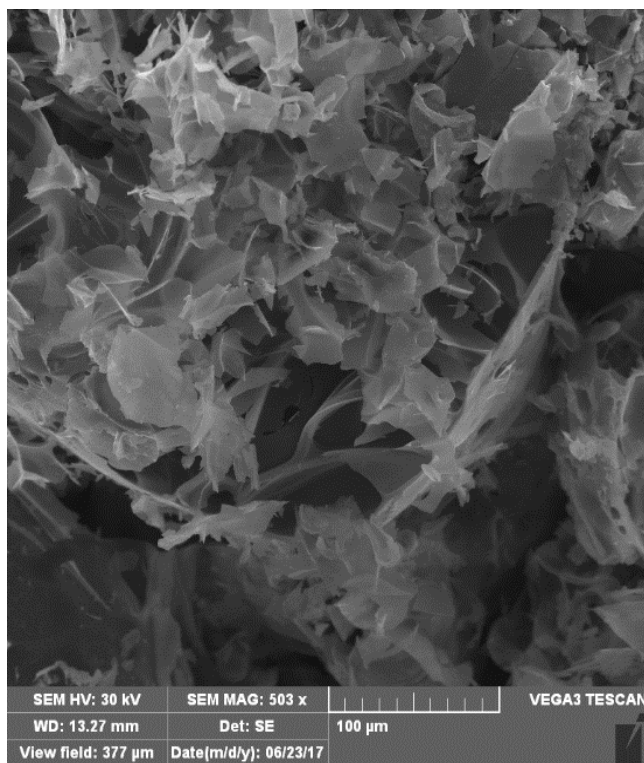
Г



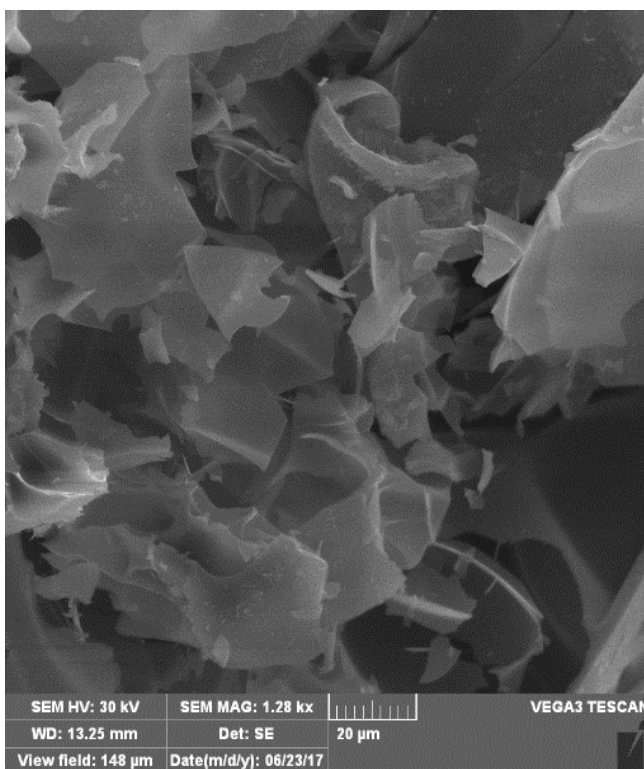
д



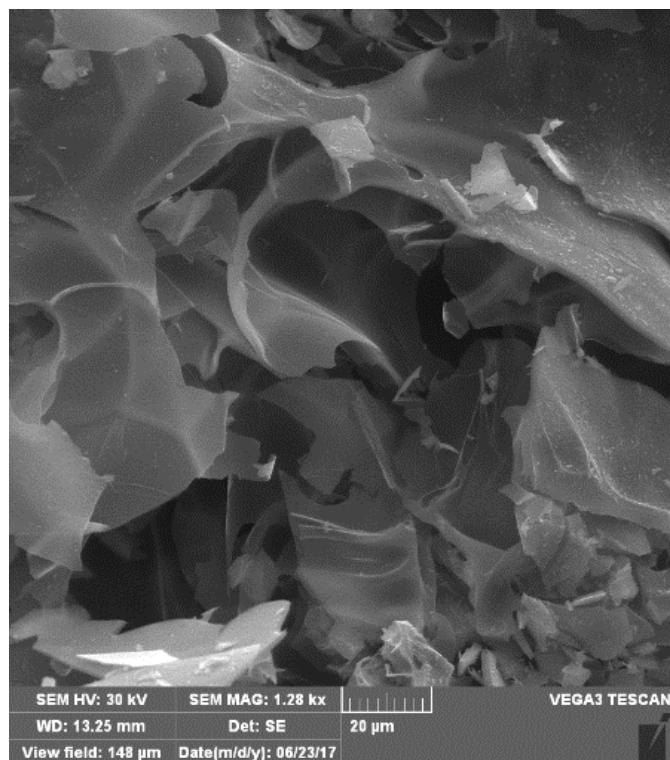
ѓ



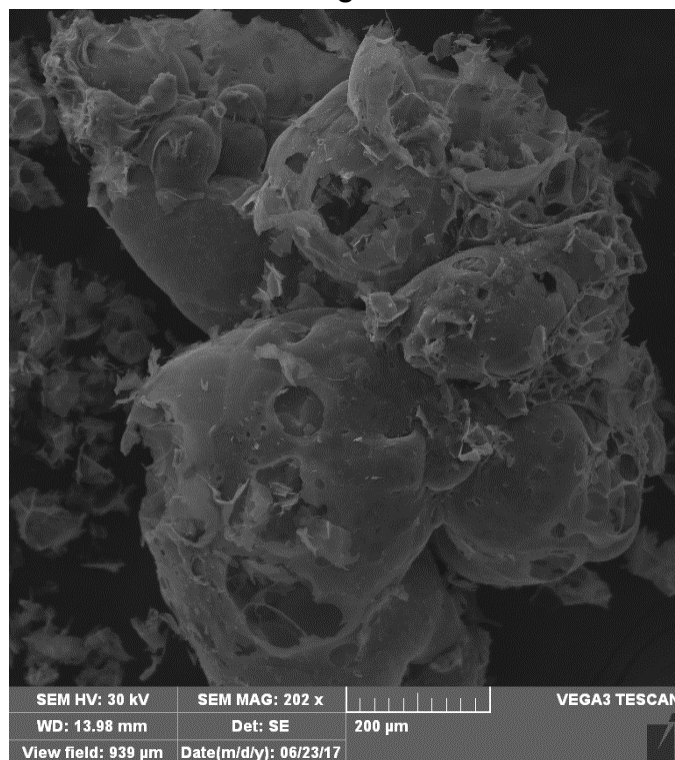
e



ж



3



S

Слика 6. Изглед на структура на експандиран перлит преку електронска снимка СЕМ-метод 6 (а) 100µm, 6 (б) 50 µm, 6 (в) 200 µm, 6 (г) 500 µm, 6 (д) 455 µm, 6 (ѓ) 20 µm, 6 (е) 100 µm, 6 (ж) 20 µm, 6 (з) 20 µm, 6 (с) 200 µm (фото. Лазарова, 2017)

Picture 6. Structure of expanded perlite structure by electronic SEM method 6 (a) 100µm, 6(б) 50 µm, 6(в) 200 µm, 6(г) 500 µm, 6(д) 455 µm, 6(ѓ) 20 µm, 6(е) 100 µm, 6(ж) 20 µm, 6(з) 20 µm, 6(с) 200 µm

5.1.5. Микроскопски испитувања на перлит со трансмисионо поларизациски метод

5.1.1.5.1. Микроскопски опис

Доставената проба беше во форма на крупни парчиња со големина на лешник. Пробата имаше сивкаста бела боја со присуство на темни дамки.

Микроскопски опис: препаратот беше анализиран на поларизационо микроскоп SM-POL, LETZ, Wetzlar Germany.

5.1.5.2. Микроскопските испитувања на перлит

Од микроскопските испитувања беше констатирано следново:

Во пробата има обилно застапена стаклеста аморфна (изотропна) маса кристобалит, како споредна минерална фаза, потоа фелдспат (илбит) како релативна почетна минерална фаза, додека кварцот е ретка фаза. Горенаведените минерални фази се определени со применет оптички метод.

Во препаратот има темни флекуви што асоцираат на опацифицирани рабови што беа детерминирани и со SEM-методот.

Стаклестата аморфна (изотропна) маса е врзана во главно за јајцевидно заоблени форми со низок релјеф и концентрирани пукнатини. Оваа маса е врзана за заоблени сфероидни форми со големина 0,1 - 0,20 mm. Необично за стаклеста маса е присуството на кристобалитски асоцијации карактеристични со низок релјеф со изотропен карактер. Ова укажува на кристобалит што е настанат како продукт на природни процеси при зголемени температури.

Кристобалитските минерални асоцијации се поврзани во извиткана форма. Во нивниот состав има (најверојатно) и опацифицирана супстанција и минерална фаза со слаб плеохроизам што личи на биотит, па поради тоа детерминацијата на овој минерал не е целосно сигурна.

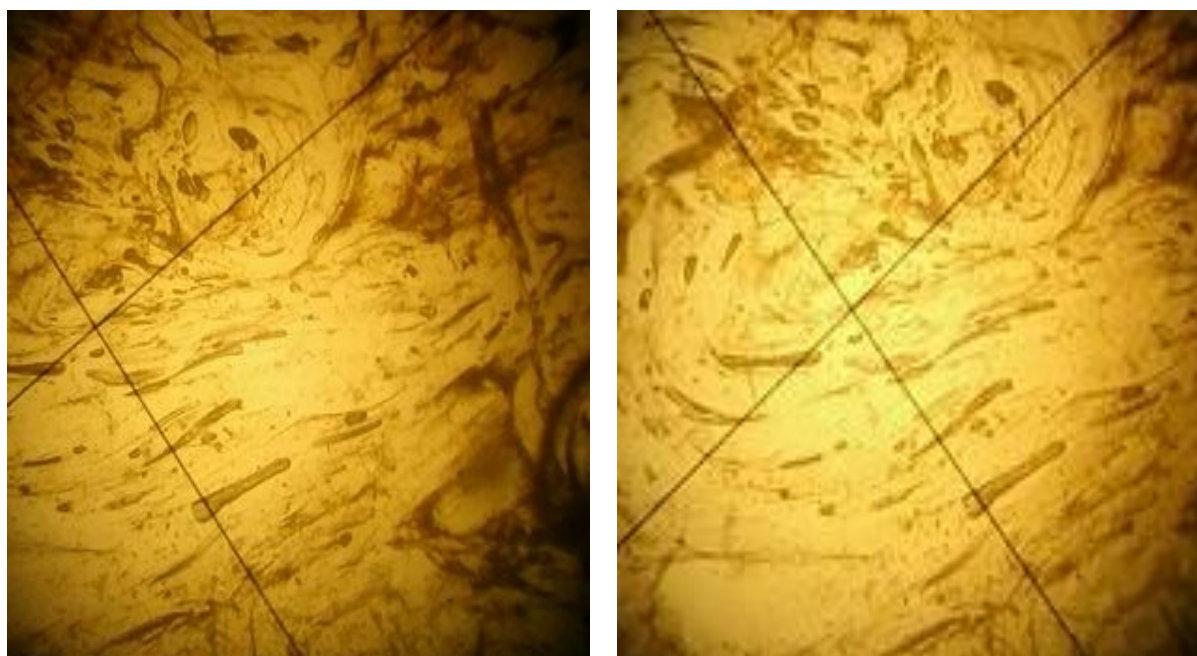
Во рамките на стаклесто-кристобалитската маса се забележуваат и ретки микролити од кварц. Овие микролити се со големина од 0,1, 0,2 и 0,4, а поретко до 1 mm и за нив се врзани некои опацифицирани флекуви (титанит, илменит). На едно место во препаратот има финокристаличен кварц со призматски и бипирамидални форми. Се работи за два кристала од близок кварц, со наведените прирамидални и призматски форми. Овие кристални форми се испресечени со некоја обоена опацифицирана супстанција што е детерминира

со SEM–методот. Фенокристалот е крупен со дијаметар од околу 0,5 mm до 0,6 mm.

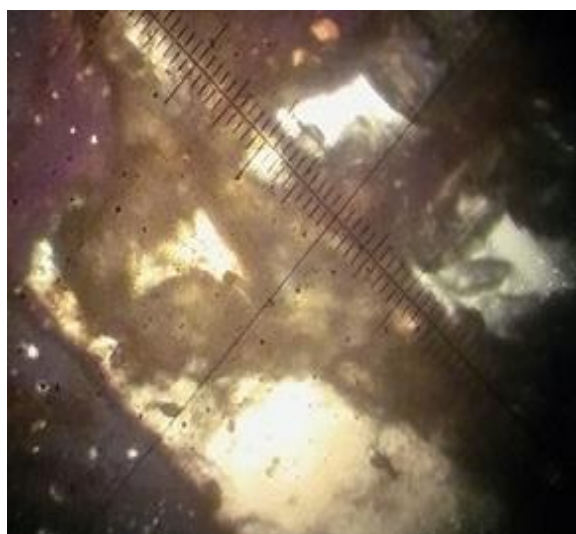
На едно тело во препаратот се гледаат полисинтетски близнаци од албит – олигоклас тип со должина од околу 1 mm и уште се испресечени со опацифицирана супстанција. Фелдспати не беа детерминирани во препаратот. Во препаратот се претпоставува акцесорно присуство на хлорапатитот (титанит, илменит).

5.1.5.3 Детерминација на експандиран перлит

При термички третман од 900 до 1 000 °C, перлитот изгледа значително бел. Од стаклестата опалова маса, на високи температури доаѓа до трансформација во кристобалит. Поради тоа, рефлексите на истиот минерал на рентгенограмот (за експандирана проба) се поинтензивни од истиот рефлекс во рентгенограмот од природната проба. Значи, имаме присуство на природна содржина на кристобалит кон која се дополнува извесно зголемена содржина на истата фаза (кристобалит), на основа на синтетичка база со термички третман на природната проба од 900 до 1 000 °C.



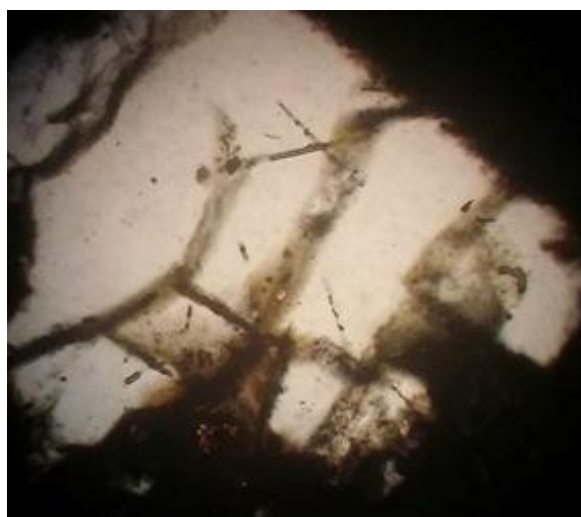
Слика 7. Трансмисиjsки фотографии од оптички микроскоп на суров перлит (типична перлитна структура) од 0,1 mm фото: (Маркоска 2018)
Picture 7. Transmission photographs of a crude perlite optical microscope (typical perlite structure) from 0.1mm foto by (Markoska 2018)



а



б



в

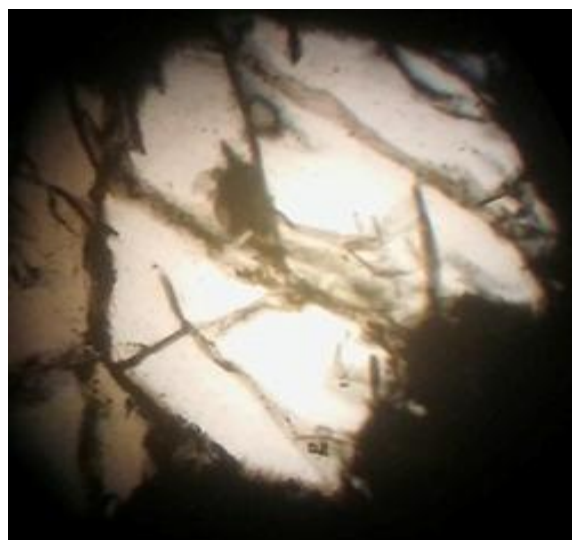


г

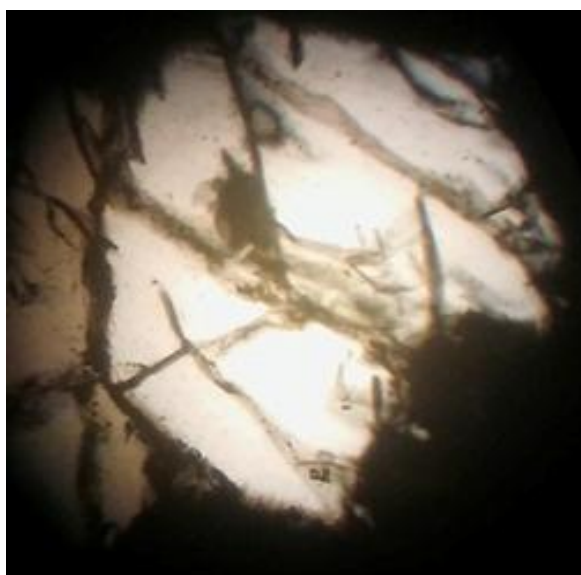
Слика 8. Трансмисиони фотографии снимени на оптички микроскоп на суров перлит (8а), (8б), (8в), (8г) од 0,1 mm (кристобалитски асоцијации со закривени пукнатини, придружени со опацифицирана супстанција)
фото: (Маркоска, 2018)



а



б



в



г

Слика 9. Трансмисија од оптички микроскоп на суров перлит 9а),
9б), 9в), 9г) 0,1 mm (полисинтетски близнаци на кисели албит-
олигоглас (плагиокласи) фото: (Маркоска, 2018)

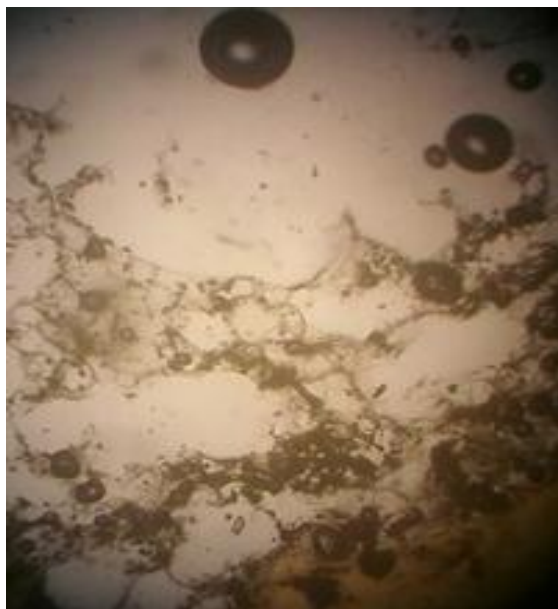


а

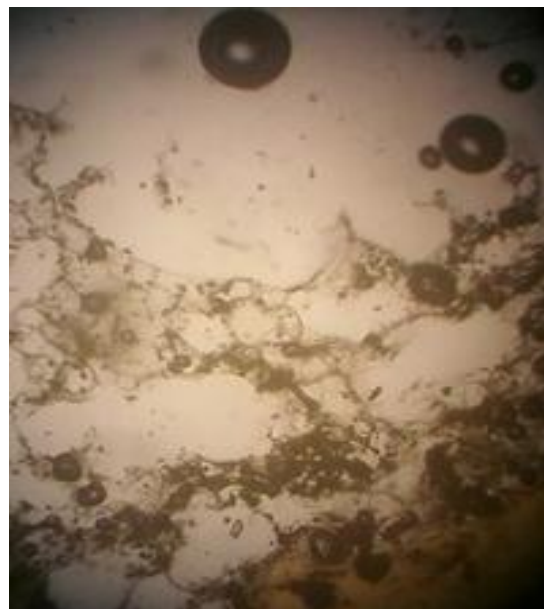


б

**Слика 10. Трансмисија од оптички микроскоп на суров перлит 10а), 10б), 10в), од 0,1mm. Близнаци двојници на кварц со испресечени неправилни пукнатини (со опацитизирани супстанции)
фото: (Маркоска, 2018)**



а



б

Слика 11. Трансмисија од оптички микроскоп на експандиран перлит (перлитна структура во експандирана проба) 11а) и 11б) од 0,1 mm, фото: (Маркоска, 2018)

5.1.6. Диференцијално термичка и термо–гравиметриска анализа

Диференцијално-термичката анализа (ДТА), се базира на компарација на термичките својства на испитуваниот примерок T_1 и референтен термички инертен материјал T_2 . Инструментот ја регистрира температурната разлика (ΔT) помеѓу испитуваниот примерок и референтниот материјал ($\Delta T = T_1 - T_2$), за време на загревање или ладење со константна брзина, при исти услови. Појавата на температурна разлика помеѓу испитуваниот и референтниот материјал е условена од промената на енталпијата на материјалот, а се јавува како последица на одвивањето на некој процес во него. Тие процеси се многубројни, а најчести се: дехидратација, дисоцијација, фазни трансформации, оксидација и редукција, топење, испарување, разложување на кристалната решетка и др. Овие трансформации се придружени или со ослободување, или со апсорбирање на топлина. Ендотермните ефекти настануваат како резултат на фазни трансформации, дисоцијација, дехидратација, редукција, додека пак, егзотермни ефекти настануваат при кристализација, оксидација и како резултат на некои процеси на разложување на материјалот итн.

Термичката анализа може да се користи за идентификација и за следење на промената на фазниот состав во текот на загревањето.

5.1.6.2. Термо-гравиметриска анализа (TGA)

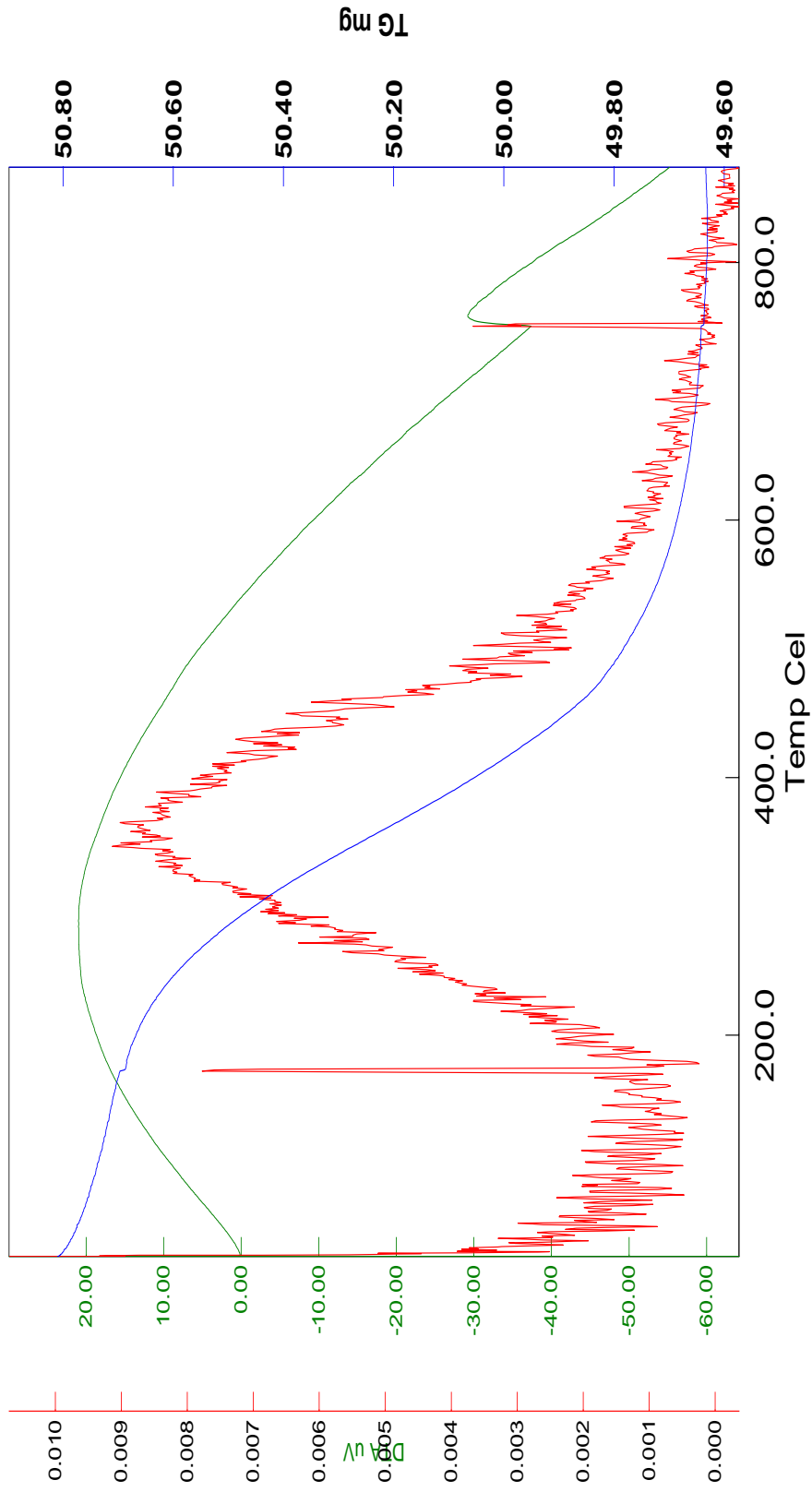
Термо-гравиметриската анализа (TGA) се базира на мерење на промената на масата на испитуваниот примерок при загревање или ладење. Температурите при кои се случуваат овие процеси (промена на маса) се карактеристични за секој минерал посебно и можат да послужат за негова идентификација, односно за квалитативна анализа на испитуваната суровина. Термо-гравиметриската анализа преставува погоден метод за следење на физичко–хемиските процеси на повисоки температури, при што доаѓа до промена на масата на испитуваниот примерок. Тоа најчесто се процеси на испарување, оксидација, редукција, дехидратација, дехидроксилација, дисоцијација и сл. Термо-гравиметриската анализа може да биде статичка и динамичка.

Со примена на термо-гравиметриската анализа, од регистрираните промени на маса во функција од температурата и времето може да се добијаат важни и прецизни податоци, како што се термичката стабилност на суровината, содржина на разни видови вода, температура на разложување, кинетика на реакцијата и сл.

Со детерминација на суровината перлит се добиени следните податоци, прикажани на слика 12.

TGA-кривата ја дава загубата на маса која изнесува 2,36 % (mol) и се совпаѓа со загубите на маса дадено на анализа од табела 1.

DTA-кривата е појавена од ендотермен ефект од 200 до 780 °C, резултира на загубата на водата што ја содржи во својата структура. Од 780 до 900 °C, појавен е егзотермен ефект што произлегува од трансформација на аморфниот перлит во мулит со кристална структура. DTG-кривата е функција од TGA и DTA-кривата и заедно ги дава резултатите.



Слика 12. ДТА, ТГА, ДТ на перлит
Picture 12. DTA, TGA, DT and perlite

5.1.1.7. СПЕКТРОСКОПИЈА

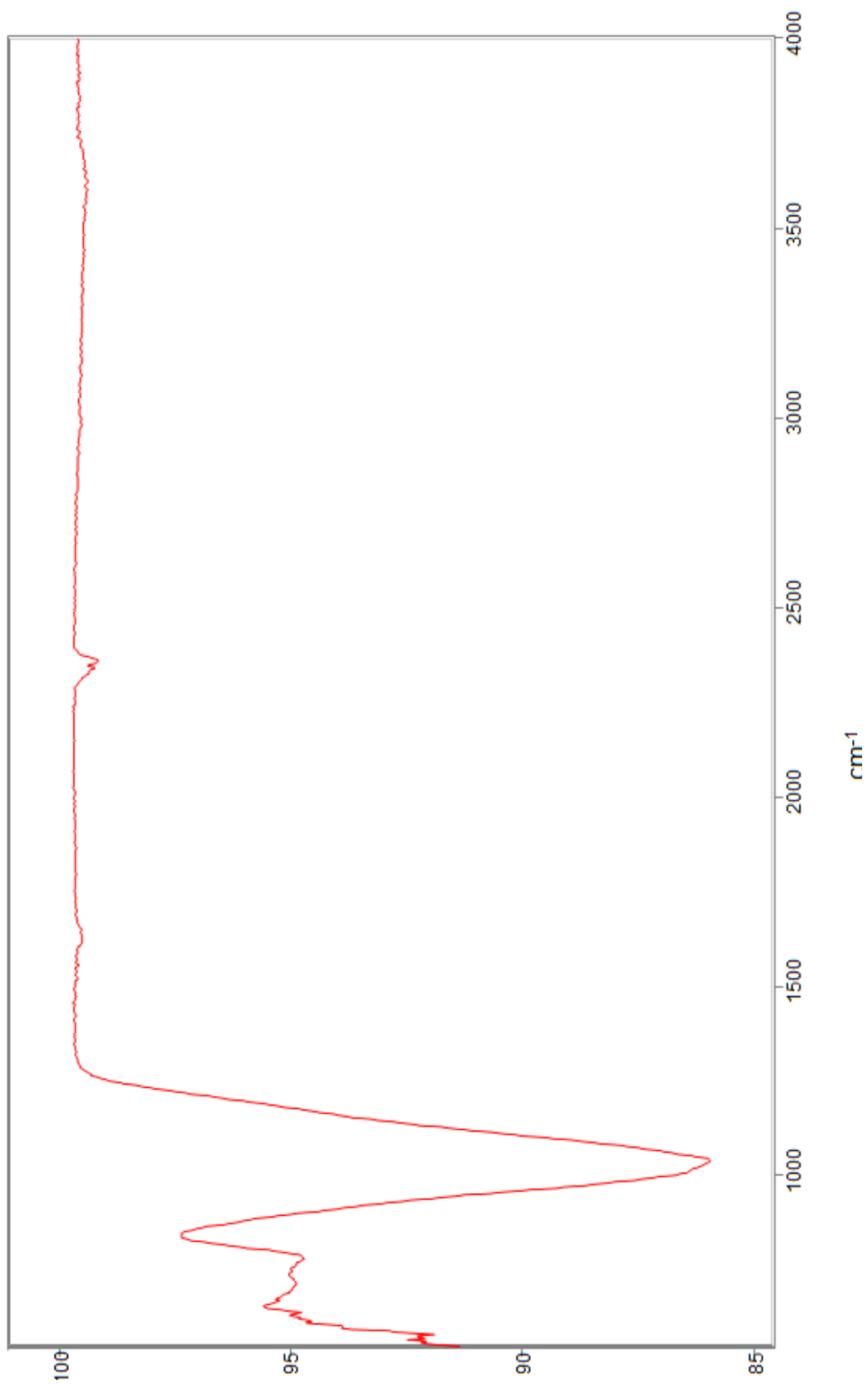
Молекулската спектроскопија ја проучува интеракцијата на електромагнетното зрачење со средината низ која поминува, не земајќи ги предвид хемиските ефекти што притоа можаат да настанат. При интеракција на електромагнетно зрачење (светлината) доаѓа до апсорпција, емисија или расејување. Инфрацрвената спектроскопија преставува мерење на апсорпцијата (или трансмисијата) на различни инфрацрвени фреквенции од примерок позициониран на патот на инфрацрвениот зрак, додека раманската спектроскопија е дел од молекулската спектроскопија, а се базира на нееластично расејување на светлината.

5.1.1.7.1. Инфрацрвена спектроскопија

Инфрацрвената спектроскопија е една од најчесто користените аналитички техники. Таа преставува мерење на апсорпцијата (или трансмисијата) на различни премини помеѓу вибрациските нивоа на некоја молекула што настануваат како резултат на апсорпција на светлината, а се јавуваат во средната инфрацрвена област на електромагнетното зрачење (од 400 до 4000 cm^{-1}).

FTIR–спектрометар

Инфрацрвените анализи се извршени со користење на Фурие трансформ инфрацрвена (FT–IR) спектрометрија и тоа: FT – IR Spectrum 100 Perkin Elmer со методот на пресувани KBr-таблети.



Слика 13. IR-спектар на перлит
Picture 13. IR-spectar and perlite

Од добиените резултати со асигнација на IR-спектар на перлит, прикажани на слика 13, констатирани се лентите појавени на следниве бранови должини cm^{-1} :

- ❖ На 400 cm^{-1} е појавена лента која не е јасно изразена и потекнува од присуство на плагиокласите.
- ❖ Во подрачјето од $2\ 200$ до $2\ 500 \text{ cm}^{-1}$ е појавена слабо изразена лента, резултат на вибрациите од хидроксилните групи.
- ❖ Во подрачјето 900 до $1\ 100 \text{ cm}^{-1}$ со максимум $1\ 000 \text{ cm}^{-1}$, лентата е изразена и потекнува од вибрациите на врската Si-O-Si.

5. 2. Карактеристики на флувијатилната почва, хидрогената црница и тресетот како супстрат

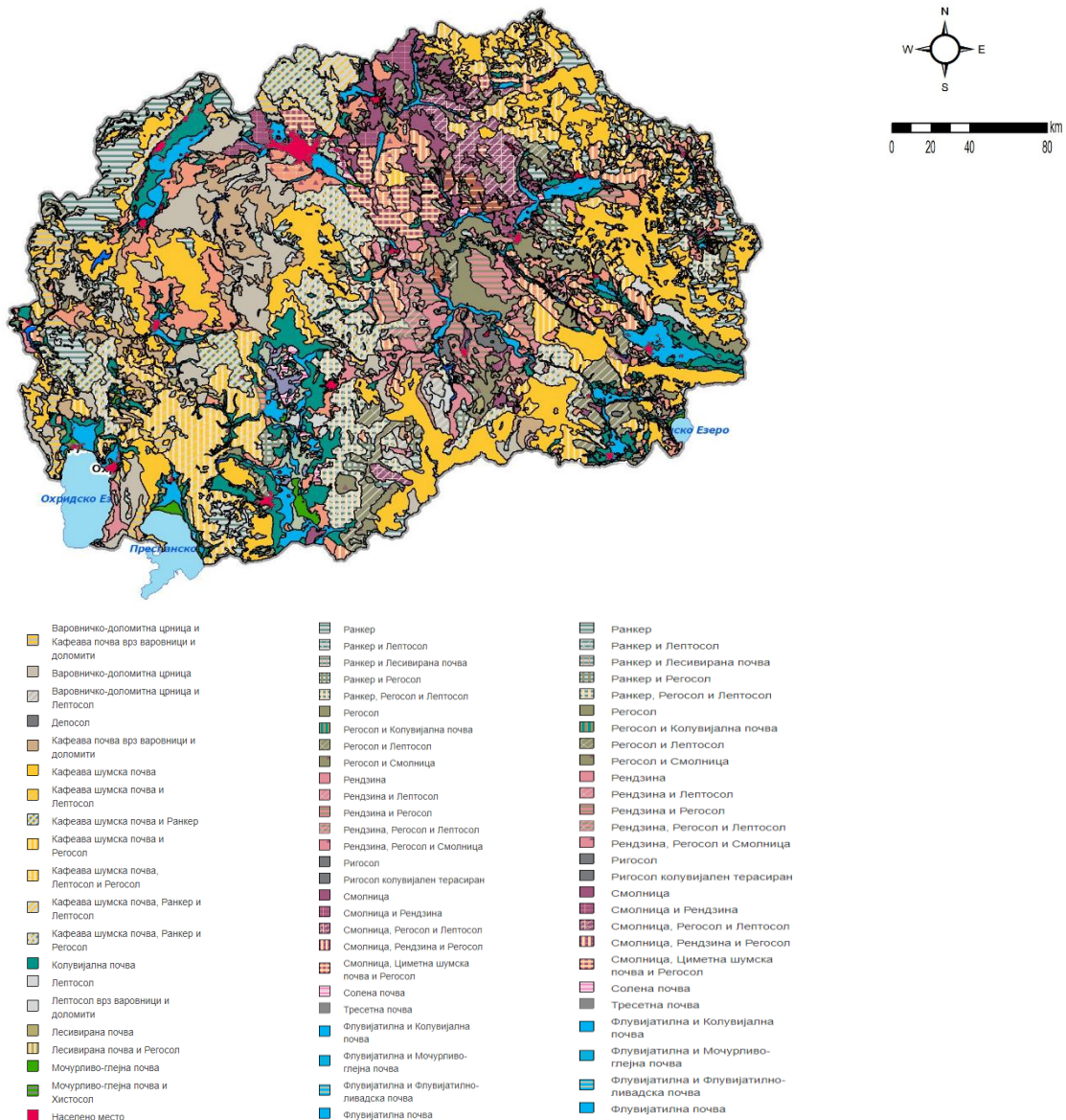
5. 2.1. Општи карактеристики на почвите

Почвата е важен дел на животната средина и претставува најдрагоцен природен ресурс без кој животот на човештвото, на растителниот и животинскиот свет е невозможен. Како дел од екосистемот, почвата претставува отворен систем каде што се врши постојана размена на материи и енергија со надворешната средина. Таа овозможува опстанок на живиот свет на нашава планета. На неа се произведува храна, во неа може да се складира и трансформира сончевата енергија, ги чува и штити генетските ресурси на скоро сите видови жив свет на нашава планета. Во иднина, почвата ќе стане уште позначајна. Секои 40 години, бројот на светската популација станува двојно поголем, а сè уште само 7 % од земјината површина е добра за земјоделско производство. Човекот стана најважен педогенетски фактор за почви, иако неговото влијание може да биде и позитивно и негативно, во зависност од тоа дали мерките преземени од човекот доведуваат до подобрување на својствата и плодноста на почвата. Квалитетната почва претставува и алатка за начините како почвата да се оцени. Секако дека за ова се користат различни индекси за квалитетот на почвата базирани на важните почвени својства (физички, хемиски, биолошки и морфолошки). Секое нарушување што на кој било начин го намалува квалитетот на почвата и нејзините функции подразбира преземање мерки во насока на конзервирање на почвата, односно зачувување на основните почвени процеси и својства. Добрата почва е основа за здрави растенија. Оптималните односи на вода,

воздух и хранливи материи ја прави самата почва поквалитетна и поплодна. Плодноста и продуктивноста во голема мера е во корелација со физичките својства, или пак, од физичката состојба на почвата, каде што човекот има и одлучувачка улога во процесот на искористување. Активностите треба да се насочат во правец на зачувување на поволните и подобрување на неповолните физички својства на почвата, како и пронаоѓање на нови алатки и механизми кон нивно подобрување.

Додавање на супстрати или подобрувачи на својствата на почвата (како на пример перлит) што се од природно потекло, има за цел да подобри некои од физичките и хемиските својства на почвата и да се создаде средина што ќе придонесе здрав раст на коренот и продуктивно производство. Ефективноста на супстратите во почвата е толку поголема колку што е опфатен поголем дел од почвата што е евентуално оштетен. Подобрата текстура на почвата и подобриот раст на коренот ја избегнува деградацијата на почвата за време на неповолни услови. Притоа, супстратите го поддржуваат и циклусот на хранливи материи што се користат за органски измени.

Подобрувањето на физичките и хемиските својства на почвите и супстратите со примена на перлит како неорганска природна суровина е комплексна и сложена проблематка.



www.masis.edu.mk

Слика 14. Почвена карта на Р Македонија
Picture 14. Soil map and R. Macedonia

5.2.2. Флувијатилна почва

5.2.2.1. Општи карактеристики

Името алувијален доаѓа од латинскиот збор alluvio што значи нанос. Во последно време се употребуваат имиња кои потекнуваат од латинскиот збор (fluvius) река. Ги среќаваме следните вакви имиња: флувиогена почва, fluvizem, fluvisol, fluent и сл. Во нашата најнова класификација се употребени повеќе термини: алувијална или флувијатилни почви (флувисоли). Според WRB 2016,

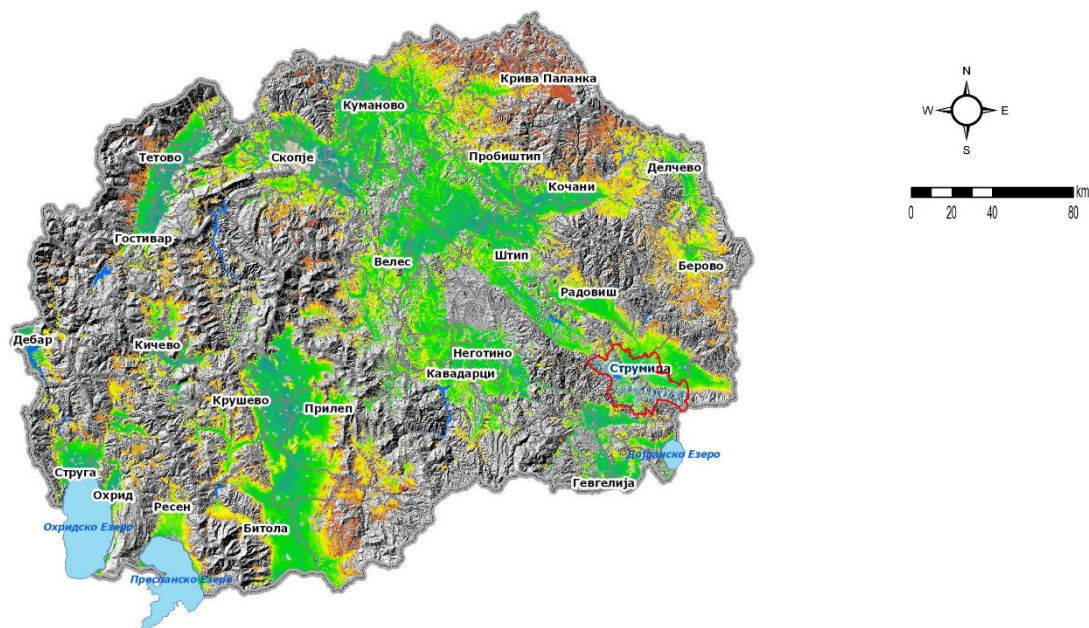
називот на овие почви е Fluvisol. Нивната вкупна површина на распространетост на целата површина на Земјата изнесува 316 милиони хектари: распространети се покрај реките и езерата, во делови и подрачја со рецентни морски наноси (Driessen M. P. et al., 2001). Познато е дека многу стари цивилизации се развивале врз алувијални почви покрај поголемите реки: Тигар, Нил, Еуфрат, Дунав, Рајна и др. Во нашата држава, алувијалните почви се распространети покрај поголемите реки и нивните притоки и на најниските рецентни езерски тераси на сите три езера. Нивната вкупна површина изнесува 120 207 ha. Со понови истражувања, покажано е дека оваа површина со алувијални почви изнесува 131 599 ha (Филиповски, 2015). Од податоците во 1955 година, до кога се испитувани, може да се заклучи дека најголеми површини од овие почви има во Пелагонија, додека повеќе од половината на нивната распространетост е во четири котлини: Пелагониска, Полошка, Струмичка и Скопска. Флувијатилните почви се рецентни (современи) речни или езерски наноси со слоеви, а можат да имаат и хоризонти (A) или (A)_p, па и G. Овие почви се дефинирани како рецентни речни (поретко езерски) наноси и се одликуваат со следниве карактеристики: а) се наоѓаат на длабочина поголема од 25 cm; б) содржат неразвиени или слабо развиени педогенетски процеси, со појава на неразвиен (иницијален) хоризонт (A); в) се карактеризираат со слоевитост и добра сортираност и заобленост на покрупните честичи; г) имаат мало количество органски материи што може неправилно да опаѓаат низ длабочина; д) најчесто се со можна појава на други додатни диференцирачки карактеристики што служат како критериум за поделба во поттипови и г) се наоѓаат со можно покривање на постари почви (Маркоски и сор, 2015).

5.2.2.2. Морфолошки својства

Овие својства се хетерогени што зависи од условите на пренос и таложење на материјалите, како и од еволуцијата кон други типови почви. Флувијатилните почви се одликуваат со добра сортираност и со појава на слоеви, што главно се разликуваат според текстурата. Можно е појава на пескливи или чакалести слоеви. Често немаат знаци на генетски хоризонти или се образува само хоризонт (A). Под влијание на подземните води, можна е појава на хоризонт G_{so} и G_r. Ако овие води се минерализирани, можна е акумулација на соли на површината и/или појава на алкализираниост

(влошување на структурата). Длабоки промени во профилот се можни со антропогенизација. Во дел од профилите се јавува двослојност (покриени мочурливо-глејни почви со алувијални, покриени колувијални почви со алувијални наноси).

На почвената карта е означена општината од каде што се проучени некои од својствата на флувијатилните почви.



www.masis.edu.mk

Слика 15. Карта на Р Македонија со обележана Општина Струмица
Picture 15. Soil map of R. Macedonia with a marked municipality of Strumica



Слика.15.а.
Флувијатилна почва
(алувијална)

Почвен тип:
Флувијатилна почва
(алувијална)
(Флувисол)
WRB, 2016 Soil tip
Fluvisol.
Локација: Струмица
Надморска височина:
230 m
Веgetација: градинарски
култури
Експозиција: јужна
GPS-координати
С.Г.Ш. 41⁰ 44' 63,72''
И Г Д. 22⁰ 67' 81,12''

5.2.2.3. Хемиски својства на флувијатилни (алувијални) почви

Хемиските својства на флувијатилните почви зависат од минералошко петрографскиот состав на наносите што ги таложи реката, како и од почетната појава на понатамошната еволуција. Содржината на хумусот кај овие почви варира, но најчесто во нив има од 1 до 3 % хумус. Поголем дел од флувијатилните почви содржат CaCO_3 . Тие се хетерогени и според својата реакција. Овие почви покажуваат висока плодност поради многу поволниот механички состав, со поволен однос помеѓу глината и песокот, влучувајќи ги и опишаните добри физички својства. Но, сите површини не се одликуваат со толку висока плодност. Во еден дел се јавуваат разни негативни појави што ја намалуваат плодноста на почвата. Таква појава е нерегулираниот воден режим во речниот слив. Таквиот режим е причина за однесување на плодните површини покрај коритото, за нанесување на неплодни наноси од песок и

чакал, за чести поплави и сл. Со појавата на песоклив слој или чакал, плитко под површината на почвата, се намалува физиолошки активниот слој на малата содржина на хумус, отсуство на стабилни микроагрегати, а понекогаш и недоволната количина на хранливи материи се пречки за добивање на уште повисоки приноси. Познавањето на овие негативни појави е од големо значење за изборот на соодветни мерки за зголемување на плодноста на почвата и за санирање на положбата на целиот речен слив. Со текот на годините, влијанието на човекот предизвикало длабоки промени во голем дел од алувијалните почви. Тие се користат со милениуми, за што говорат археолошките наоди. Својствата на алувијалните почви во голем степен зависат од својствата на наносот што го носи дадената река. Човекот индиректно и директно влијае врз овие почви (Филиповски, 1968). Во табелите 3 и 4 прикажани се хемискиот состав и елементарниот состав на почвената маса на флувијатилната почва која беше предмет на испитување во овој докторски труд.

Табела 3. Хемиски состав на флувијатилна почва
Table 3. Chemical composition of Fluvisol

Ред. бр No.	Длаб. Depth [cm]	Органска материја во [%] Organic mater in %	Вкупен азот Total N [%]	pH во H ₂ O	CaCO ₃ [%]
1.	0 - 30	1,62	0,11	7,03	0,00
2.	30 - 60	1,1	0,109	7,11	0,00
3.	60 - 90	1,14	0,007	7,18	0,00
4.	90 - 120	0,7	0,006	7,06	0,00

**Табела 4. Елементарен состав на почвената маса на
флувијатилната почва [%]**

Table 4. Elementary composition of Fluvisol soil [%]

Длаб./Depth [cm]	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
0-30	30,39	11,55	4,74	1,80	0,90	0,49	1,89	0,00

5.2.2.4 Физички својства на флувијатилни (алувијални) почви

Кога станува збор за физичките својства, флувијатилните почви се многу хетерогени според својот механички состав. Меѓу флувијатилните почви се јавуваат сите вариетети, од песокливи до глинести. Меѓутоа, тие најчесто се

песокливо-илести или илесто-песокливи. Во најголем број случаи, флувијатилните почви имаат добра порозност, поволен однос помеѓу капиларните и некапиларните пори, добро се аерирани и добро пропуштат вода.

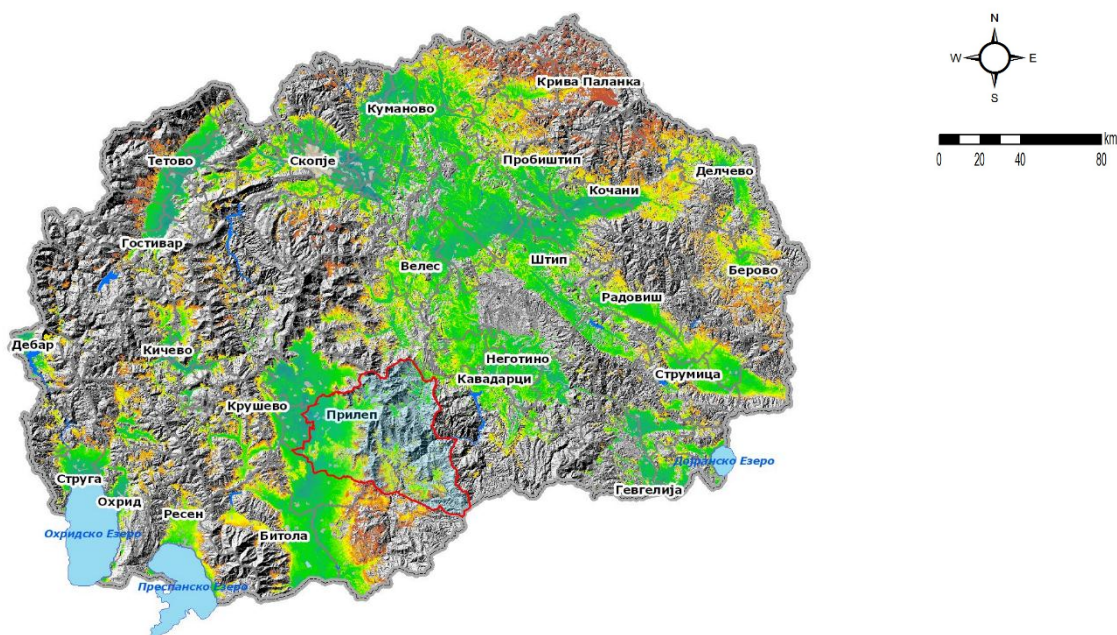
Табела 5. Механичкиот состав на флувијатилна почва
Table 6. Texture of fluvisiol

Ред. бр. /No	Длаб. depth [cm]	Скелет Coarse fragments	Крупен песок Coarse sand	Ситен песок Fine sand	Вкупен песок Total sand	Глина Clay	Прав Silt	Глина + прав Clay+Silt
		[%]						
1.	0 - 30	19,2	19,8	34,5	54,4	14,0	31,6	45,6
2.	30 - 60	14,1	7,8	44,9	52,7	12,2	35,1	47,3
3.	60 - 90	12,1	10,3	48,5	58,8	14,3	26,9	41,2
4.	90-120	10,2	11,4	51,1	62,5	10,8	26,7	37,5

5.2.3 Хидрогена црница (Глеисол)

Mollic Vertic Gleysol

За почвениот тип хидрогена црница е дадена следната дефиниција (Филиповски, 1974): тоа се такви хидроморфни почви што имаат темно обоен моличен хумусен хоризонт, со можни знаци за хидроморфизам. Хумусниот хоризонт најчесто има темносива до изразито црна боја, од каде што и потекнува и името. Од многу автори, овие почви се опишани и како смолници (ридски, ливадски и сл.). Овие почви се богати со глина и содржината на глина е висока, до над 40 % во хоризонт А. Пред да бидат означени како засебен почвен тип, тие се опишуваат како блатни, а делумно и како ливадски почви. Покриваат околу 40 000 хектари од почвите во Македонија. При влажнењето на овие почви за време на врнежниот период и по топењето на снегот, почвата се заситува со вода, привремено до површината. Површинските води имаат таложено фина тиња, па поради тоа голем дел од овие почви се глинести. Според Филиповски, 1980 покажано е дека глината се состои од монтморилонит и аморфни минерали, а помалку од илит. Поголемиот дел од овие почви е со лоши физички својства. На почвената карта е означена општината од каде што е проучена хидрогената црница.



www.masis.edu.mk

Слика 16. Карта на Р Македонија со обележана Општина Прилеп
Picture 16. Map of R. Macedonia with a marked municipality of Prilep

5.2.3.1 Морфолошки својства

Морфолошките својства на овие почви зависат од повеќе фактори: длабочината, осцилацијата и содржината на соли и кислород во подземните води. Супстратот со својот механички и минеролошки состав, како и со својата слоевитост остава длабок печат врз морфологијата кај овие почви. Профилите на нашите хидрогени црници можат да го имаат следниов редослед на хоризонтите: A/Gso-AC/ Gso-Gso-Gr, A-AC/ Gso –Gso-Gr, A-AC- Gso-Gr.



Слика.16.а.
Хидрогена црница

Почвен тип:

Хидрогена црница
WRB, 2016 Mollic Vertic
Gleysol.

Локација: с. Славеј -
Прилепско

Надморска височина:
310 m

Вегетација: пченка

Експозиција:

југоисточна

GPS-ординати

С.Г.Ш. 41⁰ 34' 11,86"

И Г Д. 21⁰ 29' 69,45"

5.2.3.2 Физички својства

Физички својства (водно-воздушниот режим) на овие почви зависат од механичкиот состав на супстратот и од минералошкиот состав (особено од содржината на монтморилонит), од содржината на хумус, како и од некои процеси што се од значење на физичките својства (препокривање со нови наноси, двослојност, алкализација и од влијание на човекот). Аерацијата, како важно физичко својство, од големо значење е за некапиларната порозност, што изнесува просечно околу 5 %. Тоа зборува дека почвата не е доволно аерирана кога е заситена до полски воден капацитет. Меѓутоа, штом влажноста ќе се намали под таа граница, аерацијата се подобрува и растенијата не страдат.

Табела 6. Механичкиот состав на хидрогена црница
Table 6. Texture of mollic vertic gleysol

Реден број/ No	Длаб./ depth [cm]	Скелет/ Coarse fragments	Крупен песок/ Coarse sand	Ситен песок/ Fine sand	Вкупен песок Total sand	Глина /Clay	Прав /Silt	Глина + прав/ Clay+ Silt
1.	0 - 30	3,72	17,28	18,82	36,1	42,1	21,8	63,9
2.	30 - 60	3,63	14,57	24,13	38,7	41,4	19,9	61,3
3.	60 - 90	3,27	11,55	19,95	31,5	47,5	21,0	68,5
4.	90 - 120	1,85	19,74	26,66	46,4	36,6	17,0	53,6

5.2.3.3 Хемиски својства

Хемиски својства на црниците се хетерогени. Тие се делумно наследени од супстратот и зависаат од неговиот механички и минералоски состав, а особено од карбонатноста. Хемиските својства зависат и од хидрогенизацијата и од интезитетот (акумулација на органските материји, карбонизација и декарбонизација, салинизација, алкализација, псевдоглејување, како и влијанието на човекот).

Табела 7. Хемиски состав на хидрогена црница
Table 7. Chemical composition of mollic vertic gleysol

Ред. бр./ No.	Длаб./ Depth [cm]	Органска материја [%] /Organic mater [%]	Вкупен азот/ Total N %	pH во H ₂ O	CaCO ₃ [%]
1.	0 - 30	1,88	0,117	7,31	0,00
2.	30 - 60	0,94	0,078	7,30	0,00
3.	60 - 90	0,51	0,006	7,50	0,00
4.	90 - 120	0,35	0,006	7,49	0,00

Табела 8. Елементарен состав на почвентата маса на хидрогената црница [%]

Table 8. Elementary composition of Mollic Vertic Gleysol [%]

Длаб./Depth [cm]	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
0 - 30	68,86	23,03	5,52	2,51	0,99	2,06	1,83	0,00

5.2.4. Општи карактеристики на тресет

Тресетот е хетерогена мешавина формирана на повеќе или помалку распаднат растителен (хумус) материјал, во влажни кисели услови и во отсуство на кислород. Неговата структура се движи од повеќе или помалку распаднати растенија, што се трансформира до фина аморфна, колоидна маса. Тресетот е најраспространет супстрат или медиум-компонента за одгледување на растенија. Најмногу се користи во хортикултурата, приближно 77 - 80 % од растечките медиуми, што се користи годишно во европската хортикултурна индустрија, претежно за одгледување на саден материјал, како и во саксиското одгледување (контејнери) како суровина за супстрати (Gruda, 2012; Gruda, 2005). Во 1960 година, тресетот како супстрат почнал да се користи и во градинарството за одгледување зеленчук Puustjarvi, V. (1973). Има различни видови тресет кои се разликуваат според нивниот степен на распаѓање (Handreck and Black, 2005; Handreck, K. 2011). Во зависност од тоа од што е создаден тресетот, постојат различни типови тресет, а тоа зависи главно од различните растителни видови, различните климатски услови, додека сите тие услови влијаат врз различните карактеристики на тресетот (Raviv et al., 2002).

Предностите на тресетот како супстрат ги проучувале повеќе автори. Според (Gruda, 2005a; Gruda, N., et al., 2006), тресетот ги има следниве карактеристики: релативна конзистентност, ниска содржина на хранливи материи, ниска рН-вредност, лесна тежина, голем обем на порите, добар воздушен капацитет, висок капацитет за одржување на водата, висок СЕС, стабилна структура, лесно складирање и можности за повторна употреба или рециклирање.

Авторот Von Post (1937) предложил класификација на тресетот врз основа на степенот на нивното распаѓање: светол, темен тресет и црн тресет. Колку е повисок степенот на распаѓање, толку е поголема рН-вредност на тресетот. Тресетот е многу порозен супстрат, со одличен воден капацитет и затоа се користи заедно со други супстрати. Во табелиа 9 прикажан е хемискиот состав на тресетот која беше предмет на испитување во овој докторски труд



Супстрат/Substrate: Тресет/peat

Органска материја/ Organic mater	68,50 %
Вкупен азот N/ total nitrogen	2,50 %
pH во H ₂ O / pH in H ₂ O	5,55

Табела 9. Елементарен состав на тресет [%]

Table 9. Elementary composition of peat [%]

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
0,51	2,09	1,73	7,51	0,24	0,029	0,005	0,01

5.3 РЕЗУЛТАТИ ОД ОПРЕДЕЛЕНИТЕ ФИЗИЧКИ СВОЈСТВА НА СУПСТРАТОТ ПЕРЛИТ, ФЛУВИЈАТИЛНАТА ПОЧВА, ХИДРОГЕНАТА ЦРНИЦА, ТРЕСЕТОТ И НИВНИТЕ ВАРИЈАНТИ ОД РАЗЛИЧНИ СООДНОСИ

Во табелите 10, 11, 12, 13, 14 и 15 се дадени резултати со средни вредности на истражуваните својства (вистинка, привидна фактичка густина, порозност, ретенциски воден капацитет, водна и воздушна порозност, водопропустливост, физиолошка достапна влага) кај супстратот перлит, супстратот тресет, флувијатилната почва и кај почвата хидрогена црница, како и кај нивните варијанти во различни соодноси.

5.3.1. ГУСТИНА НА ПОЧВЕНИТЕ ТИПОВИ И СУПСТРАТИТЕ (ВИСТИНСКА И ПРИВИДНА ФАКТИЧКА ГУСТИНА)

5.3.2. Вистинска густина (ρ) [g/cm^3]

Во табела 10 се дадени резултати со средни вредности за вистинската густина (ρ) g/cm^3 кај перлитот и флувијатилната почва со нивните варијанти во различни соодноси. Кај супстратот перлит, вистинската густина е со средна вредност $0,83 \text{ g}/\text{cm}^3$. Просечната вредност на вистинската густина кај флувијатилна почва изнесува $2,47 \text{ g}/\text{cm}^3$. Во варијантата во сооднос П20/Аа80, вредноста на густината е $1,54 \text{ g}/\text{cm}^3$. Во сооднос П30/Аа70, вистинската густина изнесува $1,25 \text{ g}/\text{cm}^3$, а во варијантите од сооднос П50/Аа50, вистинската густина е $0,98 \text{ g}/\text{cm}^3$. Вистинската густина е $0,89 \text{ g}/\text{cm}^3$ во соодносот П70/Аа30, а кај варијантата од сооднос П80/Аа20, вистинската густина изнесува $0,87 \text{ g}/\text{cm}^3$.

Кај истражуваниот почвениот тип хидрогена црница во табела 11, вистинската густина е со висока просечна вредност од $2,76 \text{ g}/\text{cm}^3$. Во соодносот П20/Аа80, вистинската густина има средна вредност $2,39 \text{ g}/\text{cm}^3$. Во мешавината од сооднос П30/Аа70, вистинската густина е со средна вредност од $2,18 \text{ g}/\text{cm}^3$. Кај варијантата во сооднос П50/Аа50, вистинската густина е со средна вредност $1,80 \text{ g}/\text{cm}^3$, кај варијантата од соодносот П70/Аа30 е со средна вредност $1,41 \text{ g}/\text{cm}^3$, и кај варијантата во соодносот П80/Аа20 има средна вредност $1,23 \text{ g}/\text{cm}^3$.

Од анализираните примероци кај тресет и перлит во табела 12 може да се види дека тресетот има вистинска густина со средна вредност од $1,20 \text{ g}/\text{cm}^3$.

Перлитот има вистинска густина средно $0,83 \text{ g/cm}^3$. Во останатите соодноси Т20/П80, вистинската густина е со средна вредност $0,87 \text{ g/cm}^3$, кај Т30/П70 е со средна вредност $0,94 \text{ g/cm}^3$, а кај А80/П20 е со средна вредност $1,23 \text{ g/cm}^3$. Комбинацијата Т70/П30 има средна вредност за вистинската густина од $1,09 \text{ g/cm}^3$, а Т50/П50 се карактеризира со средна вредност $1,02 \text{ g/cm}^3$.

5.3.3. Привидна густина

Од презентираниите податоци од табела 10, привидна густина (ρ_p) g/cm^3 кај флувијатилната почва е со средна вредност $1,49 \text{ g/cm}^3$. Привидната густина кај перлит е со средна вредност $0,33 \text{ g/cm}^3$. Во соодносот П20/Аа80, привидната густина има средна вредност $1,05 \text{ g/cm}^3$. Во мешавината од сооднос П30/Аа70/, привидната густина е со средна вредност од $0,83 \text{ g/cm}^3$. Кај варијантата во сооднос П50/Аб50, привидната густина е со средна вредност $0,61 \text{ g/cm}^3$, додека кај варијантата од соодносот П70/Аб30 е со средна вредност $0,52 \text{ g/cm}^3$, а кај варијантата во соодносот П80/Аб20, привидната густина има средна вредност $0,47 \text{ g/cm}^3$.

Во табела 11 се дадени резултатите со средни вредности за привидната густина (ρ) g/cm^3 кај перлитот и почвата хидрогена црница со нивните варијанти во различни соодноси. Кај супстратот перлит, привидната густина е со средна вредност $0,33 \text{ g/cm}^3$. Просечната вредност на привидната густина кај хидрогена црница изнесува $1,36 \text{ g/cm}^3$. Во варијантата во сооднос П20/Аа80, вредноста на густината е $1,15 \text{ g/cm}^3$. Во сооднос П30/Аа70, привидната густина изнесува $1,05 \text{ g/cm}^3$. Во варијантите од сооднос П50/Аа50, привидната густина е $0,85 \text{ g/cm}^3$. Во соодносот П70/Аа30, привидната густина е $0,64 \text{ g/cm}^3$ и кај варијантата од сооднос П80/Аа20, привидната густина изнесува $0,54 \text{ g/cm}^3$.

Од анализираните примероци кај тресет и перлит, во табела 12 може да се види дека тресетот има привидна густина со средна вредност од $0,47 \text{ g/cm}^3$. Перлитот има вистинска густина средно $0,33 \text{ g/cm}^3$. Во останатите соодноси П20/Т80, привидната густина е со средна вредност $0,44 \text{ g/cm}^3$, кај П30/Т70 е со средна вредност $0,43 \text{ g/cm}^3$, а кај П50/Т50 е со средна вредност $0,40 \text{ g/cm}^3$. Комбинацијата П70/Т30 има средна вредност за привидна густина од $0,37 \text{ g/cm}^3$, а П80/Т20 се карактеризира со средна вредност - $0,36 \text{ g/cm}^3$.

5.3.4. Водопропустливост (движење на водата)

Во табелите 10, 11 и 12, даден е приказ на податоците за водопропустливост KSAT [mm/h] на различни тестирани почви измешани со перлит, како и тресет измешан со перлит. Водопропустливоста кај перлитот е со средна вредност од 145 mm/h. Тресетот има водопропустливост со средна вредност од 105,76 mm/h. Хидрогената црница има водопропустливост со средна вредност од 1,74 mm/h. Флувијатилната почва има средна вредност за водопропустливост од 15,70 mm/h. Сите резултати од останати мешавини со почва перлит и тресет во најразлични соодноси се дадени во табелите 10, 11 и 12.

6.1.5. Физиолошка достапна влага

Добиените резултати од физиолошки достапната вода се презентирани во табела 10. Кај перлитот, физиолошка достапна влага е со средна вредност од 31,70 %. Додека кај флувијатилниот тип на почва е добиена вредност од 4,81 во соодносот П20/Аа80, со средна вредност 10,19. Во соодносот П30/Аа70, физиолошката достапна влага е со средна вредност од 12,88 %. Физиолошки достапната влага е со средна вредност 18,23 % во соодносот Аа50/П50. Во соодносот П70/Аа30 е со добиена средна вредност од 23,63 %, а пак, во соодносот П80/Аа20 е со добиена средна вредност од 26,32 %.

Табела 11 ги презентира анализите на својствата на физиолошки достапната влага кај хидрогената црница и перлитот. Кај почвата физиолошката достапна влага е со средна вредност од 14,45 %. А кај перлитот од 31,70 %. Во соодносот П20/Аб80 е со средна вредност 17,90 %, а пак во соодносот П30/Аб70 е со средна вредност од 19,63 %. Физиолошки достапна влага со средна вредност 23,07 % е застапена во соодносот П50/Аб50, додоека во соодносот П70/Аб30 истата изнесува 26,53 %. Во сооднос П80/Аб20, физиолошка достапна влага со средна вредност од 28,25 %.

Анализирани се својствата на физиолошки достапната вода кај супстрат тресет. Од табелата 12 може да се види дека тресетот има висока физиолошки достапната вода со средна вредност од 51,72 %. Исто така и перлитот е со висока физиолошка достапна влага. Во соодносот П20/Т80 со средна вредност 47,72 % и во соодносот П30/Т70, физиолошки достапната влага е со средна

вредност од 45,71 %. Физиолошки достапна влага со средна вредност 41,71 % забележуваме во соодносот П50/Т50, а во соодносот П70/Т30 истата изнесува 37,70 %. Во соодносот П80/Т20, физиолошки достапната влага изнесува средна вредност 35,71 %.

Табела 10. Физички својства на супстрат перлит и флувијатилна почва
Table 10. Physical properties of perlite substrate and fluvial soil

	n	Достапна влага / available water storage [%]		Водопропустливост / watertightness KSAT [mm/h]		Вистинска густина / Real density ρ [g/cm ³]		Привидна густина / Bulk density ρ_p [g/cm ³]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-Перлит	3	31,70	1,24	145,58	1,19	0,83	0,01	0,33	0,01
Аа-Почва	3	4,81	0,02	15,70	1,10	2,47	0,02	1,49	0,05
П80/Аа20	3	26,32	0,41	119,62	0,94	0,87	0,02	0,47	0,03
П70/Аа30	3	23,63	2,12	106,62	1,08	0,89	0,03	0,52	0,02
П50/Аа50	3	18,23	0,02	80,64	1,12	0,98	0,02	0,61	0,03
П30/Аа70	3	12,88	0,33	54,66	1,01	1,25	0,01	0,83	0,06
П20/Аа80	3	10,19	0,68	41,68	0,89	1,54	0,04	1,05	0,03

Табела 11. Физички својства на супстрат перлит и хидрогена црница
Table 11. Physical properties of perlite substrate and mollic vertic gleysol

	n	Достапна влага / available water storage [%]		Водопропустливост / watertightness KSAT [mm/h]		Вистинска густина / Real density ρ [g/cm ³]		Привидна густина / Bulk density ρ_p [g/cm ³]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-Перлит	3	31,70	1,24	145,58	1,19	0,83	0,01	0,33	0,01
Аб-Почва	3	14,45	2,01	1,74	1,04	2,76	1,52	1,36	1,54
П80/Аб20	3	28,25	1,73	116,81	1,31	1,23	1,02	0,54	0,49
П70/Аб30	3	26,53	2,15	102,43	0,86	1,41	1,11	0,64	0,44
П50/Аб50	3	23,07	0,97	73,66	1,07	1,80	0,01	0,85	0,01
П30/Аб70	3	19,63	1,53	44,89	1,57	2,18	0,09	1,05	0,02
П20/Аб80	3	17,90	1,52	30,52	1,56	2,39	1,57	1,15	1,10

Табела 12. Физички својства на супстрат перлит и супстрат тресет
Table 12. Physical properties of perlite substrate and peat

	n	Достапна влага / available water storage [%]		Водопропустливост / watertightness KSAT [mm/h]		Вистинска густина / Real density ρ [g/cm ³]		Привидна густина / Bulk density ρ_p [g/cm ³]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-Перлит	3	31,70	1,24	145,58	1,19	0,83	0,01	0,33	0,01
Т-Тресет	3	51,72	2,58	105,76	1,01	1,20	0,04	0,47	0,02
П80/Т20	3	35,71	0,55	137,61	1,19	0,90	0,06	0,36	0,06
П70/Т30	3	37,70	0,61	133,64	0,75	0,94	0,04	0,37	0,02
П50/Т50	3	41,71	0,74	125,67	1,20	1,02	0,10	0,40	0,03
П30/Т70	3	45,71	0,86	117,71	1,09	1,09	0,03	0,43	0,04
П20/Т80	3	47,72	1,11	113,73	1,24	1,23	0,03	0,44	0,05

Во табела 13 се прикажани резултатите од мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз вистинската и привидната густина, како и на достапната влага и водопропустливоста.

Сите статистички модели за влијанието на варијантите и различниот сооднос на перлит и флувијатилна почва, перлит и тресет и перлит со почва водородна црница во соодветните варијанти, како и интеракцијата на варијантата и соодносот врз правата, привидната густина, достапната влага и водопропустливоста, покажаа висока статистичка значајност ($p < 0,001$).

Според добиените резултати од статистичкиот модел, варијантите покажаа високо статистички значајно влијание врз вистинската и привидната густина, достапната влага и водопропустливоста ($p < 0,001$). Влијанието на различните соодноси во самите варијанти, исто така покажаа високо статистички значајно влијание врз вистинската густина, достапната влага и водопропустливоста ($p < 0,001$), додека немаше статистички значајно влијание врз привидната густина. Помало статистичко значење на различните соодноси во самите варијанти покажа привидната густина ($p < 0,05$). Интеракцијата на варијантите и соодносот покажа високо статистички значајно влијание ($p < 0,001$) врз достапната влага и водопропустливоста, додека немаше статистички значајно влијание врз вистинската и привидната густина.

Табела 13. Мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз правата, привидната густина, достапната влага и водопропустливоста
Table 13. Multivariate general linear model for the influence of variants, various ratios within the variants and their interaction on available water storage, watertightness, ρ , ρ_p

Параметри / Parameters	Извор на варијација / Source of variation									
	Модел / Model		Варијанта / Variants		Сооднос / Ratios		Варијанта x сооднос / Variants x ratios		Грешка / Error	
	df	F	df	F	df	F	df	F	df	варијанса / variants
^a Достапна влага [%]	21	1497,696***	2	2411,874***	6	37,178***	12	117,566***	42	1,761
^b водопропустливост KSAT [mm/h]	21	24604,877***	2	12877,755***	6	9582,684***	12	932,226***	42	1,299
^c Real density ρ [g/cm ³]	21	19,634***	2	9,707***	6	5,644***	12	0,951	42	0,337
^d Bulk density ρ_p [g/cm ³]	21	8,8716***	2	6,578***	6	3,508	12	0,596	42	0,191
^a R ² = 0,910; ^b R ² = 0,881; ^c R ² = 0,841; ^d R ² = 0,828;										

***статистички значајно на ниво $p < 0,001$; **статистички значајно на ниво $p < 0,01$; *статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Вредноста за R^2 во сите четири статистички модели беше релативно висока. Ова значи дека поголемиот дел од варијантата за вистинската, привидната густина, достапната влага и водопропустливоста може да се објасни преку изворите на варијација што се вклучени во моделот. Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од достапна влага во зависност од варијантата се прикажани во табела 14. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од достапна влага постои меѓу сите варијанти. Притоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности на достапната влага беше утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет што изнесува 27,88.

Табела 14. Тестирање на разликите на средните вредности од достапна влага меѓу варијантите
Table 14. Testing the differences of the mean values of available water storage between the variants

Достапна влага [%] available water storage [%]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	27,88*	-9,05*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	18,83*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 15. Тестирање на разликите на средните вредности од достапна влага зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 15. Testing the differences of the mean values available water storage depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Достапна влага [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-2,41*	0,38	0,88	0,55	-5,89*	2,15*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	2,79*	3,29*	2,96*	-3,48*	4,56*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	0,49	0,17	-6,27*	1,77
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-0,33	-6,77*	1,28
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-6,44*	1,60
Перлит					1	8,04*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Во табела 15 беше забележителна статистички значајната негативна разлика во средните вредности од достапната влага помеѓу перлитот и

различните соодноси. Овој параметар посочува дека процентот на достапната влага во перлитот е поголема споредено со присуството на достапната влага во различните соодноси на варијантите во табела 15. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за достапна влага на варијантите беше утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т70/П30 и Аа,Аб,Т30/П70 и таа разлика изнесува 3,29. Притоа, разликата во средните вредности од достапна влага на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите покажаа статистички значајна разлика.

Сепак, најголема разлика во средните вредности од достапната влага постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресет, кои во различни соодноси ги формираа варијантите и изнесува 8,04. Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од водопропустливост зависно од варијантата се прикажани во табела 16. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од водопропустливоста постоеше меѓу сите варијанти. Притоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности на водопропустливоста е утврдена помеѓу варијантите перлит/тресет и перлит/хидрогена црница, што изнесува 52,01.

Табела 16. Тестирање на разликите на средните вредности од водопропустливост меѓу варијантите
Table 16. Testing the differences of the mean values of watertightness among between the variants

Водопропустливост/ watertightness KSAT [mm/h]	перлит-perlite / тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-45,03*	6,98*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	52,01*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 17. Тестирање на разликите на средните вредности од KSAT (mm/h) зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 17. Testing the differences of the mean values of KSAT [mm/h] depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

KSAT [mm/h]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	20,90*	31,35*	-20,91*	-31,36*	-52,25*	52,26*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	10,44*	-41,81*	-52,26*	-73,16*	31,35*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-52,25*	-62,70*	-83,60*	20,91*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-10,45*	-31,35*	73,16*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-20,90*	83,61*
Перлит					1	104,51*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Статистички значајната негативна разлика во средните вредности од водопропустливоста помеѓу перлитот и различните соодноси, беше забележителна и во овој случај. Овој податок укажува на сознанието дека водопропустливоста во перлитот е поголема споредено со водопропустливоста во различните соодноси на варијантите, прикажани во табела 17. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за водопропустливоста беше утврдена меѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80 и изнесува 62,70. Покрај тоа, разликата во средните вредности од водопропустливоста на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности од водопропустливост постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен сооднос ги формираа варијантите и изнесуваше 104,51.

Во табела 18 се дадени тестирањата на разликите меѓу средните вредности од $\rho \text{ g/cm}^3$, како функции од варијантата. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од ρ постоеше помеѓу варијантите перлит/флувијатилна и перлит/хидрогена црница и помеѓу варијантите перлит/тресет и перлит/хидрогена црница, меѓутоа не постоеше статистички значајна разлика во средните вредности на ρ помеѓу варијантите перлит/флувијатилна и перлит/тресет.

Табела 18. Тестирање на разликите на средните вредности од густината меѓу варијантите

Table 18. Testing the differences of the mean values of density between the variants

Вистинска густина/Real density ρ [g/cm ³]	перлит-perlite / тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	0,23	-0,54*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	-0,77*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 19. Тестирање на разликите на средните вредности од густината зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 19. Testing the differences of the mean values of density depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

ρ [g/cm ³]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-0,24	-0,45	0,1878	0,27	0,44	-0,88
Аа,Аб,Т 70/П30	1	-0,22	0,42	0,51	0,67	-0,64
Аа,Аб,Т 80/П20		1	0,64	0,73	0,89*	-0,42
Аа,Аб,Т 30/П70			1	0,08	0,25	-1,07*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	0,17	-1,15*
Перлит					1	-1,32*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Од табела 19 се забележува дека не постои статистички значајна разлика во средните вредности за ρ меѓу различните соодноси на варијантите. Меѓутоа, постои статистички значајна разлика во средните вредности на ρ меѓу перлитот и истата изнесува 0,89. При тоа, разликата во средните вредности од ρ на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности од ρ постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресет, што во различен сооднос ги формираа варијантите и таа разлика изнесува 1,32.

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од ρ_p [g/cm³], зависно од варијантата, прикажани се во табела 20. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од ρ_p постои помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет и перлит/хидрогена црница и

перлит/тресет, меѓутоа не постои статистички значајна разлика во средните вредности на ρ_p помеѓу варијантите перлит/флувијатилна и перлит/хидрогена црница.

Притоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности на ρ_p [g/cm³] е утврдена помеѓу варијантите перлит/тресет и перлит/хидрогена црница и истата изнесува 0,46.

Табела 20. Тестирање на разликите на средните вредности од густината меѓу варијантите

Table 20. Testing the differences of the mean values of density between the variants

Привидна густина / Bulk density ρ_p [g/cm ³]	перлит-perlite / тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	0,37*	-0,08
перлит-perlite/ тресет- peat	1	-0,46*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 21. Тестирање на разликите на средните вредности од густината зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 21. Testing the differences of the mean values of density depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

ρ_p [g/cm ³]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-0,18	-0,29	0,09	0,16	0,27	-0,51
Аа,Аб,Т 70/П30	1	-0,11	0,26	0,33	0,44	-0,33
Аа,Аб,Т 80/П20		1	0,37	0,44	0,55	-0,22
Аа,Аб,Т 30/П70			1	0,07	0,18	-0,60
Аа,Аб,Т 20/П80				1	0,11	-0,67*
Перлит					1	-0,78*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Во однос на тестирањето на разликите во средните вредности изразени во табела 21 од ρ_p g/cm³, утврдено беше дека не постои статистички значајна разлика меѓу различните соодноси на варијантите, како и помеѓу соодносите во варијантите и перлитот и соодносите на варијантите и почвите и тресетот користени во формирањето на различните соодноси. Единствено постои статистички значајна разлика во средните вредности од ρ_p g/cm³ меѓу

соодносот Аа,Аб,Т 20/П80 и почвите и тресетот и меѓу перлитот и почвите и тресетот, каде што истата изнесува 0,78.

5.3.5 Порозност

Во табелите 22, 23 и 24 се дадени резултатите со средни вредности на: вкупна порозност, водна и воздушна порозност и вкупен ретенциски капацитет кај супстратот перлит, тресет, почвени типови флувијатилна почва и хидрогена црница.

Ќе бидат дадени и резултатите од регресискиот мултиваријантен статистички модел за влијанието на различните варијанти, различниот сооднос во варијантите и нивната интеракција врз вкупна порозност, водна и воздушна порозност и вкупниот ретенциски капацитет. Дополнително, прикажани се и резултатите од пост-хок анализата за тестирање на разликите во средните вредности на зависните променливи зависно од изворите на варијација.

Вкупната порозност кај перлит во табела 22 е со средна вредност од 88,09 %, а кај флувијатилната почва со 77,73 %. Водната порозност кај флувијатилната почва е со средна вредност од 39,68 %, кај перлитот со средна вредност од 27,90 %. Воздушната порозност кај перлитот е со средна вредност од 60,20 %, а кај флувијатилната почва со средна вредност од 38,05 %.

Табела 22. Физички својства на супстрат перлит и флувијатилна почва
Table 22. Physical properties of substrate perlite and fluvisiol

	n	Воздушна порозност [%] Air porosity [%]		Водна порозност [%] Water porosity [%]		Вкупна порозност [%] Total porosity [%]		Ретенциски воден капацитет /Retention water capacity[%] RVK [%]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-Перлит	3	60,20	0,01	27,90	0,01	88,09	0,01	69,40	0,01
Аа-Почва	3	38,05	0,28	39,68	0,60	77,73	0,84	33,80	0,56
П80/Аа20	3	55,77	0,01	29,61	0,01	85,38	0,01	58,49	0,03
П70/Аа30	3	53,56	0,19	31,43	0,40	84,99	0,23	52,75	0,05
П50/Аа50	3	49,13	0,03	33,79	0,03	82,92	0,02	46,70	0,49
П30/Аа70	3	44,69	0,62	36,15	0,22	80,84	0,79	37,23	0,15
П20/Аа80	3	42,48	1,06	37,16	0,89	79,64	1,95	36,77	0,68

Во табела 23 е даден приказ на резултатите за вкупна порозност, водна и воздушна порозност и вкупниот ретенциски капацитет кај перлитот и хидрогената црница. Вкупна порозност кај перлитот е со средна вредност од 88,09 %, кај хидрогената црница со средна вредност од 49,99 %. Водната порозност кај хидрогената црница е со средна вредност од 42,79 %, а кај перлитот со средна вредност од 27,90 %. Воздушната порозност кај перлитот е со средна вредност од 60,20 %, додека кај хидрогената црница е со средна вредност од 4,21 %. Ретенцискиот капацитет кај перлитот е со средна вредност од 69,40 %, а кај хидрогената црница е со средна вредност 40,49 %.

Табела 23. Физички својства на супстрат перлит и хидрогена црница
Table 23. Physical properties of substrate perlite and mollic vertic gleysol

	n	Воздушна порозност [%] Air porosity [%]		Водна порозност [%] Water porosity [%]		Вкупна порозност [%] Total porosity [%]		Ретенциски воден капацитет /Retention water capacity [%] RVK [%]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-Перлит	3	60,20	0,01	27,90	0,01	88,09	0,01	69,40	0,01
Аб-Почва	3	4,21	1,41	42,79	0,01	46,99	1,41	40,49	2,17
П80/А620	3	49,00	2,74	30,23	1,06	79,23	0,86	63,95	1,76
П70/А630	3	43,40	1,70	32,37	1,03	75,77	0,93	60,85	2,50
П50/А650	3	32,20	1,03	35,34	1,17	67,54	1,65	54,94	2,01
П30/А670	3	21,00	0,09	38,23	0,93	59,23	1,33	49,24	1,96
П20/А680	3	15,40	0,92	39,65	1,22	55,05	1,13	46,35	0,93

Во табела 24 се дадени резултатите на вкупна порозност, водна и воздушна порозност, како и вкупниот ретенциски капацитет кај перлит и тресет. Вкупната порозност кај тресетот е со средна вредност од 90,80 %, кај перлитот е со средна вредност од 88,09 %. Водната порозност кај перлитот е со средна вредност од 27,90 %, кај тресетот изнесува 10,70 %. Воздушната порозност кај тресетот е со средна вредност од 80,10 %, кај перлиотот со средна вредност од 60,20 %. Ретенцискиот капацитет кај тресетот е 82,10 %, додека кај перлитот е со средна вредност од 69,40 %.

Резултатите од вкупната порозност, водната, воздушната порозност и вкупниот ретенциски капацитет кај останатите варијанти од различни соодноси (Аа20/П80; Аа30/П70; Аа80/П20; Аа70/П30; Аа50/П50: А620/П80; А630/П70;

А680/П20; А670/П30; А650/П50; Т20/П80; Т30/П70; Т80/П20; Т70/П30; Т50/П50) се прикажани во табелите 22, 23 и 24.

Табела 24. Физички својства на супстрат перлит и супстрат тресет
Table 24. Physical properties of substrate perlite and substrate peat

	n	Воздушна порозност [%] Air porosity [%]		Водна порозност [%] Water porosity [%]		Вкупна порозност [%] Total porosity [%]		Ретенциски воден капацитет /Retention water capacity [%] RVK [%]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-перлит	3	60,20	0,01	27,90	0,01	88,09	0,01	69,40	0,01
Т-тресет	3	10,70	1,03	80,10	0,93	90,80	1,95	82,10	0,83
П80/Т20	3	50,30	0,16	39,96	0,53	90,26	0,68	71,94	1,29
П70/Т30	3	45,35	0,15	44,64	1,08	89,99	1,02	73,21	1,10
П50/Т50	3	35,45	0,28	54,00	0,28	89,45	0,55	75,75	1,56
П30/Т70	3	25,55	0,56	63,55	0,41	88,90	1,76	78,29	0,86
П20/Т80	3	20,60	0,83	68,03	0,60	88,63	1,58	79,56	1,01

5.3.6. Ретенциски воден капацитет (RVK)

Во табелите 22, 23 и 24 се претставени резултатите за ретенцискиот капацитет кај перлитот, хидрогената црница, флувијатилната почва и кај тресетот. Перлитот има ретенциски капацитет со средна вредност од 69,40 %, кај флувијатилната почва е со средна вредност 33,80 %. Хидрогената црница има ретенциски капацитет со средна вредност 40,49 %. Ретенцискиот капацитет кај тресетот е со средна вредност 82,10 %. Останатите варијанти од различните соодноси за ретенциски воден капацитет (RVK) можат да се видат во табелите 22, 23 и 24. Сите статистички модели за влијанието на варијантите и различниот сооднос на перлитот и флувијатилната почва, перлитот и тресетот и перлитот со почвата хидрогена црница во соодветните варијанти, како и интеракцијата на варијантата и соодносот врз водна порозност, воздушна порозност вкупна порозност и ретенциски воден капацитет, покажаа висока статистичка значајност ($p < 0,001$).

Според добиените резултати од статистичкиот модел, прикажани во табела 25, варијантите покажаа високо статистички значајно влијание врз водната порозност, воздушната порозност, вкупната порозност, како и кај

ретенцискиот воден капацитет ($p < 0,001$). Притоа, и влијанието на различните соодноси во самите варијанти покажа високо статистички значаен ефект врз водната порозност, воздушната порозност, вкупната порозност, ретенцискиот воден капацитет ($p < 0,001$). Покрај тоа, интеракцијата на варијантите и соодносот покажаа високо статистички значајно влијание ($p < 0,001$) врз водната порозност, воздушната порозност, вкупната порозност и ретенцискиот воден капацитет. Вредноста за R^2 во сите четири статистички модели беше релативно висока. Ова значи дека поголемиот дел од варијантата за водна порозност, воздушна порозност, вкупна порозност и ретенциски воден капацитет може да се објасни преку изворите на варијација што се вклучени во моделот.

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од воздушна, водна, вкупна порозност и ретенциски капацитет, зависно од варијантата, се прикажани во табелите 26, 27, 28 и 29. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од воздушна, водна, вкупна порозност и ретенциски капацитет постоеше меѓу сите варијанти. Притоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности од воздушна порозност беше утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет и таа изнесува 12,72. Кај водната порозност, најголема статистички значајна разлика во средните вредности беше утврдена помеѓу варијантите перлит/хидрогена црница и перлит/тресет и изнесуваше 30,94. Кај вкупната порозност, со најголема статистички значајна разлика во средните вредности беше утврдена помеѓу варијантите перлит/хидрогена црница и перлит/тресет и изнесуваше 27,63.

Табела 25. Мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз водна порозност, воздушна порозност, вкупна порозност, ретенциски воден капацитет

Table 25. Multivariate general linear model for the influence of variants, various ratios within the variants and their interaction on water porosity, air porosity, total porosity

Параметри / Parameters	Извор на варијација / Source of variation									
	Модел / Model		Варијанта / Variants		Сооднос / Ratios		Варијанта x сооднос / Variants x ratios		Грешка / Error	
	df	F	df	F	df	F	df	F	df	Варијанса / variants
^a Воздушна порозност [%] Air porosity [%]	21	5454,251***	2	1045,471***	6	1919,854***	12	1360,783***	42	0,863
^b Водна порозност [%] Water porosity [%]	21	7046,978***	2	6245,287***	6	836,564***	12	1163,296***	42	0,829
^c Вкупна порозност [%] Total porosity [%]	21	14120,772***	2	3608,276***	6	335,778***	12	138,509***	42	1,185
^d Ретенциски воден капацитет /Retention water capacity[%] RVK [%]	21	7769,940***	2	312,116***	6	258,234***	12	166,875***	42	1,505

^aR² = 0,919; ^bR² = 1; ^cR² = 0,1; ^dR² = 0,1

***статистички значајно на ниво p < 0,001; **статистички значајно на ниво p < 0,01; *статистички значајно на ниво p < 0,05

Со најголема статистички значајна разлика во средните вредности на ретенцискиот воден капацитет беше утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет и изнесуваше 30,35.

Табела 26. Тестирање на разликите на средните вредности од воздушна порозност меѓу варијантите

Table 26. Testing the differences of the mean values of air porosity between the variants

Воздушна порозност [%] Air porosity [%]	перлит-perlite / тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	12,72*	9,1*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	-3,6*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 27. Тестирање на разликите на средните вредности од водна порозност меѓу варијантите

Table 27. Testing the differences of the mean values of water porosity between the variants

Водна порозност [%] Water porosity [%]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-20,08*	10,86*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	30,94*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 28. Тестирање на разликите на средните вредности од водна порозност меѓу варијантите

Table 28. Testing the differences of the mean values of water porosity between variants

Вкупна порозност [%] Total porosity [%]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-7,63*	19,99*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	27,63*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 29. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенциски воден капацитет меѓу варијантите

Table 29. Testing the differences of the mean values of retention water capacity RVK [%] between variants

Ретенциски воден капацитет [%]/Retention water capacity RVK [%]	перлит-perlite / тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-30,35*	-7,16*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	23,19*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 30. Тестирање на разликите на средните вредности од воздушна порозност зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 30. Testing the differences of the mean values of air porosity depending on the different ratio of perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Воздушна порозност [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	6,49*	9,58*	-2,27*	-5,67*	-31,11*	-11,70*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	3,10*	-8,75*	-12,15*	-37,60*	-18,19*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-11,85*	-15,25*	-40,70*	-21,28*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-3,40*	-28,85*	-9,43*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-25,45*	-6,03*
Перлит					1	19,41*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Во табела 30 беше забележителна статистички значајната негативна разлика во средните вредности од воздушната порозност помеѓу перлитот и различните соодноси, што укажува на сознанието дека процентот на воздушна порозност во перлитот е поголема споредено со присуството на воздушна порозност во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за воздушна порозност на варијантите беше утврдена меѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80 и изнесуваше 15,25. Покрај тоа, разликата во средните вредности од воздушна порозност на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности од воздушната порозност (19,41) постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресетот кои во различен соодноси ги формираа варијантите.

Кај водната порозност во табела 31 беше забележителна статистички значајната позитивна разлика во средните вредности помеѓу перлитот и соодносот Аа,Аб,Т80/П20. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за водна порозност на варијантите беше утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80 и изнесува 15,98. Покрај тоа, разликата во средните вредности од водната порозност на почвите и тресетот што беа користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности од водната порозност (20,47) постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресетот што во различен соодноси ги формираа варијантите.

Табела 31. Тестирање на разликите на средните вредности од водна порозност зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 31. Testing the differences of the mean values of water porosity depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Водна порозност [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-5,70*	-8,81*	5,85*	7,17*	14,82*	11,66*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	-3,11*	11,55*	12,87*	20,52*	17,36*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	14,66*	15,98*	23,63*	20,47*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	1,32	8,97*	5,81*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	7,65*	4,49*
Перлит					1	-3,16*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 32. Тестирање на разликите на средните вредности од вкупна порозност зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 32. Testing the differences of the mean values of total porosity depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

вкупна порозност [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	0,34	0,55	3,54*	1,50	-16,29*	-0,04
Аа,Аб,Т 70/П30	1	0,21	3,20*	1,17	-16,63*	-0,38
Аа,Аб,Т 80/П20		1	2,99*	0,95	-16,84*	-0,59
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-2,04*	-19,83*	-3,58*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-17,79*	-1,5
Перлит					1	16,25*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

И во овој случај кај вкупната порозност, во табела 32 беше забележителна статистички значајната негативна разлика во средните вредности помеѓу перлитот и различните соодноси, што укажува на сознанието дека вкупната порозност во перлитот е поголема споредено со вкупната порозност во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за вкупна порозност беше утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т30/П70 и Аа,Аб,Т50/П50 и изнесува 3,54. Притоа, разликата во средните вредности од вкупната порозност на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности од вкупната порозност (16,25) постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен соодноси ги формираа варијантите.

Табела 33. Тестирање на разликите на средните вредности од RVK зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 33. Testing the differences of the mean values of RVK depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

RVK [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	5,26*	6,04*	-3,18*	-6,02*	-8,76*	8,51*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	0,78	-8,44*	-11,28*	-14,01*	3,26*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-9,22*	-12,06*	-14,79*	2,47*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-2,84*	-5,57*	11,70*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-2,74*	14,53*
Перлит					1	17,27*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Статистички значајна негативна разлика беше забележена и во табелата 33, во средните вредности на ретенцискиот воден капацитет RVK помеѓу перлитот и различните соодноси. Овој податок укажува дека процентот на ретенциски воден капацитет во перлитот е поголем споредено со присуството на ретенциски воден капацитет во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за ретенцискиот воден капацитет на варијантите беше утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80 и истата изнесува 12,06. Покрај тоа, разликата во средните вредности од ретенцискиот воден капацитет на почвите и тресетот

што беа користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности од ретенцискиот воден капацитет (17,27) постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различни соодноси ги формираа варијантите.

5.3.7. Ретенција и ретенциски криви

Сите проби од испитуваните супстрати перлит и тресет и од испитуваните почви беа поставени на 7 различни режими на притисок (0,1; 0,33; 1; 3; 6,25; 11 и 15 bara), со помош на Bar extractor и Porous plate extractor, а добиените резултати за ретенцијата на влага во масени проценти се табеларно претставени.

За добивање на појасна претстава за интензитетот на ретенцијата на влага на флувијатилна почва со перлит, хидрогена црница со перлит, тресет со перлит, прикажани се средните вредности на влажност во масени проценти. Прикажани се и резултатите од регресискиот мултиваријантен статистички модел за влијанието на различните варијанти, различниот сооднос во варијантите и нивната интеракција врз 7 различни режими на притисок (0,1; 0,33; 1; 3; 6,25; 11 и 15 bara). Дополнително, прикажани се и резултатите од пост-хок анализата за тестирање на разликите во средните вредности на зависните променливи зависно од изворите на варијација.

Од податоците во табелите 34, 35 и 36, дадени се резултати од ретенцискиот капацитет кај перлитот, флувијатилната почва, хидрогената црница и тресетот, и варијантите од различни соодноси во сите точки на тензии на притисок. Перлитот на притисок од 0,1 bar е со добиен резултат од средна вредност од 67,85 %, при притисок од 0,33 bar со средна вредност 58,35 %, при притисок од 1 bar - 47,70 %, од 3 bara - 39,78 %, од 6,25 bara - 34,84 %, при притисок од 11 bara - 30,10 %, од 15 bara со средна вредност од 26,65. Додека кај флувијатилната почва во табела 34, ретенцискиот капацитет при различна тензија е следен. Од 0,1 bar = 9,28 %, од 0,33 bar = 7,83 %, од 1 bar = 7,03 %, од 3 bara = 5,24 %, од 6,25 bara = 3,99 %, од 11 bara = 3,99 %, од 15 bara = 3,02 %. Исто и кај хидрогената црница во табела 35, ретенцискиот капацитет при различна тензија изнесува: од 0,1 bar = 28,6 %, од 0,33 bar = 25,08 %, од 1 bar = 23,04 %, од 3 bara = 20,02 %, од 6,25 bara = 17,06 %, од 11 bara = 14,03 %, од 15

bara = 11,03 %. Кај тресетот, ретенцискиот капацитет во табела 36 е следен: на притисок од 0,1 бар со добиен резултат од средна вредност од 89,85 %, при притисок од 0,33 бар со средна вредност - 74,84 %, при притисок од 1 бар - 57,94 %, од 3 бара - 45,15 % од 6,25 бара - 39,57 %, при притисок од 11 бара - 33,89 %, од 15 бара со средна вредност од 23,17 %. Останатите варијанти со нивните различни соодноси може да се видат во табелите 34, 35 и 36.

Табела 34. Ретенција на влага во тежински % при различна тензија кај супстрат перлит и флувијатилна почва
Table 34. Moisture retention in weight % at different tension in perlite substrate and fluvial soil

	n	0,1 bar		0,33 bar		1 bar		3 bar		6,25 bar		11 bar		15 bar	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Aa50/П50	3	27,52	0,02	24,53	0,03	20,51	0,01	17,06	0,03	15,78	0,02	12,10	0,10	11,92	0,02
Aa70/П30	3	25,05	0,17	23,14	0,15	19,07	0,12	16,10	0,22	13,21	0,27	11,10	0,18	10,07	0,18
Aa80/П20	3	22,15	0,12	20,72	0,22	15,08	0,23	13,84	0,78	10,68	0,80	9,34	0,67	7,92	0,55
Aa30/П70	3	30,07	2,31	27,31	2,47	25,70	2,20	21,98	1,81	18,74	1,17	16,97	1,08	15,84	0,61
Aa20/П80	3	33,25	1,64	30,05	1,92	28,48	1,82	25,68	1,71	21,15	1,09	19,45	0,76	17,64	2,21
П-перлит	3	67,85	1,88	58,35	1,59	47,70	1,57	39,78	2,58	34,84	2,66	30,10	2,40	26,65	2,75
А-почва	3	9,28	0,02	7,83	0,01	7,03	0,01	5,24	0,01	4,39	0,01	3,99	0,01	3,02	0,01

Табела 35. Ретенција на влага во тежински % при различна тензија кај супстрат перлит и хидрогена црница
Table 35. Moisture retention in weight % at different tension in perlite substrate and mollic vertic gleysol

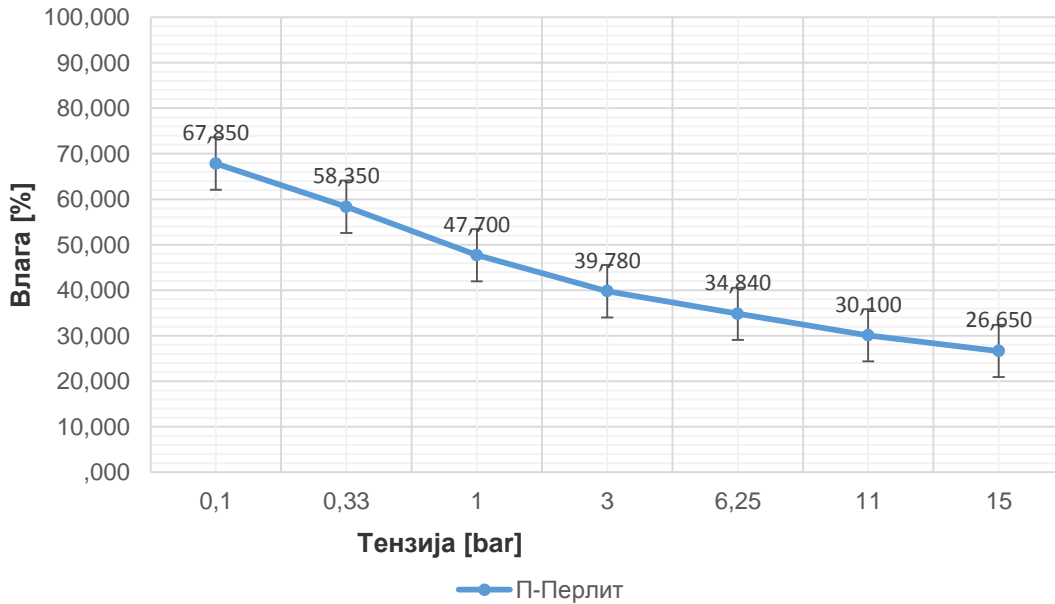
	n	0,1 bar		0,33 bar		1 bar		3 bar		6,25 bar		11 bar		15 bar	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
A650/П50	3	47,21	0,84	41,07	1,10	34,21	1,03	29,98	1,25	26,22	1,12	22,21	1,41	19,00	0,26
A670/П30	3	48,21	0,85	40,84	1,07	30,66	1,38	26,04	1,00	22,74	1,07	19,02	1,00	15,94	1,13
A60/П20	3	36,42	1,48	30,17	1,57	28,23	1,43	24,09	1,74	21,02	0,95	17,44	0,93	14,40	0,69
A630/П70	3	55,08	1,35	47,59	2,12	38,40	0,91	32,89	0,52	28,66	2,03	24,35	2,10	21,96	1,31
A620/П80	3	58,71	1,71	50,83	2,06	42,03	1,61	35,84	1,52	31,38	1,01	26,09	1,09	23,15	0,98
П-перлит	3	67,85	1,88	58,35	1,59	47,70	1,57	39,78	2,58	34,84	2,66	30,10	2,40	26,65	2,75
Аб-црница	3	28,6	1,16	25,8	1,17	23,4	0,59	20,2	0,78	17,6	1,41	14,3	1,22	11,3	0,69

Табела 36. Ретенција на влага во тежински % при различна тензија кај супстрат перлит и тресет
Table 36. Moisture retention in weight % at different tension in perlite substrate and peat

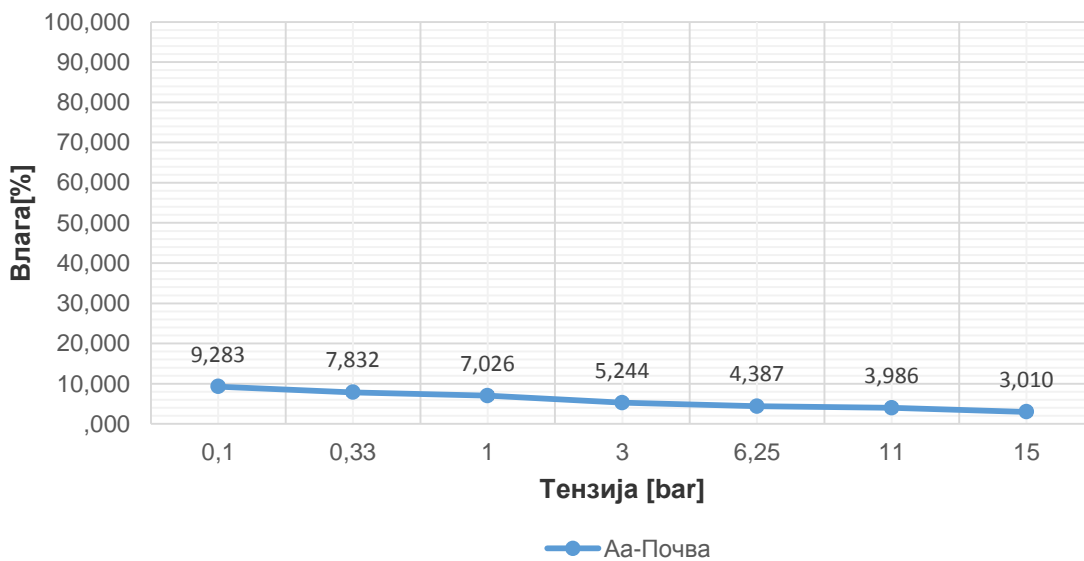
	n	0,1 bar		0,33 bar		1 bar		3 bar		6,25 bar		11 bar		15 bar	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
T50/П50	3	78,51	0,81	66,63	0,64	52,73	1,12	42,46	0,55	37,21	0,17	31,96	0,52	23,86	0,20
T70/П30	3	82,76	0,64	69,88	0,96	54,87	1,06	43,54	0,18	38,15	0,72	32,75	0,51	23,16	0,17
T80/П20	3	84,89	0,94	71,54	1,34	55,89	1,08	44,07	0,33	38,62	0,81	33,13	0,40	23,83	0,57
T30/П70	3	74,25	1,39	63,30	1,80	50,77	0,77	41,40	1,20	36,25	1,40	31,24	1,26	25,60	1,21
T20/П80	3	72,11	1,07	61,65	1,01	49,75	1,49	40,85	1,21	35,78	1,15	30,86	1,03	25,94	1,12
П-перлит	3	67,85	1,88	58,35	1,59	47,70	1,57	39,78	2,58	34,84	2,66	30,10	2,40	26,65	2,75
Т-тресет	3	89,16	0,83	74,84	1,17	57,94	1,03	45,15	1,07	39,57	1,18	33,89	1,07	23,117	1,45

На графиконите од 1 до 20, дадени се кривите кај перлит, тресет флувијатилна почва, како и нивните варијанти во различни соодноси.

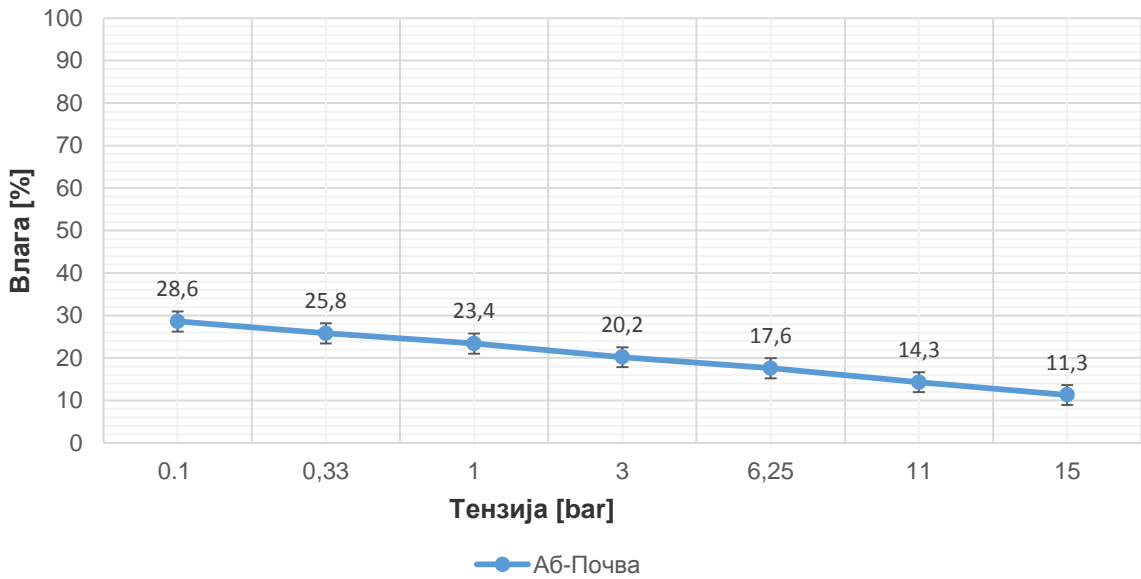
Графикон 1. Ретенција на влага кај супстрат перлит
Graph 1. Moisture retention curve in the substrate perlite



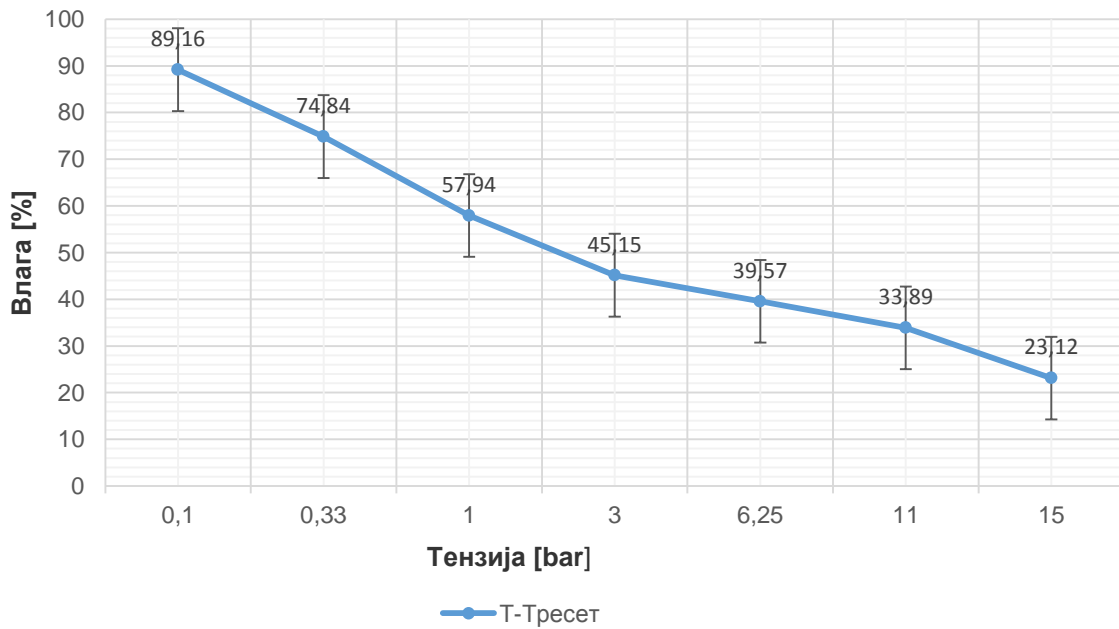
Графикон 2. Ретенција на влага кај почвен тип флувијатилна почва
Graph 2. Moisture retention curve in the fluvisiol



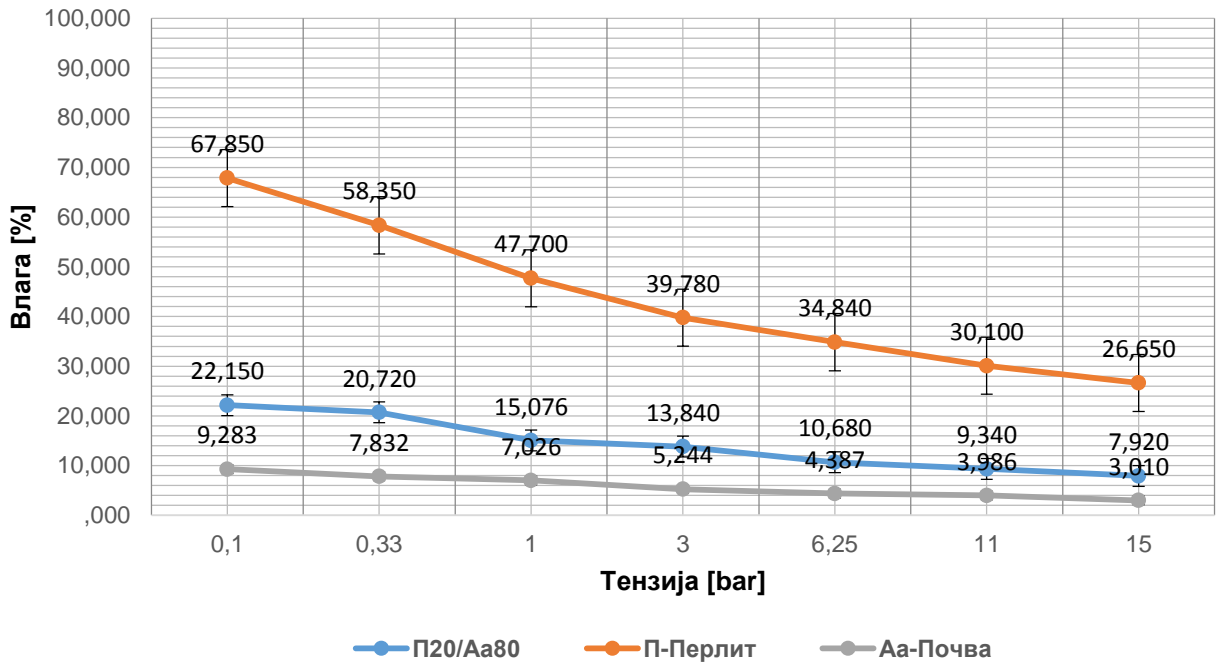
Графикон 3. Ретенција на влага на хидрогена црница
Graph 3. Moisture retention curve in the mollic vertic gleysol



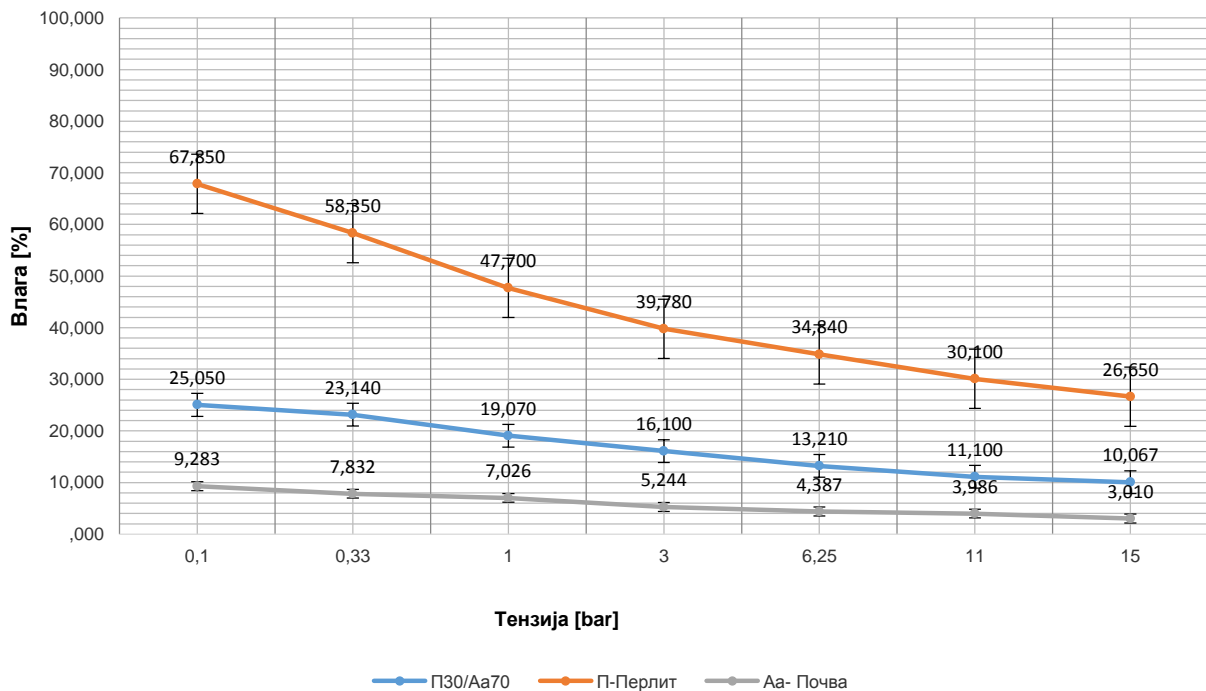
Графикон 4. Ретенција на влага кај тресет
Graph 4. Moisture retention curve in the peat



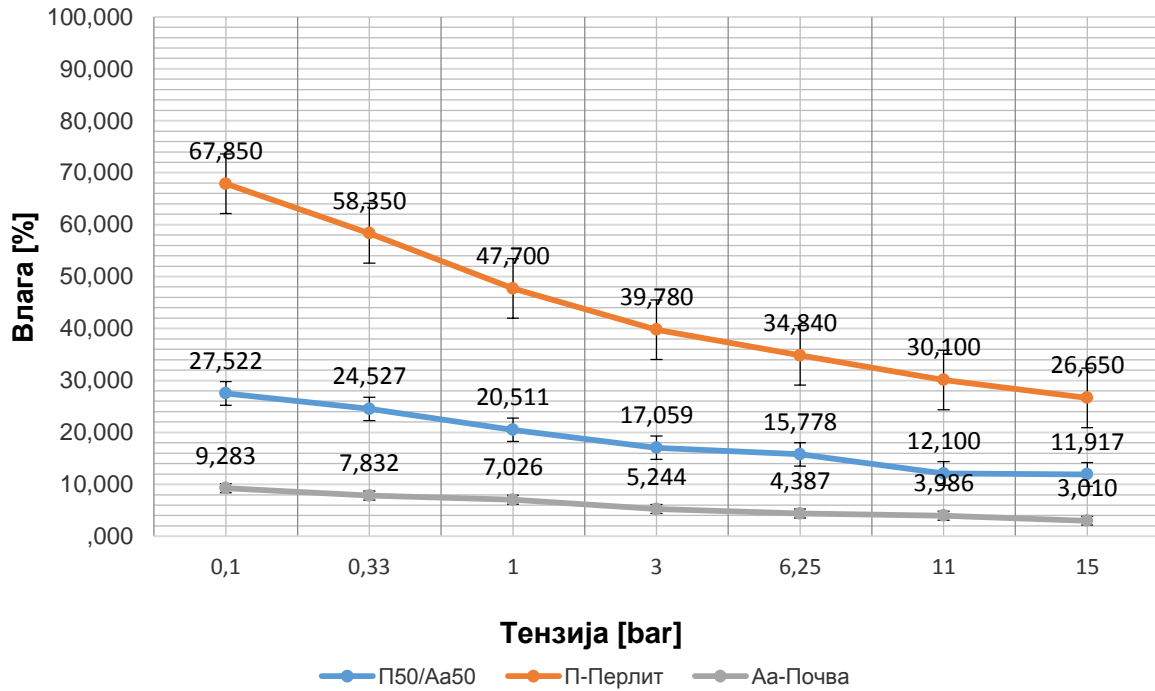
**Графикон 5. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и
варијанта од сооднос П20/Аа80**
Graph 5. Moisture retention curve in the perlite, fluvisiol and variants P20/Aa80



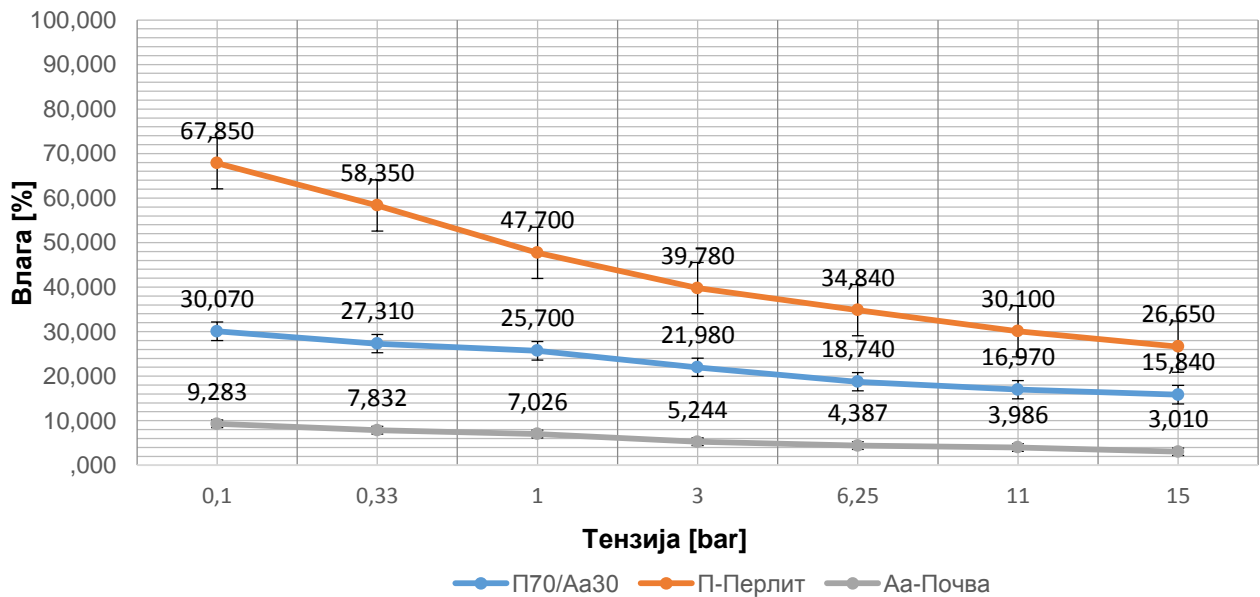
**Графикон 6. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и
варијанта од сооднос П30/Аа70**
Graph 6. Moisture retention curve in the perlite, fluvisiol and variants P30/Aa70



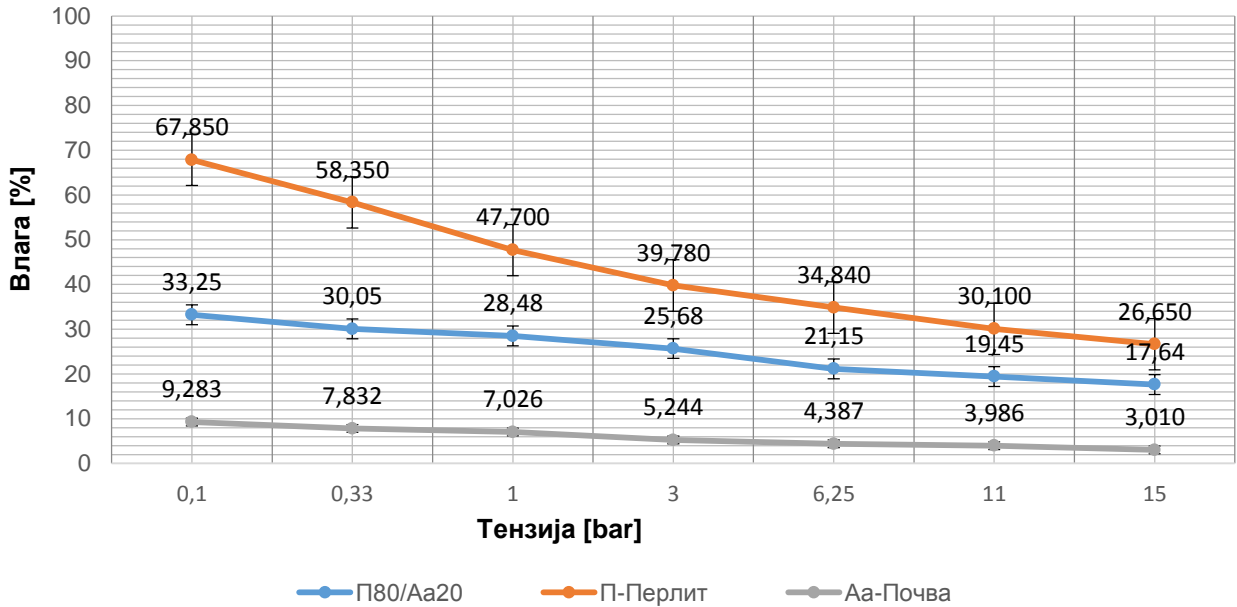
**Графикон 7. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и
варијанта од сооднос П50/Аа50**
Graph 7. Moisture retention curve in the perlite, fluvisiol and variants P50/Aa50



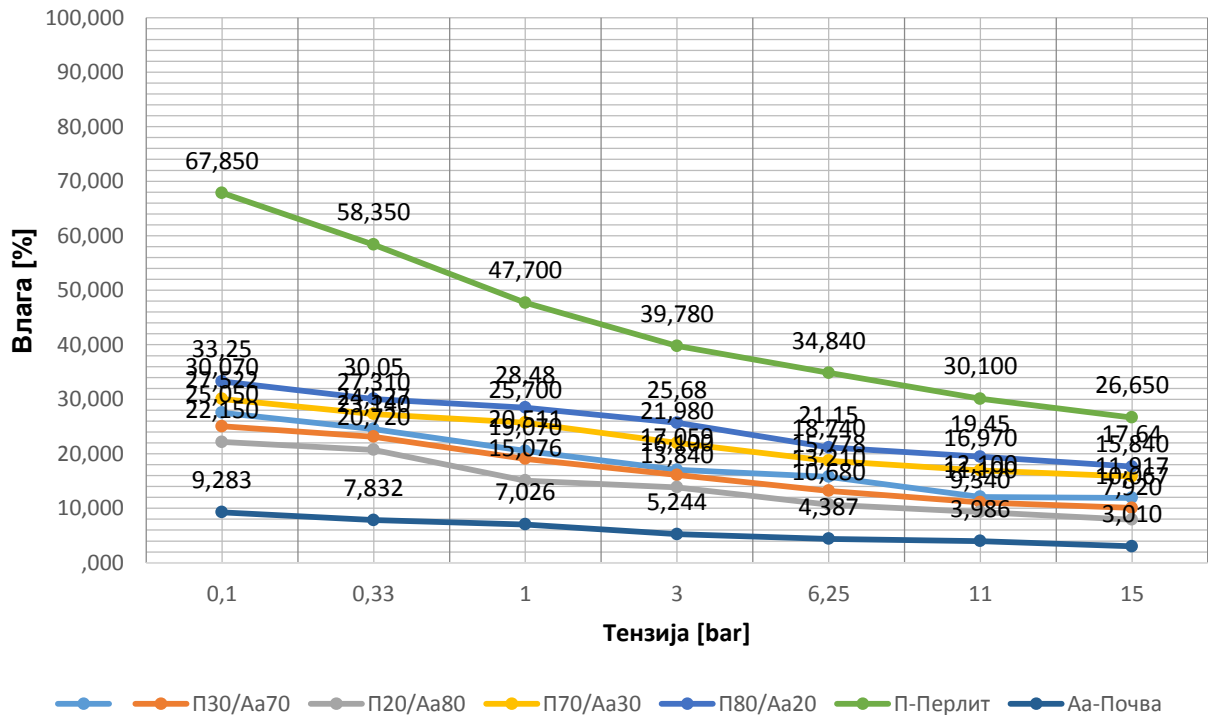
**Графикон 8. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и
варијанта од сооднос П70/Аа30**
Graph 8. Moisture retention curve in the perlite, fluvisiol and variants P70/Aa30



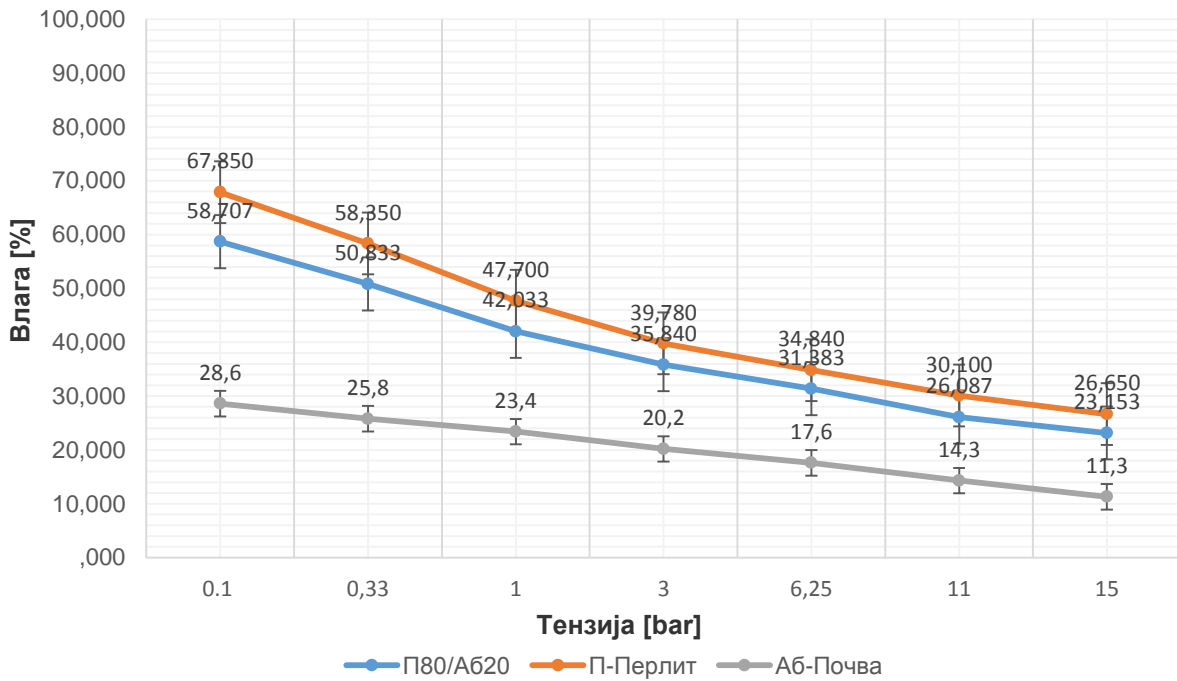
**Графикон 9. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и
варијанта од сооднос П80/Аа20**
Graph 9. Moisture retention curve in the perlite, fluvisiol and variants P80/Aa20



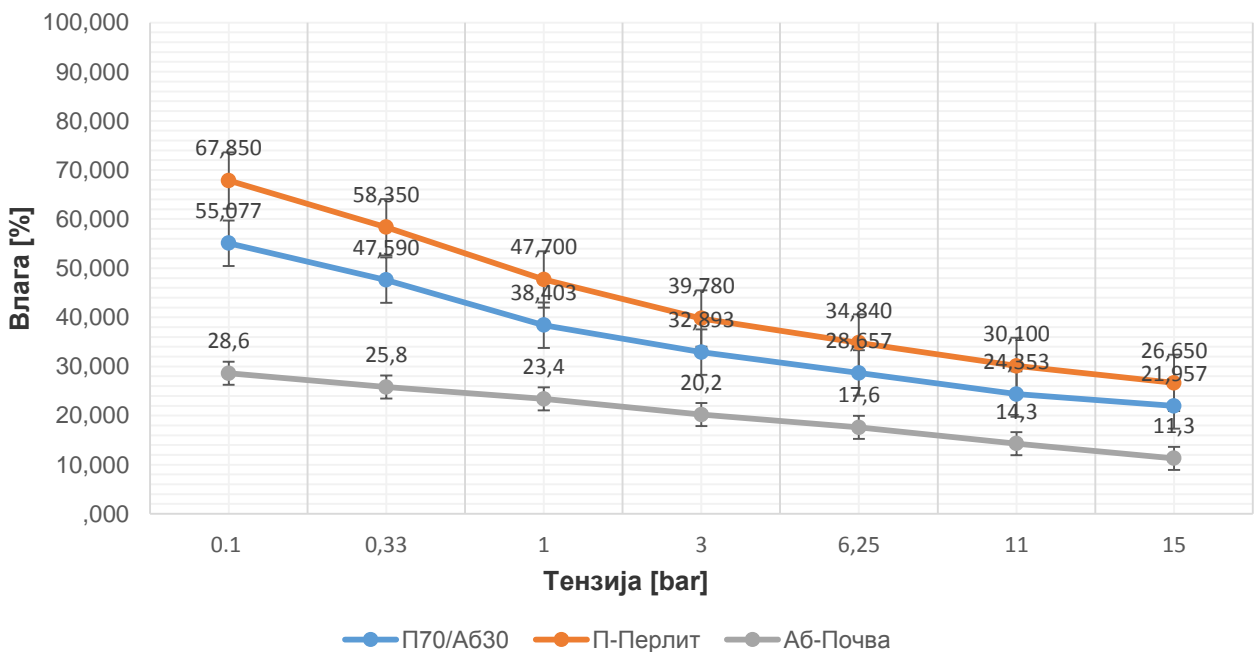
**Графикон 10. Ретенција на влага кај перлит, флувијатилна почва и
варијанта од различни соодноси**
Graph 10. Moisture retention curve in the perlite, fluvisiol and variants



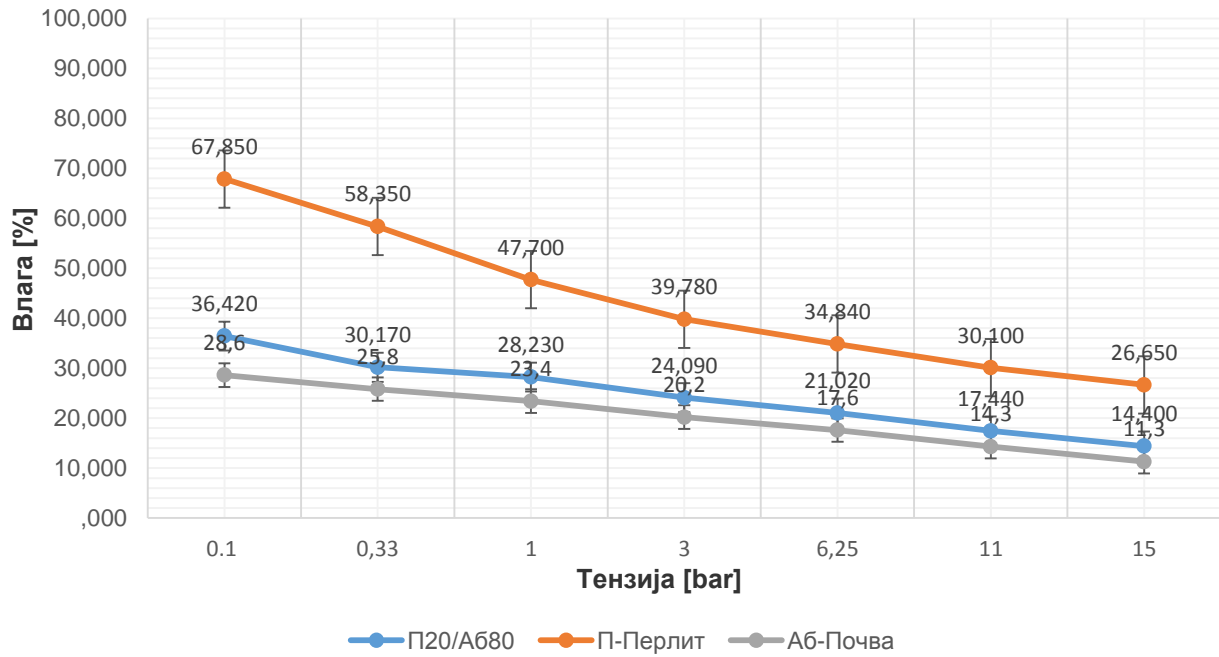
Графикон 11. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од сооднос П80/А620
Graph 11. Moisture retention curve in the perlite, mollic vertic gleysol and variants P80/Ab20



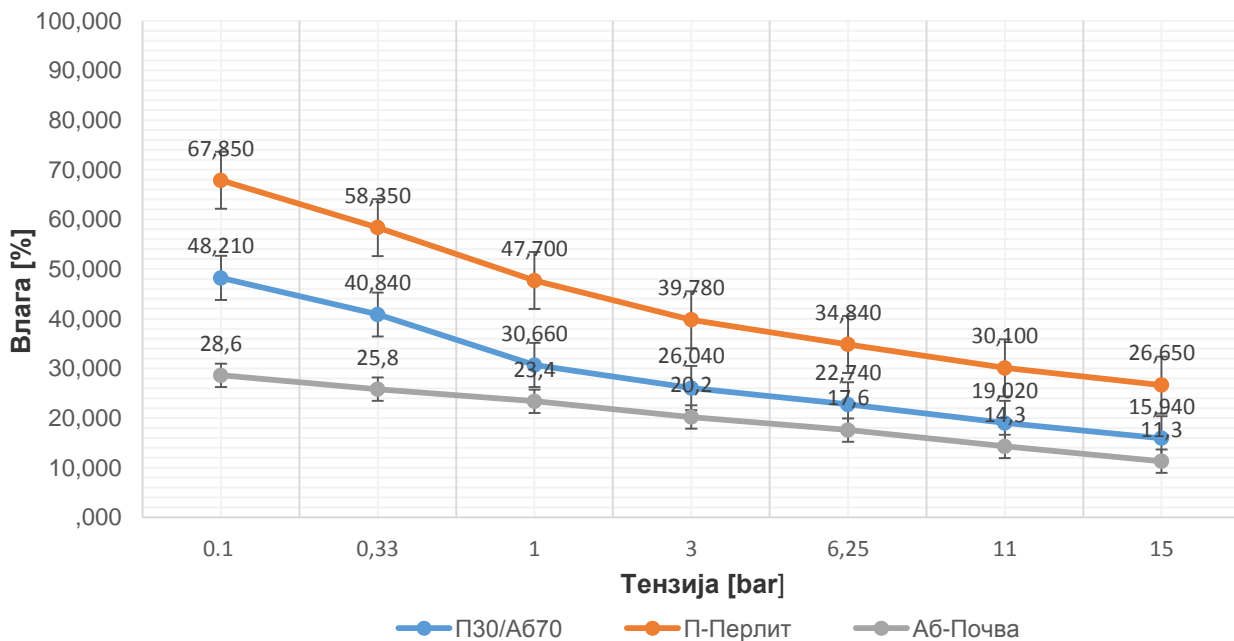
Графикон 12. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од сооднос П70/А630
Graph 12. Moisture retention curve in the perlite, mollic vertic gleysol and variants P70/Ab30



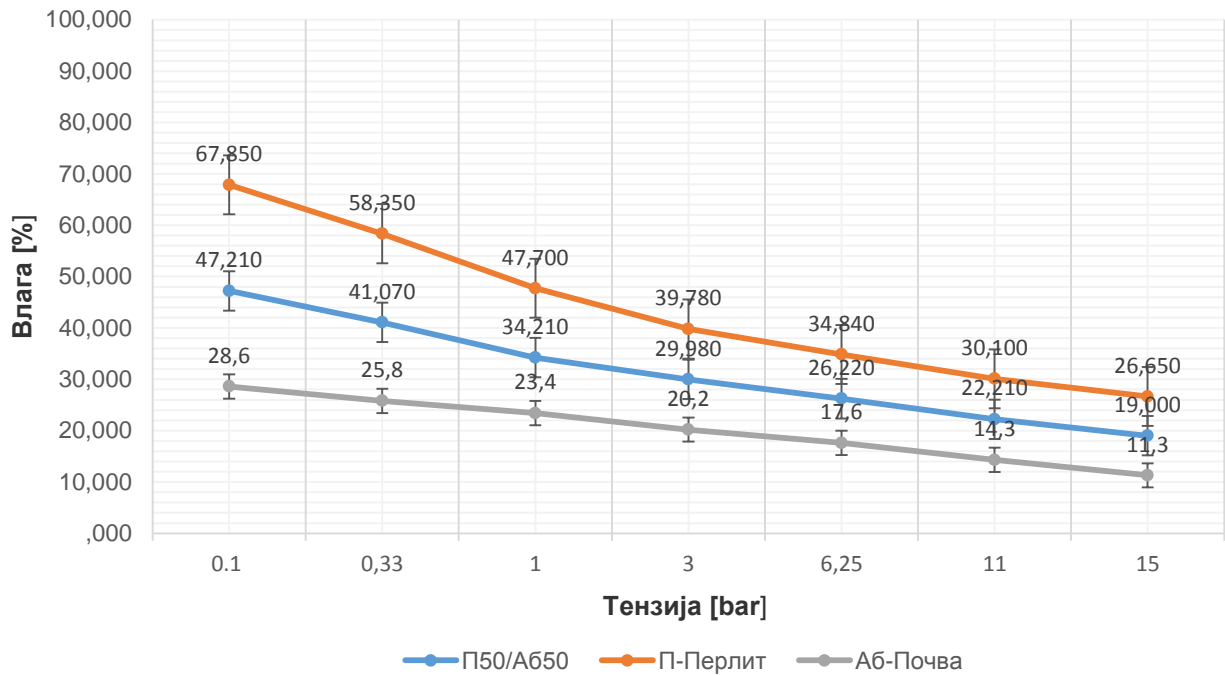
Графикон 13. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од сооднос П20/А680
Graph 13. Moisture retention curve in the perlite, mollic vertic gleysol and variants P20/Ab80



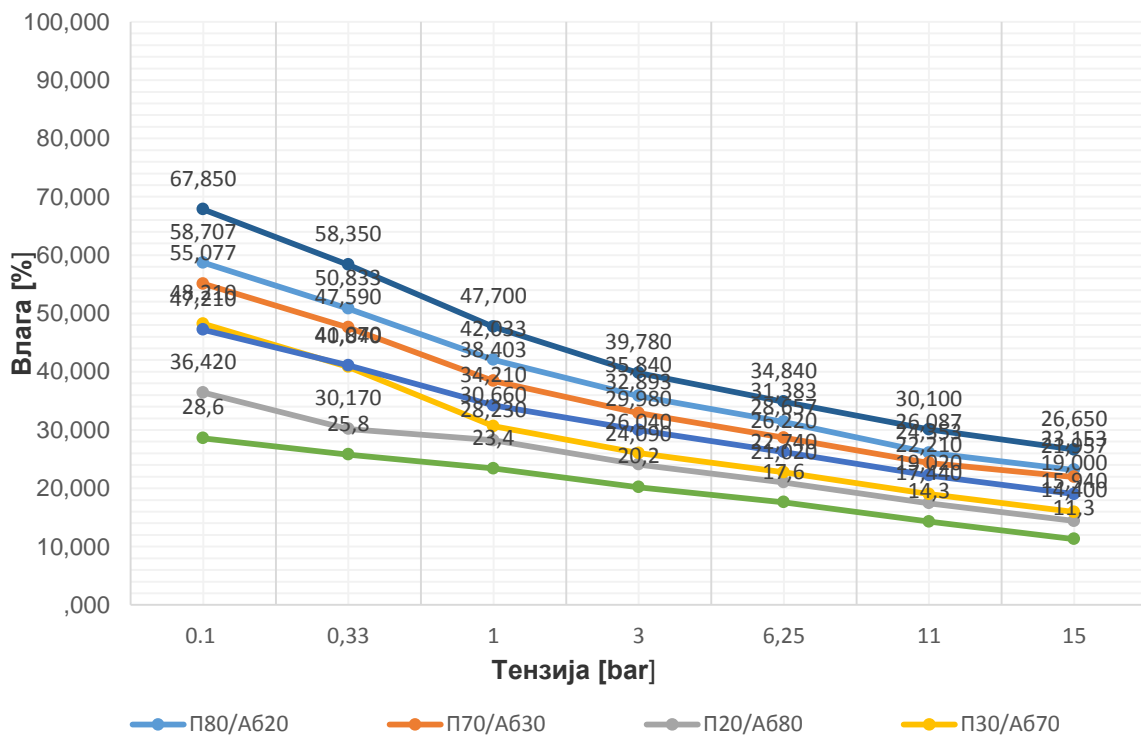
Графикон 14. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од сооднос П30/А670
Graph 14. Moisture retention curve in the perlite, mollic vertic gleysol and variants P30/Ab70



Графикон 15. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од сооднос П50/А650
Graph 15. Moisture retention curve in the perlite, mollic vertic gleysol and variants P50/Ab50

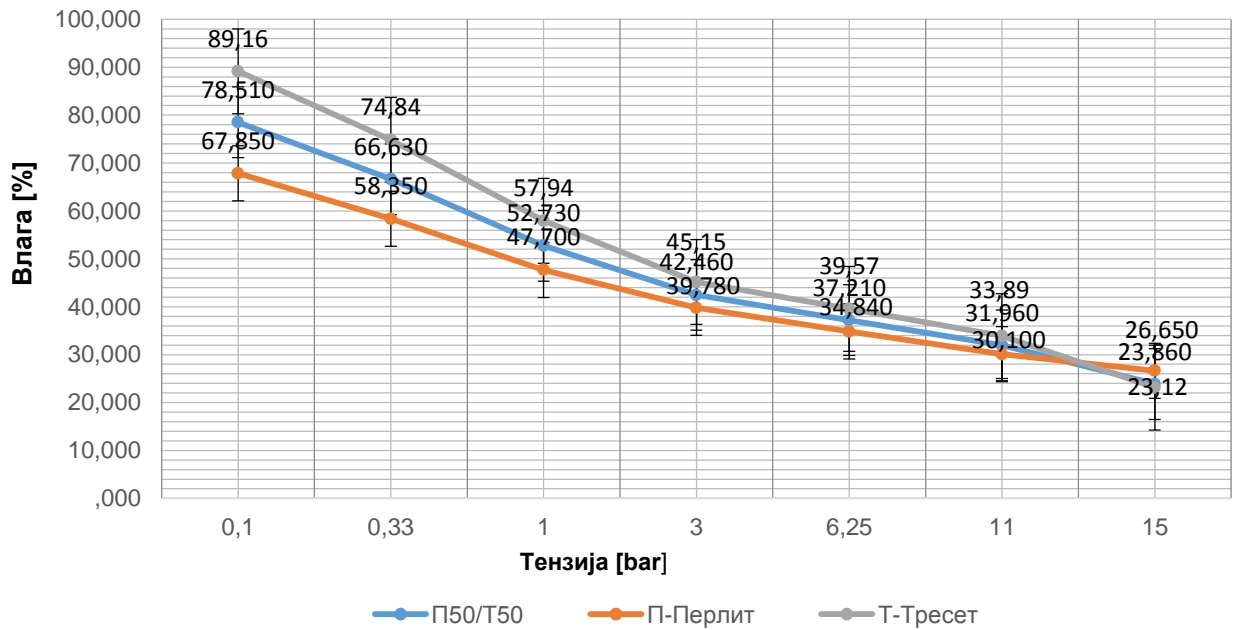


Графикон 16. Ретенција на влага кај перлит, хидрогена црница и варијанта од различни соодноси
Graph 16. Moisture retention curve in the perlite, mollic vertic gleysol and variants



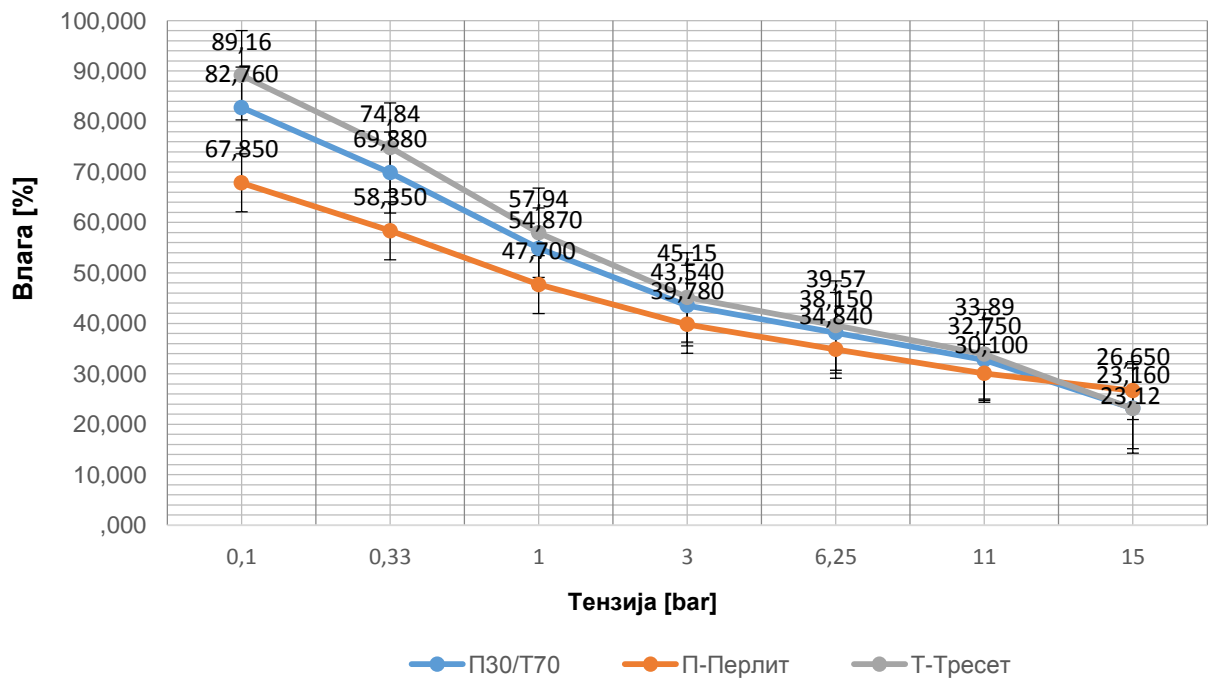
Графикон 17. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од сооднос П50/Т50

Graph 17. Moisture retention curve in the perlite, peat and variants P50/T50

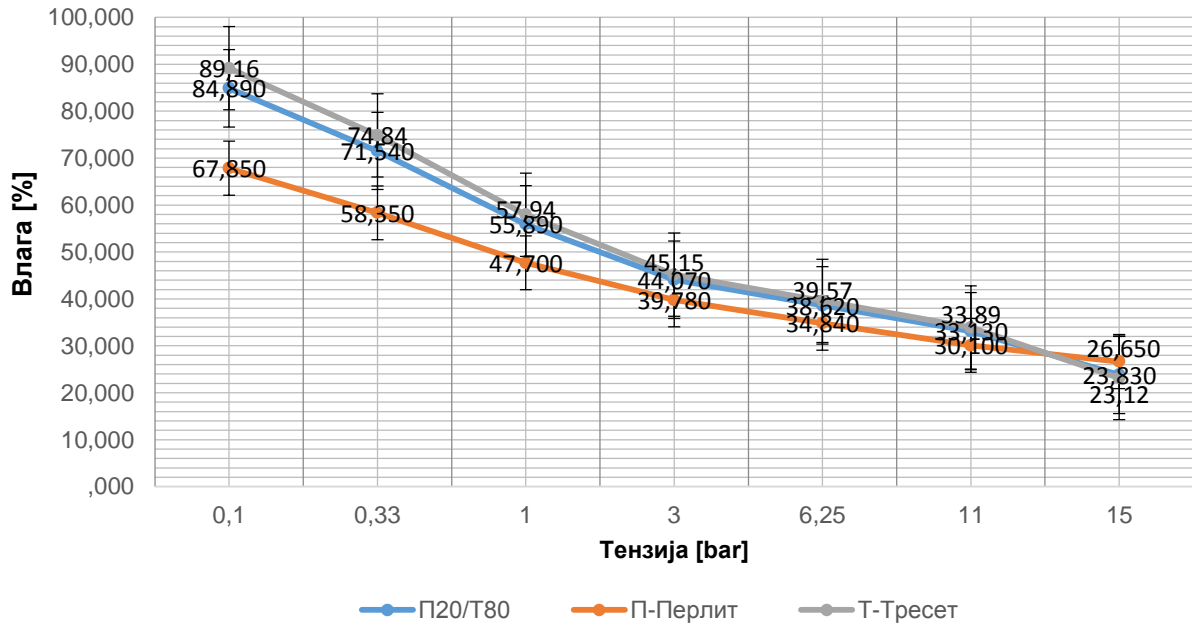


Графикон 18. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од сооднос П30/Т70

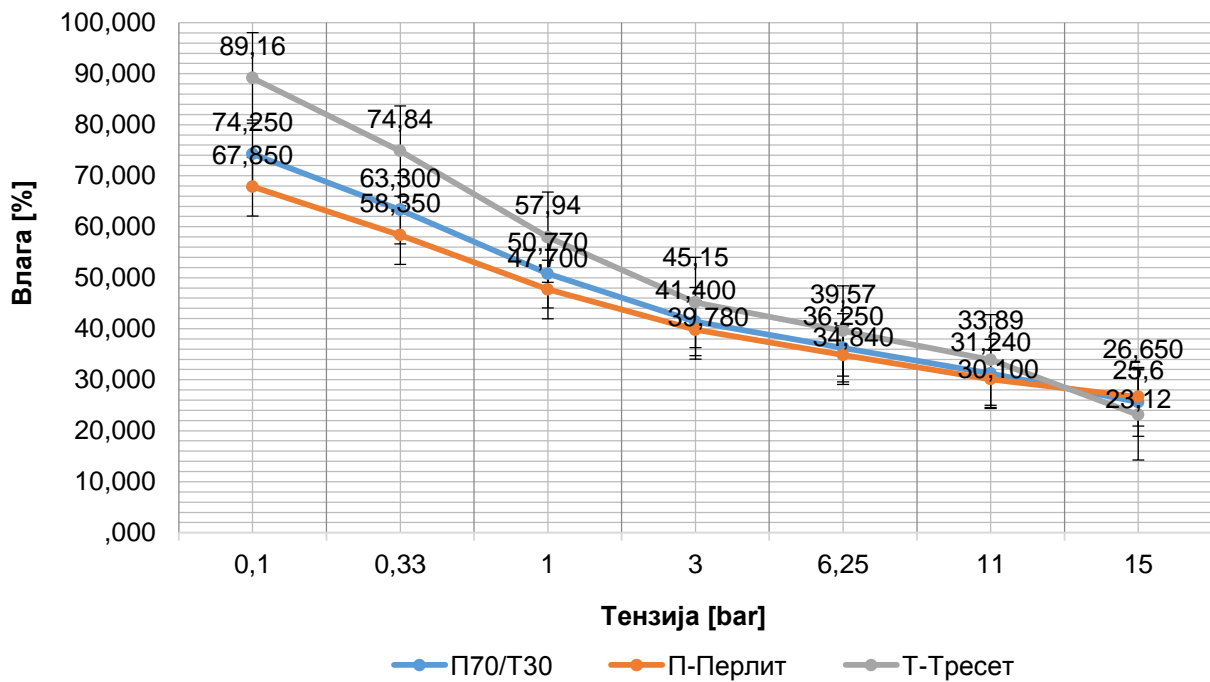
Graph 18. Moisture retention curve in the perlite, peat and variants P30/T70



Графикон 19. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од сооднос П20/Т80
Graph 19. Moisture retention curve in the perlite, peat and variants P20/T80

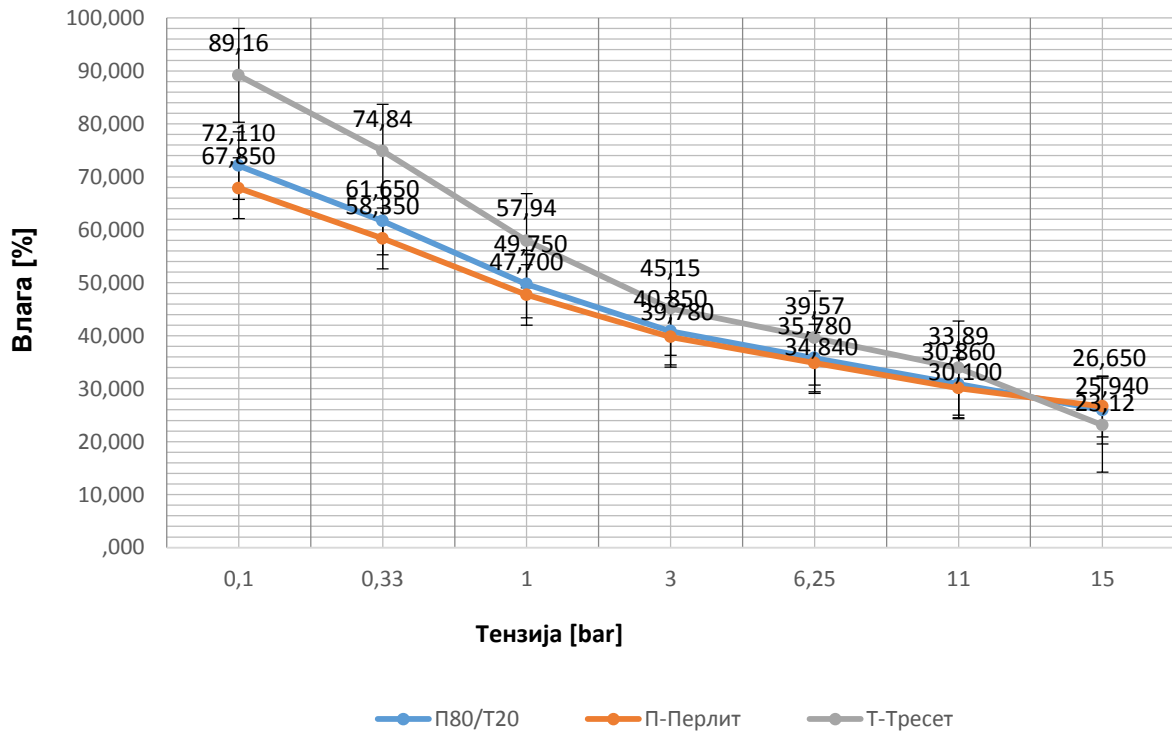


Графикон 20. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од сооднос П70/Т30
Graph 20. Moisture retention curve in the perlite, peat and variants P70/T30



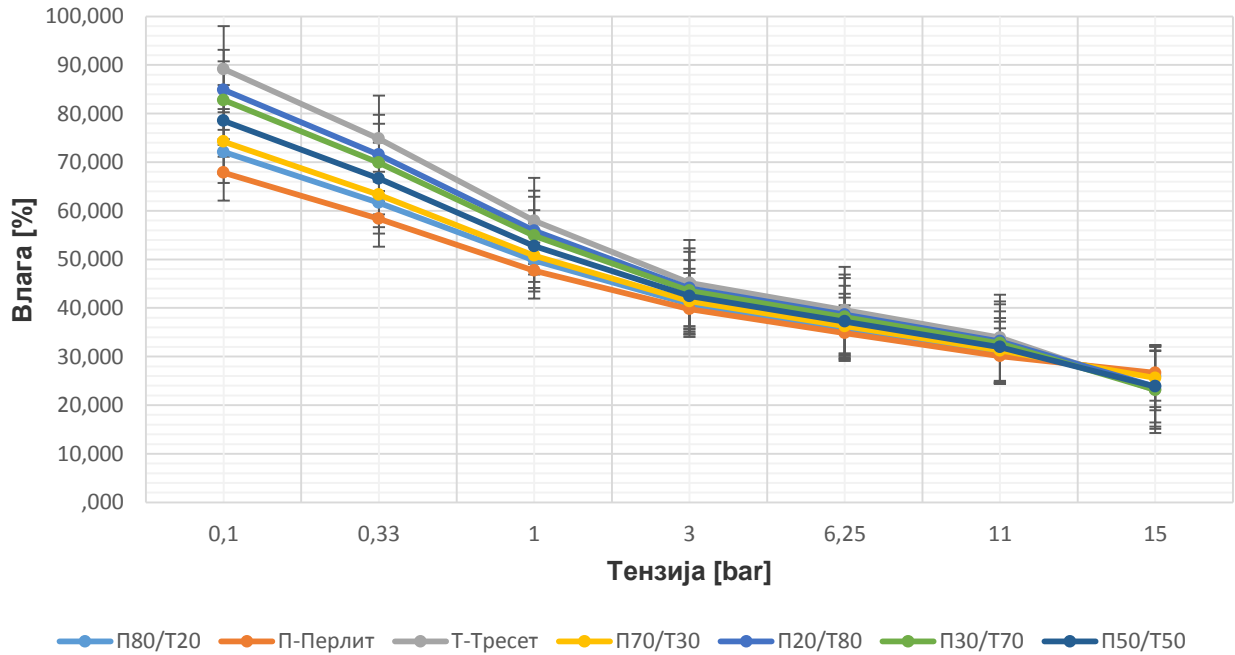
Графикон 21. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од сооднос П80/Т20

Graph 21. Moisture retention curve in the perlite, peat and variants P80/T20



Графикон 22. Ретенција на влага кај перлит, тресет и варијанта од различни соодноси

Graph 22. Moisture retention curve in the perlite, peat and variants



Табела 37. Корелацијата на испитуваните својства кај супстрат перлит и флувијатилна почва
Table 37. Correlation of the investigated properties in substrate perlite and fluvisiol

	[bar]							ρ [g/cm ³]	ρ_p [g/cm ³]	Воздушна порозност [%]	Водна порозност [%]	Вкупна порозност [%]
	0,1	0,33	1	3	6,25	11	15					
0,1 bar	1	0,998**	0,982**	0,972**	0,978**	0,958**	0,951**	-0,686**	-0,789**	0,883**	-0,748**	0,790**
0,33 bar		1	0,985**	0,977**	0,982**	0,962**	0,957**	-0,712**	-0,807**	0,865**	-0,744**	0,761**
1 bar			1	0,987**	0,991**	0,991**	0,979**	-0,757**	-0,857**	0,891**	-0,827**	0,713**
3 bara				1	0,993**	0,978**	0,989**	-0,777**	-0,870**	0,872**	-0,830**	0,670**
6,25 bara					1	0,975**	0,991**	-0,775**	-0,872**	0,885**	-0,826**	0,702**
11 bara						1	0,972**	-0,763**	-0,865**	0,892**	-0,866**	0,669**
15 bara							1	-0,799**	-0,891**	0,870**	-0,859**	0,633**
P [g/cm ³]								1	0,973**	-0,457*	0,594**	-0,164
P_p [g/cm ³]									1	-0,633**	0,734**	-0,333
Воздушна порозност [%]										1	-0,890**	0,843**
Водна порозност [%]											1	-0,506*
Вкупна порозност [%]												1

Табела 38. Корелацијата на испитуваните својства кај супстрат перлит и тресет
Table 38. Correlation of the investigated properties in substrate perlite and peat

	[bar]						ρ [g/cm ³]	ρ_p [g/cm ³]	Воздушна порозност [%]	Водна порозност [%]	Вкупна порозност [%]
	0,1	0,33	1	3	6,25	11					
0,1 bar	1	0,996**	0,959**	0,912**	0,879**	0,772**	-0,664**	0,836**	0,182	-0,102	0,544*
0,33 bar		1	0,953**	0,926**	0,894**	0,781**	-0,649**	0,840**	0,181	-0,100	0,538*
1 bar			1	0,830**	0,811**	0,828**	-0,720**	0,849**	0,179	-0,099	0,525*
3 bara				1	0,975**	0,611**	-00,401	0,776**	0,161	-0,087	0,496*
6,25 bara					1	0,570**	-0,326	0,797**	0,153	-0,079	0,476*
11 bara						1	-0,750**	0,727**	0,149	-0,079	0,470*
15 bara							1	-0,459*	-0,041	-0,031	-0,418
P [g/cm ³]								0,833**	0,087	0,004	0,538*
P_p [g/cm ³]								1	0,262	-0,187	0,558**
Воздушна порозност [%]									1	-0,990**	0,635**
Водна порозност [%]										1	-0,520*
Вкупна порозност [%]											1

Табела 39. Корелацијата на испитуваните својства кај супстрат перлит и хидрогена црница
Table 39. Correlation of the investigated properties in substrate perlite and mollic vertic gleysol

	[bar]						ρ [g/cm ³]	ρ_p [g/cm ³]	Воздушна порозност [%]	Водна порозност [%]	Вкупна порозност [%]
	0,1	0,33	1	3	6,25	11					
0,1 bar	1	0,991**	0,965**	0,960**	0,958**	0,930**	0,955**	-0,446*	0,969**	-0,671**	0,759**
0,33 bar		1	0,964**	0,960**	0,966**	0,934**	0,953**	-0,436*	0,967**	-0,680**	0,754**
1 bar			1	0,967**	0,961**	0,957**	0,956**	-0,442*	0,985**	-0,660**	0,791**
3 bara				1	0,979**	0,948**	0,985**	-0,456*	0,985**	-0,690**	0,757**
6,25 bara					1	0,928**	0,974**	-0,431	0,970**	-0,685**	0,752**
11 bara						1	0,941**	-0,452*	0,969**	-0,657**	0,769**
15 bara							1	-0,463*	0,979**	-0,689**	0,749**
P [g/cm ³]								0,767**	-0,596**	0,440*	-0,466*
P_p [g/cm ³]								1	-0,486*	0,357	-0,358
Воздушна порозност [%]								1	1	-0,720**	0,754**
Водна порозност [%]										1	-0,098
Вкупна порозност [%]											1

Табела 40. Мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз ретенцискиот капацитет на различни притисоци
Table 40. Multivariate general linear model for the influence of variants, various ratios within the variants and their interaction on retention capacity of various pressures

Параметри/ Parameters	Извор на варијација/ Source of variation											
	Модел / Model		Варијанта / Variants		Сооднос / Ratios		Варијанта x сооднос / Variants x ratios		Грешка / Error		Варијанса/ variants	
	df	F	df	F	df	F	df	F	df	F		
^a 0,1bar	21	6148,285***	2	7524,514***	6	340,291***	12	349,427***	42		1,622	
^b 0,33 bar	21	3739,863***	2	4213,902***	6	216,312***	12	200,042***	42		1,952	
^c 1 bar	21	3146,833***	2	3048,976***	6	202,080***	12	144,546***	42		1,515	
^d 3 bara	21	1696,377***	2	1401,528***	6	129,122***	12	68,316***	42		1,907	
^e 6,25 bara	21	1266,768***	2	1108,548***	6	98,851***	12	52,243***	42		1,945	
^f 11 bara	21	1088,062***	2	950,159***	6	93,450***	12	45,956***	42		1,662	
^g 15 bara	21	665,417***	2	366,780***	6	111,919***	12	17,439***	42		1,827	

^aR² = 1; ^bR² = 0,999; ^cR² = 0,999; ^dR² = 0,998; ^eR² = 0,998; ^fR² = 0,997; ^gR² = 0,996;

***статистички значајно на ниво p < 0,001; **статистички значајно на ниво p < 0,01; *статистички значајно на ниво p < 0,05

Во табела 40 се прикажани резултатите од мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз ретенцискиот капацитет, мерен на различни притисоци.

Сите статистички модели за влијанието на варијантите и различниот сооднос на перлит и флувијална почва, перлит и тресет и перлит со почва водородна црница во соодветните варијанти, како и интеракцијата на варијантата и соодносот врз ретенцискиот капацитет на различни притисоци, покажаа висока статистичка значајност ($p < 0,001$). Според добиените резултати од статистичкиот модел, варијантите покажаа високо статистички значајно влијание врз ретенцискиот капацитет, мерен на различни притисоци ($p < 0,001$). Влијанието на различните соодноси во самите варијанти исто така покажаа високо статистички значајно влијание на ретенцискиот капацитет, мерен на различни притисоци ($p < 0,001$). Интеракцијата на варијантите и соодносот покажа високо и статистички значајно влијание ($p < 0,001$) врз ретенцискиот капацитет. Вредноста за R^2 во сите четири статистички модели беше висока. Ова значи дека поголемиот дел од варијансата за ретенцискиот капацитет на различни притисоци може да се објасни преку изворите на варијација вклучени во моделот.

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од ретенцискиот капацитет на 0,1; 0,33; 1; 3; 6,25; 11 и 15 bara, зависно од варијантата, прикажани се во табелите 41, 42, 43, 44, 45, 46 и 47. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од ретенцискиот капацитет на 0,1; 0,33; 1; 3; 6,25; 11 и 15 bara постоеше меѓу сите варијанти.

Притоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности на ретенцискиот капацитет на 0,1 bar беше утврдена меѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет и изнесуваше 47,76.

Додека кај ретенцискиот капацитет на 0,33 bar најголема статистички значајна разлика во средните вредности е утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет и изнесуваше 39,18.

Кај ретенцискиот капацитет на 1 bar, најголема статистички значајна разлика во средните вредности беше утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет и таа разлика изнесува 29,44.

При ретенцискиот капацитет на 3 бара, најголема статистички значајна разлика во средните вредности беше утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет и истата изнесува 22,51.

Најголема статистички значајна разлика во средните вредности на ретенцискиот капацитет, мерен на притисок од 6,25 бара е утврдена меѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет и изнесува 20,23.

Кај ретенцискиот капацитет на 11 бара, најголема статистички значајна разлика (од 17,27) постои во средните вредности помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет.

Најголема статистички значајна разлика во средните вредности на ретенцискиот капацитет на 15 бара (11,30) е забележана помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет .

Табела 41. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 0,1 bar меѓу варијантите
Table 41. Testing the differences of the mean values of 0,1 bar between the variants

0,1 bar	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-47,76*	-18,12*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	29,64*

Табела 42. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 0,33 бара меѓу варијантите
Table 42. Testing the differences of the mean values of 0,33 bar between the variants

0,33 bar	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-39,18*	-14,67*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	24,50*

Табела 43. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 1 bar меѓу варијантите
Table 43. Testing the differences of the mean values of 1 bar between the variants

1 bar	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-29,44*	-11,58*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	17,86*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 44. Тестирање на разликите на средните вредности од тенцискиот капацитет при притисок од 3 бара меѓу варијантите
Table 44. Testing the differences of the mean values of 3 bar between the variants

3 bara	перлит-perlite /тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-22,51*	-9,87*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	12,64*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 45. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 6,25 bara меѓу варијантите
Table 45. Testing the differences of the mean values of 6.25 bar between the variants

6,25 bara	перлит-perlite /тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-20,23*	-9,09*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	11,14*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 46. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 11 bara меѓу варијантите
Table 46. Testing the differences of the mean values of 11 bar between the variants

11 bara	перлит-perlite /тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-17,27*	-7,20*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	10,06*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 47. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 15 bara меѓу варијантите
Table 47. Testing the differences of the mean values of 15 bar between the variants

15 bara	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-11,30*	-5,63*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	5,67*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од ретенцискиот капацитет на 0,1 bar, како функција од различниот сооднос на перлит, флувијална почва, тресет и почва хидрогена црница во соодветните варијанти, прикажани се во табела 48. Забележителна беше статистички значајната негативна разлика во средните вредности од 0,1 bar помеѓу перлитот и различните соодноси. Овој податок имплицира дека процентот на ретенција при 0,1 bar во перлитот е поголем спореден со присуството на ретенцијата од 0,1 bar во различните соодноси на варијантите.

Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за ретенцискиот капацитет мерен на 0,1 bar на варијантите беше утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т 80/П20 и Аа,Аб,Т 20/П80 и истата изнесува 6,87. Притоа, разликата во средните вредности од ретенцискиот капацитет на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности од ретенцискиот капацитет мерен на 0,1 bar - 25,52 постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет, што во различен сооднос ги формираа варијантите.

Табела 48. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 0,1 bar зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 48. Testing the differences of the mean values of 0.1 bar depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

0,1 bar	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-0,93	3,23*	-2,05*	-3,61*	-16,78*	8,74*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	4,19*	-1,12	-2,68*	-15,84*	9,68*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-5,31*	-6,87*	-20,03*	5,48*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-1,56	-14,72*	10,80*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-13,17*	12,35*
Перлит					1	25,52*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Повторно, забележителна беше статистички значајната негативна разлика, изразена во табела 49, во средните вредности од 0,33 bar помеѓу перлитот и различните соодноси, што е индикатор дека ретенцијата од 0,33 bar во перлитот е поголема споредено со ретенцијата во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за ретенцискиот капацитет мерен на 0,33 bar беше утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80 и истата изнесува 6,70. Покрај тоа, разликата во средните вредности од ретенцискиот капацитет на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите, во варијантите покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности од ретенцискиот капацитет мерен на 0,33 bar, 22,20 постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен сооднос ги формираа варијантите.

Табела 49. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 0,33 bar зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 49. Testing the differences of the mean values of 0.33 bar depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

0,33 bar	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-0,54	3,26*	-1,99	-3,43*	-14,28*	7,92*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	3,80*	-1,45	-2,89*	-13,74*	8,46*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-5,25*	-6,70*	-17,54*	4,66*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-1,44	-12,29*	9,91*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-10,84*	11,36*
Перлит					1	22,20*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Забележителна беше статистички значајната негативна разлика во средните вредности од 1 bar помеѓу перлитот и различните соодноси, што е индикатор дека ретенцијата мерена на 1 bar во перлитот е поголема споредено со ретенцијата мерена на 1 bar во различните соодноси на варијантите изразена во табела 50. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за ретенцискиот капацитет мерен на 1 bar на варијантите постои меѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т 20/П80 и истата изнесува 7,02. Покрај тоа, разликата во средните вредности од ретенцискиот капацитет на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности од ретенцискиот капацитет мерен на 1 bar - 18,25, постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен соодноси ги формираа варијантите.

Табела 50. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 1 bar зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 50. Testing the differences of the mean values of 1 bar depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

1 bar	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	0,95	2,75*	-2,47*	-4,27*	-11,88*	6,37*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	1,80	-3,42*	-5,22*	-12,83*	5,42*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-5,22*	-7,02*	-14,63*	3,62*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-1,80	-9,41*	8,84*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-7,61*	10,64*
Перлит						18,25*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Повторно, забележителна е статистички значајната негативна разлика во средните вредности од ретенцијата, мерена на притисок од 3 бара помеѓу перлитот и различните соодноси изразена во табела 51. Овој податок имплицира дека ретенцијата од 3 бара во перлитот е поголема споредено во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за ретенцискиот капацитет мерен на притисок од 3 бара е утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80 и изнесуваше 6,79. Притоа, разликата во средните вредности од ретенцискиот капацитет на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности од ретенцискиот капацитет мерен на 3 бара - 16,26, постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен сооднос ги формираа варијантите.

Табела 51. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 3 bara зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 51. Testing the differences of the mean values of 3 bar depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

3 bara	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	1,27	2,50*	-2,26*	-4,29*	-9,95*	6,31*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	1,23	-3,53*	-5,56*	-11,22*	5,04*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-4,75*	-6,79*	-12,44*	3,81*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-2,03	-7,69*	8,57*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-5,66*	10,60*
Перлит					1	16,26*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

При тоа во табела 52 беше забележителна статистички значајната негативна разлика во средните вредности од ретенцискиот капацитет на 6,25 bara помеѓу перлитот и различните соодноси. Од овој податок може да се заклучи дека ретенцискиот капацитет на 6,25 bara во перлитот е поголем споредено со присуството на достапната влага во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за ретенцискиот капацитет мерен на притисок од 6,25 bara на варијантите е утврдена меѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80 и изнесува 5,99. Покрај тоа, значајна разлика во варијантите е утврдена и во средните вредности од ретенцискиот капацитет на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси. Најголема разлика во средните вредности од ретенцискиот капацитет мерен на 3 bara - 14,33 постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен соодноси ги формираа варијантите.

Табела 52. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет, при притисок од 6,25 bara зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 52. Testing the differences of the mean values of 6.25 bar depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

6,25 bar	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	1,70	2,96*	-1,48	-3,03*	-8,43*	5,90*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	1,26	-3,18*	-4,74*	-10,14*	4,19*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-4,44*	-5,99*	-11,40*	2,94*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-1,55	-6,95*	7,38*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-5,40*	8,9*
Перлит					1	14,33*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Во табела 53 беше забележителна статистички значајната негативна разлика во средните вредности од ретенцискиот капацитет на 11 bara помеѓу перлитот и различните соодноси. Тоа укажува на сознанието дека ретенцискиот капацитет на 11 bara во перлитот е поголема споредено со присуството на достапната влага во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика (од 5,49) постои меѓу вредностите за ретенцискиот капацитет мерен на 11 bara кај соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80. Покрај тоа, разликата во средните вредности од ретенцискиот капацитет на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности од ретенцискиот капацитет мерен на притисок од 11 bara (12,72) постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различни соодноси ги формираа варијантите.

Табела 53. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 11 bara зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 53. Testing the differences of the mean values of 11 bar depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

11 bara	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	1,13	2,12*	-2,10*	-3,38*	-8,01*	4,71*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	0,99	-3,23*	-4,51*	-9,15*	3,58*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-4,22*	-5,49*	-10,13*	2,59*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-1,28	-5,92*	6,80*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-4,64*	8,08*
Перлит					1	12,72*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Забележителна беше статистички значајната негативна разлика во средните вредности од ретенцискиот капацитет на притисок од 15 bara помеѓу перлитот и различните соодноси, изразена во табела 54. Овој податок е индикатор дека ретенцискиот капацитет на 15 bara во перлитот е поголем споредено со присуството на достапната влага во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за ретенцискиот капацитет мерен на 15 bara на варијантите беше утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80 и таа разлика изнесува 6,86. Покрај тоа, разликата во средните вредности од ретенцискиот капацитет на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значителна вредност. Најголема разлика во средните вредности од ретенцискиот капацитет мерен на притисок од 15 bara (14,16) е детектирана меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен соодноси ги формираа варијантите.

Табела 54. Тестирање на разликите на средните вредности од ретенцискиот капацитет при притисок од 15 bara зависно од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 54. Testing the differences of the mean values of 15 bar depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

15 bara	Aa,Ab,T 70/П30	Aa,Ab,T 80/П20	Aa,Ab,T 30/П70	Aa,Ab,T 20/П80	Перлит	Aa,Ab,T
Aa,Ab,T 50/П50	1,87	2,88*	-2,87*	-3,98*	-8,39*	5,77*
Aa,Ab,T 70/П30	1	1,01	-4,74*	-5,85*	-10,26*	3,90*
Aa,Ab,T 80/П20		1	-5,75*	-6,86*	-11,27*	2,89*
Aa,Ab,T 30/П70			1	-1,11	-5,52*	8,64*
Aa,Ab,T 20/П80				1	-4,41*	9,75*
Перлит					1	14,16*

5.4. РЕЗУЛТАТИ ОД ХЕМИСКИ СВОЈСТВА НА СУПСТРАТ ПЕРЛИТ, ТРЕСЕТ, ФЛУВИЈАТИЛНА ПОЧВА И ХИДРОГЕНА ЦРНИЦА И НИВНИТЕ СООДНОСИ

5.4.1. Определување на хумус и азот

Во табелите 55, 56 и 57 се дадени резултати со средни вредности на истражуваните својства на хумус, вкупен азот N %, pH-реакција, електричниот кондуктивитет EC и содржината на карбонати CaCO₃ кај супстрат перлит, тресет, почвени типови флувијатилна почва, хидрогена црница, и нивните варијанти во различни соодноси: Aa20/П80; Aa30/П70; Aa80/П20; Aa70/П30; Aa50/П50; Ab20/П80; Ab30/П70; Ab80/П20; Ab70/П30; Ab50/П50; T20/П80; T30/П70; T80/П20; T70/П30 и T50/П50. Покрај тоа, претставени се и резултатите од регресискиот мултиваријантен статистички модел за влијанието на различните варијанти, различниот сооднос во варијантите и нивната интеракција врз хумус, вкупен азот N %, pH-реакција, електричниот кондуктивитет EC и содржината на карбонати CaCO₃. Дополнително, прикажани се и резултатите од пост-хок анализата за тестирање на разликите во средните вредности на зависните променливи зависно од изворите на варијација.

Табела 55. Хемиски својства на супстрат перлит и флувијатилна почва
Table 55. Chemical properties of substrat perlite and fluvisiol

	n	Хумус [%] Organic mater [%]		Вкупен Азот N [%] Total N[%]		pH во H ₂ O		ЕС [mS/cm]		Капацитет на атсорпција cation-exchange capacity CEC [meq/100g]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-перлит	3	0,00	0,00	0,00	0,00	6,72	0,01	0,10	0,01	4,00	0,01
Аа-почва	3	1,62	0,05	0,10	0,00	7,03	0,07	2,99	0,08	14,00	0,10
П80/Аа20	3	1,21	0,01	0,07	0,00	6,80	0,01	1,56	0,01	6,60	0,97
П70/Аа30	3	1,17	0,02	0,07	0,00	6,80	0,01	1,49	0,01	7,00	1,00
П50/Аа50	3	1,32	0,03	0,07	0,01	6,84	0,05	1,70	0,05	9,00	1,72
П30/Аа70	3	1,46	0,32	0,09	0,01	6,90	0,08	1,96	0,03	11,00	1,30
П20/Аа80	3	1,55	0,03	0,09	0,00	6,88	0,11	2,90	0,08	12,00	1,12

Табела 56. Хемиски својства на супстрат перлит и почвен тип хидрогена црница

Table 56. Chemical properties of substrat perlite and mollic vertic gleysol

	n	Хумус [%] Organic mater [%]		Вкупен Азот N [%] Total N[%]		pH во H ₂ O		ЕС [mS/cm]		Капацитет на атсорпција cation-exchange capacity CEC [meq/100g]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-перлит	3	0,00	0,00	0,00	0,00	6,72	0,01	0,10	0,01	4,00	0,01
Аб-почва	3	1,88	0,91	0,12	0,00	7,31	0,18	4,75	0,11	32,31	1,06
П80/Аб20	3	1,37	0,88	0,08	0,01	6,91	1,61	0,95	1,19	7,27	1,35
П70/Аб30	3	1,41	0,97	0,85	0,26	6,93	1,75	1,44	0,86	12,43	2,06
П50/Аб50	3	1,53	0,02	0,09	0,00	6,92	0,02	2,43	0,06	20,16	1,12
П30/Аб70	3	1,57	0,05	0,09	0,00	6,94	0,07	3,33	0,03	23,82	1,18
П20/Аб80	3	1,80	1,08	0,11	0,00	6,92	1,38	3,80	1,51	26,65	2,79

Табела 57. Хемиски својства на супстрат перлит и тресет
Table 57. Chemical properties of substrat perlite and peat

	n	Хумус [%] Organic mater [%]		Вкупен Азот N [%] Total N [%]		pH во H ₂ O		ЕС [mS/cm]		Капацитет на атсорпција cation- exchange capacity CEC [meq/100g]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-перлит	3	0,00	0,00	0,00	0,00	6,72	0,01	0,10	0,01	4,00	0,01
Т-Тресет	3	68,50	1,00	2,05	0,01	5,55	0,23	37,00	0,09	121,30	1,36
П80/Т20	3	66,34	1,14	1,33	0,03	6,50	0,10	7,48	0,10	27,46	1,45
П70/Т30	3	65,66	1,24	1,31	0,08	6,37	0,10	11,17	0,11	39,19	0,95
П50/Т50	3	67,78	1,14	1,36	0,05	6,14	0,07	18,55	0,17	62,65	1,14
П30/Т70	3	69,94	0,38	1,40	0,04	5,91	0,11	25,93	0,20	86,11	2,06
П20/Т80	3	67,56	0,48	1,35	0,07	5,78	0,16	29,62	0,73	97,84	1,38

5.4.2. pH на растворот

Од податоците во табелите 55, 56 и 57 кај испитуваните својства на реакцијата на растворот pH кај супстратот перлит, флувијатилна почва и хидрогена црница, се уочува pH на растворот кај хидрогена црница со средна вредност од pH 7,30, а кај перлитот е со средна вредност од pH 6,72. Кај флувијатилната почва, реакцијата на почвениот раствор е со средна вредност од 7,03 (неутрална) и pH-реакција кај тресет pH = 5,55.

5.4.3. Содржина на соли

Резултатите од електричниот кондуктивитет ЕС на мерените почви се дадени во табела 55, 56 и 57. Од табелите се забележува дека содржината на соли кај супстратот перлит е со средна вредност на кондуктивитетот од 0,10 mS/cm. Кондуктивноста на флувијатилна почва е со средна вредност 2,99 mS/cm. Додека пак, почвениот тип хидрогена црница има вредност за кондуктивитетот од 4,75 mS/cm. Кај тресетот, содржината на лесно растворливи соли е со средна вредност од 37,00 mS/cm.

Во табела 58 се прикажани резултатите од мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз хумус, вкупен N, pH, ЕС, CaCO₃ и CEC.

Сите статистички модели за влијанието на варијантите и различниот сооднос на перлит и алувијална почва, перлит и тресет и перлит со почва црница во соодветните варијанти, како и интеракцијата на варијантата и соодносот врз варијантите и нивната интеракција врз хумус, вкупен N, pH, EC, CEC, освен CaCO₃, покажаа висока статистичка значајност ($p < 0,001$). Според добиените резултати од статистичкиот модел, варијантите покажаа високо статистички значајно влијание врз варијантите и нивната интеракција врз хумус, вкупен N, pH, EC, CEC, освен CaCO₃ ($p < 0,001$). Влијанието на различните соодноси во самите варијанти исто така покажаа високо статистички значајно влијание на варијантите и нивната интеракција врз хумусот, вкупен N, pH, EC, CEC, освен на CaCO₃, и pH ($p < 0,001$), Интеракцијата на варијантите и соодносот покажа високо статистички значајно влијание ($p < 0,001$) врз хумусот, вкупен N, pH, EC, CEC, CaCO₃, освен на pH. Вредноста за R² во сите четири статистички модели беше висока. Ова значи дека поголемиот дел од варијантата може да се објасни преку изворите на варијација вклучени во моделот.

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од хумус, вкупен азот N %, зависно од варијантата се прикажани во табела 59. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од хумусот постои помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет, како и помеѓу варијантите перлит/тресет и перлит / хидрогена црница. Меѓутоа, не постоеше статистички значајна разлика помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/хидрогена црница.

Притоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности на од хумус е утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва почва и перлит/тресет и таа изнесува 56,78.

Табела 58. Мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз хумус, вкупен N, pH, ЕС-електрична спроводливост (кондуктивност), CaCO₃, CEC

Table 58. Multivariate general linear model for the influence of variants, various ratios within the variants and their interaction on organic mater, total N, pH, EC, CaCO₃, CEC

Параметри / Parameters	Извор на варијација / Source of variation											
	Модел / Model		Варијанта / Variants		Сооднос / Ratios		Варијанта x сооднос / Variants x ratios		Грешка / Error			
	df	F	df	F	df	F	df	F	df	варијанта/ variants		
^a Хумус [%] Organic mater%	21	8833,448***	2	50617,544***	6	1608,719***	12	1409,810***	42	0,444		
^b Вкупен азот Total N [%]	21	496,581***	2	2203,663***	6	138,211***	12	101,497***	42	0,004		
^c pH во H ₂ O pH in H ₂ O	21	359,800***	2	10,577***	6	0,188	12	0,695	42	0,368		
^d EC/ [mS/cm]	21	2078,435***	2	7809,617***	6	1017,464***	12	580,862***	42	0,243		
^e CaCO ₃	21	0	2	0	6	0	12	0	42	0,000		
^f капацитетот на атсорпција CEC	21	2026,320***	2	2864,632***	6	989,333***	12	471,704***	42	6,892		

^aR² = 0,1; ^bR² = 0,994; ^cR² = 0,992; ^dR² = 0,999; ^eR² = 0,0; ^fR² = 0,999.

***статистички значајно на ниво p < 0,001; **статистички значајно на ниво p < 0,01; *статистички значајно на ниво p < 0,05

Табела 59. Тестирање на разликите на средните вредности од хумус меѓу варијантите

Table 59. Testing the differences of the mean values of organic mater between the variants

Хумус [%] Organic mater [%]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-56,78*	-0,17
перлит-perlite/ тресет- peat	1	56,60*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 60. Тестирање на разликите на средните вредности од хумус од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 60. Testing the differences of the mean values of organic mater depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Хумус [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-0,78	-0,09	0,79	0,57	23,54*	-0,46
Аа,Аб,Т 70/П30	1	0,69	1,58*	1,35*	24,32*	0,33
Аа,Аб,Т 80/П20		1	0,89	0,66	23,64*	-0,36
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-0,23	22,75*	-1,25*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	22,97*	-1,02*
Перлит					1	-23,99*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Во табела 60 се забележува статистички значајната позитивна разлика во средните вредности на хумусот помеѓу перлитот и различните соодноси, што укажува дека процентот на хумус во перлитот е најмала, споредено со присуството на хумус во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за хумус на варијантите беше утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т30/П70 и Аа,Аб,Т70/П30 и таа вредност изнесува 1,58. Притоа, разликата во средните вредности од хумус на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности од хумус (23,99) постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен соодноси ги формираа варијантите.

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од вкупен азот N % зависно од варијантата се прикажани во табела 61. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од вкупниот азот N % постоеше меѓу сите

варијанти. Притоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности на вкупен азот N % од 1.19 е утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет.

Табела 61. Тестирање на разликите на средните вредности од вкупен азот N (%) меѓу варијантите

Table 61. Testing the differences of the mean values of total nitrogen between the variants

Вкупен азот N [%] Total nitrogen N [%]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-1,19*	-0,12*
перлит-perlite/ тресет- peat		1,07*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 62. Тестирање на разликите на средните вредности од вкупен азот N од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 62. Testing the differences of the mean values of total nitrogen depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Вкупен N [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-0,019	-0,01	-0,23*	0,01	0,51*	-0,25*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	0,01	-0,22*	0,03	0,53*	-0,23*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-0,23*	0,02	0,52*	-0,24*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	0,25*	0,74*	-0,01
Аа,Аб,Т 20/П80				1	0,50*	-0,26*
Перлит					1	-0,75*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Забележителна беше статистички значајната позитивна разлика изразена во табела 62 во средните вредности на вкупен азот помеѓу перлитот и различните соодноси, што укажува дека процентот на вкупен азот во перлитот е најмал споредено со присуството на вкупен азот во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за вкупен азот N % е утврдена кај соодносот Аа,Аб,Т 80/П70 и Аа,Аб,Т 30/П80 и таа вредност изнесува 0,25. Покрај тоа и разликата во средните вредности од вкупен азот N % на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности

од вкупен азот N % од 0,75 постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен соодноси ги формираа варијантите.

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од pH, зависно од варијантата, прикажани се во табела 63. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од pH се забележува помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет, како и помеѓу варијантите перлит/тресет и перлит/хидрогена црница. Сепак, не е забележана статистички значајна разлика помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/хидрогена црница. Притоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности (0.77) од хумус е утврдена помеѓу варијантите перлит/хидрогена црница почва и перлит/тресет.

Табела 63. Тестирање на разликите на средните вредности од pH меѓу варијантите

Table 63. Testing the differences of the mean values of pH between the variants

pH	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница - mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	0,72*	-0,06
перлит-perlite/ тресет- peat	1	-0,77*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 64. Тестирање на разликите на средните вредности од pH од различниот сооднос на перлит флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 64. Testing the differences of the mean values of pH depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

pH	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	0,05	0,11	-0,07	-0,10	-0,09	0,10
Аа,Аб,Т 70/П30	1	0,06	-0,12	-0,15	-0,14	0,05
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-0,17	-0,21	-0,20	-0,01
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-0,04	-0,02	0,16
Аа,Аб,Т 20/П80				1	0,01	0,2
Перлит					1	0,19

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Од табелата 64 се забележува дека не постои статистички значајни разлики меѓу разликите на средните вредности од pH од различниот сооднос

на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти.

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од ЕС, зависно од варијантата, прикажани се во табела 65. Најголема статистички значајна разлика во средните вредности на ЕС 16,74 е утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет. Меѓутоа, статистички значајна разлика меѓу средните вредности од електричениот кондуктивитет постоеше меѓу сите варијанти.

Табела 65. Тестирање на разликите на средните вредности од ЕС меѓу варијантите

Table 65. Testing the differences of the mean values of EC between the variants

електричениот кондуктивитет ЕС [mS/cm]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-16,74*	-0,59*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	16,15*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 66. Тестирање на разликите на средните вредности од електричната спроводливост ЕС од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 66. Testing the differences of the mean values of EC depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

ЕС [mS/cm]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-2,85*	-4,55*	2,86*	4,23*	7,46*	-7,35*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	-1,70*	5,71*	7,08*	10,31*	-4,50*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	7,49*	8,78*	12,01*	-2,80*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	1,37*	4,60*	-10,21*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	3,23*	-11,58*
Перлит					1	-14,81*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за ЕС, изразена во табела 66, утврдена беше помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т 20/П80 и таа вредност изнесува 8,78. Притоа разликите во средните вредности на ЕС помеѓу перлитот и различните соодноси покажаа статистички

значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности од 14,81 за ЕС постои кај тресетот и соодветните почви и тресет кои во различен сооднос ги формираа варијантите.

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од СЕС, зависно од варијантата, прикажани се во табелата 67. Најголема статистички значајна разлика во средните вредности на СЕС од 58,77 е утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/хидрогена црница. Меѓутоа, статистички значајна разлика меѓу средните вредности од СЕС постоеше кај сите варијанти.

Табела 67. Тестирање на разликите на средните вредности од капацитетот на атсорпција СЕС меѓу варијантите

Table 67. Testing the differences of the mean values of cation-exchange capacity CEC between the variants

Капацитетот на атсорпција / Cation-exchange capacity СЕС [meq/100g]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	14,21*	58,77*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	44,56*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 68. Тестирање на разликите на средните вредности од СЕС од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 68. Testing the differences of the mean values of СЕС depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

СЕС [meq/100g]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-13,70*	-20,89*	20,40*	27,69*	60,27*	8,40*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	-7,19*	34,10*	41,40*	73,97*	22,10*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	41,29*	48,59*	81,16*	29,29*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	7,29*	39,87*	-11,99*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	32,57	-19,29*
Перлит					1	-51,87*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Во табела 68 се тестирани разликите на средните вредности од СЕС. Најголема статистички значајна разлика е најголема меѓу вредностите за СЕС од 48.59 беше утврдена кај соодносот А80/П20 и А20/П80. Разликите во

средните вредности СЕС помеѓу перлитот и различните соодноси покажаа скоро секаде статистички значајна разлика. Покрај тоа, разликата во средните вредности СЕС на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности од 51,87 за СЕС постои кај тресетот и соодветните почви и тресет кои во различен сооднос ги формираа варијантите.

5.4.4. КАПАЦИТЕТ НА АТСОРПЦИЈА НА КАТЈОНИ

Во почвениот и супстратниот атсорптивен комплекс на почвите можат да бидат следниве катјони: Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Mn^{3+} , и H^+ јони. Во табела 69, 70, 71, 72 и 73 се дадени резултатите со средни вредности на истражуваните својства на тотален капацитет, содржината на вкупните базични јони, како и на процентот на базичните јони. Содржината на базичните јони Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ (изразена во $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$); содржината на H^+ + Al^{3+} cmol , кај супстрат перлит, тресет, почвени типови флувијатилна почва, хидрогена црница, и нивните варијанти во различни соодноси Аа20/П80; Аа30/П70; Аа80/П20; Аа70/П30; Аа50/П50; А620/П80; А630/П70; А680/П20; А670/П30; А650/П5; Т20/П80; Т30/П70; Т80/П20; Т70/П30 и Т50/П50.

Покрај тоа, дадени се и резултатите од регресискиот мултиваријантен статистички модел за влијанието на различните варијанти, различниот сооднос во варијантите и нивната интеракција врз тоталниот капацитет, содржината на вкупните базични јони и содржината на процентот на базичните јони. Дополнително, прикажани се и резултатите од пост-хок анализата за тестирање на разликите во средните вредности на зависните променливи, зависно од изворите на варијација.

5.4.5. Вкупен капацитет за атсорпција на катјони

Од добиените податоци од табела 69 за вкупен капацитет за атсорпција на катјони (Т) [$\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$] кај перлит, флувијатилна почва, може да се констатира следното. Перлитот има висока содржина на вкупен или тотален капацитет на атсорпција со средна вредност од 173,32 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Кај

флувијатилна почва, капацитетот на атсорпција е со средна вредност од 22,87 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Од анализираните својства во табела 70, може да се забележи дека содржината на вкупниот капацитет на атсорпција кај хидрогена црница е со средна вредност од 30,36 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Од табела 71, се забележува дека вкупниот капацитет на атсорпција кај тресет е со средна вредност од 54,24 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

5.4.6. Содржината на вкупните базични јони

Содржината на вкупните базични јони (S), од табела 69, кај перлитот е со средна вредност од 171,12 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, додека вкупната содржината на базични јони кај супстратот тресет е со средна вредност од 50,43 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Кај флувијатилна почва, вкупната содржина на базични јони има пониска средна вредност што изнесува 19,66 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Во табела 70 се дадени вредностите за сумата (S) на вкупна содржина на базични јони кај хидрогената црница. Кај почвениот тип хидрогена црница, вкупната содржина на базични јони изнесува 24,96 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Во табела 71, дадени се резултатите за вкупната содржината на базични јони кај супстратот тресет, при што средната вредност кај оваа комбинација изнесува 50,43 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

5.4.7. Степенот на заситеност со базични јони

Во табелите 69, 70 и 71, прикажани се резултати од степенот на заситеност со базични јони (V%). Супстратот перлит се карактеризира со највисока средна вредност 98,73 %, а потоа доаѓа супстратот тресет со средна вредност од 92,99 %. Кај флувијатилна почва, средната вредност на атсорбирани базични јони изнесува 85,70 %, додека средна вредност на атсорбираните базични јони кај хидрогена црница изнесува 82,25 %.

5.4.8. Содржината на јоните на калциум Ca^{2+}

Содржината на базичните јони Ca^{2+} (табела 69) кај супстратот перлит е со висок процент со средна вредност од 142,01 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, додека кај флувијатилна почва е забележана релативно ниска содржина на Mg^{2+} , со

средна вредност од $7,45 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Од табела 70 констатираме дека содржината на базичните јони Ca^{2+} има средна вредност од $18,41 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ кај анализираните својства кај хидрогената црница. Додека, пак кај супстратот тресет, содржината на базични јони Ca^{2+} е со средна вредност $42,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ (табела 71).

5.4.9. Содржина на јоните на Mg^{2+} и K^{+}

Содржината на базичните јони Mg^{2+} прикажани во табела 69 кај супстратот перлит има средна вредност од $14,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, додека кај флувијатилната почва, содржината на Mg^{2+} јони има средна вредност од $8,65 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Од табела 70 може да се забележи дека кај анализираните својства на хидрогената црница, содржината на базичните јони Mg^{2+} е со средна вредност од $5,89 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Кај супстратот тресет во табела 71, содржината на базични јони Mg^{2+} е со средна вредност $8,10 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Од презентираниите податоци од табела 69 за содржината на K^{+} се гледа дека поголема застапеност на овие јони има кај супстратот перлит со средна вредност од $15,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Кај флувијатилна почва е измерена пониска содржината на K^{+} со средна вредност од $3,38 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Содржината на K^{+} прикажани во табела 70 кај хидрогената црница има релативно ниска средна вредност од $0,53 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Додека пак, содржината на K^{+} кај тресетот има ниска застапеност во табела 71, со средна вредност од $0,01 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

5.4.10. Содржина на јони на натриум Na^{+} ; H^{+} + Al^{3+}

Во табелите 69, 70 и 71 се дадени резултатите за содржината на адсорбираните Na^{+} [$\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$]. Највисока средна вредност има тресет од $0,32 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Кај флувијатилната почва, измерена е средна вредност од $0,18 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ за содржината на Na^{+} , а кај хидрогената црница е измерена содржината со средна вредност од $0,13 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ на Na^{+} . Најниска вредност на Na^{+} од $0,11 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ има супстратот перлит.

Во табелите 69, 70 и 71, претставени се резултатите за содржината на $\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Највисока вредност на овие јони е измерена кај хидрогената црница (средна вредност на $\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ од $5,40 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$).

Содржина на $H^+ + Al^{3+}$ кај тресетот изнесува $3,80 \text{ cmol}(+)kg^{-1}$. Флувијатилна почва се карактеризира со средна измерена вредност од $3,20 \text{ cmol}(+)kg^{-1}$ содржина на $H^+ + Al^{3+}$. Најниска вредност на $H^+ + Al^{3+}$ има кај перлит ($2,20 H^+ + Al^{3+} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$).

Во табела 72 се прикажани резултатите од мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз $T \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $S \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $V\%$, $Ca^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Mg^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $K^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Na^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $H^+ + Al^{3+} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Ca \%$, $Mg \%$, $K \%$, $Na \%$, $H+Al \%$.

Сите статистички модели за влијанието на варијантите и различниот сооднос на перлит и флувијатилна почва, перлит и тресет и перлит со почва црница во соодветните варијанти, како и интеракцијата на варијантата и соодносот врз $T \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $S \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Ca \%$, $Mg \%$, $K \%$, $Na \%$, $H+Al$, освен кај $V \%$, $Mg^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $K^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $H^+ + Al^{3+} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Na^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $H+Al \%$ покажаа висока статистичка значајност ($p < 0,001$). Според добиените резултати од статистичкиот модел, варијантите покажаа високо статистички значајно влијание врз $T \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $S \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Ca^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Na^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Ca \%$, $Mg \%$, $K \%$, $Na \%$, $H+Al\%$, освен кај $V \%$, $Mg^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $K^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $H^+ + Al^{3+} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$ ($p < 0,001$).

Влијанието на различните соодноси во самите варијанти, исто така покажаа високо статистички значајно влијание на $T \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $S \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $V \%$, $Ca^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Mg^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $K^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Na^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Ca \%$, $Mg \%$, $Na \%$, $H+Al$, освен кај $H^+ + Al^{3+} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $K \%$ ($p < 0,001$). Интеракцијата на варијантите и соодносот покажа високо статистички значајно влијание ($p < 0,001$) $T \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $S \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $V \%$, $Ca^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Mg^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $K^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Na^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $H^+ + Al^{3+} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Ca \%$, $Mg \%$, $K \%$, $Na \%$, $H+Al$. Вредноста за R^2 во сите четири статистички модели беше висока, Овој податок имплицира дека поголемиот дел од варијансата за $T \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $S \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $V \%$, $Ca^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Mg^{2++} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $K^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Na^+ \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $H^+ + Al^{3+} \text{ cmol}(+)kg^{-1}$, $Ca \%$, $Mg \%$, $K \%$, $Na \%$, $H+Al$, може да се објасни преку изворите на варијација вклучени во моделот.

Табела 69. Состав на адсорбирани јони кај супстрат перлит и флувијатилна почва
Table 69. Composition on exchangeable cations in substrat perlite and fluvisol

n	T [cmol (+)] kg ⁻¹		S [cmol (+)] kg ⁻¹		V [%]		Ca ²⁺⁺ [cmol (+) kg ⁻¹]		Mg ²⁺⁺ [cmol (+) kg ⁻¹]		K ⁺ [cmol (+) kg ⁻¹]		Na ⁺ [cmol (+) kg ⁻¹]		H ⁺ + Al ³⁺ [cmol (+) kg ⁻¹]		
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	
П-перлит	3	173,32	5,30	171,12	5,32	98,73	1,17	142,01	2,18	14,00	1,36	15,00	1,84	0,11	0,03	2,20	0,30
Аа-почва	3	22,87	3,98	19,66	4,36	85,70	6,98	7,45	2,03	8,65	2,41	3,38	1,74	0,18	0,03	3,20	1,64
П80/Аа20	3	143,23	8,59	140,83	7,97	98,33	0,80	115,09	2,73	12,94	2,65	12,68	2,63	0,13	0,03	2,40	1,19
П70/Аа30	3	128,32	8,36	125,81	6,93	98,09	0,95	101,77	2,52	12,41	2,01	11,51	2,47	0,13	0,03	2,51	1,42
П50/Аа50	3	98,09	0,83	95,39	0,42	97,25	0,72	74,73	1,22	11,33	0,55	9,18	0,69	0,14	0,04	2,70	0,73
П30/Аа70	3	68,00	2,67	65,10	2,29	95,74	0,42	47,82	1,50	10,26	0,81	6,86	0,89	0,16	0,03	2,90	0,40
П20/Аа80	3	52,93	0,93	49,93	2,70	94,30	3,61	34,36	1,34	9,72	0,90	5,69	1,87	0,16	0,04	3,00	1,84

Табела 70. Состав на адсорбирани јони кај супстрат перлит и хидрогена црница
Table 70. Composition on exchangeable cations in substrat perlite and mollic vertic gleysol

n	T [cmol(+)]kg ⁻¹		S [cmol(+)]kg ⁻¹		V [%]		Ca ²⁺⁺ [cmol (+)kg ⁻¹]		Mg ²⁺⁺ [cmol (+)kg ⁻¹]		K ⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]		Na ⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]		H ⁺ + Al ³⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]		
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	
П-перлит	3	173,32	5,30	171,12	5,32	98,73	1,17	142,01	2,18	14,00	1,36	15,00	1,84	0,11	0,03	2,20	0,30
Аб-почва	3	30,36	2,79	24,96	2,17	82,25	2,01	18,41	0,85	5,89	1,32	0,53	0,02	0,13	0,02	5,40	0,90
П80/Аб20	3	144,73	2,18	141,88	2,05	98,04	0,71	117,29	2,07	12,38	0,81	12,10	0,98	0,11	0,02	2,84	1,06
П70/Аб30	3	130,44	3,58	127,27	2,77	97,58	1,12	104,92	1,48	11,58	0,93	10,66	0,83	0,11	0,02	3,17	1,51
П50/Аб50	3	101,86	2,29	98,05	2,23	96,26	0,86	80,20	1,90	9,95	1,24	7,78	1,57	0,12	0,02	3,81	0,90
П30/Аб70	3	73,25	4,78	68,81	3,85	93,98	2,00	55,48	1,90	8,32	0,75	4,88	1,63	0,13	0,02	3,81	0,90
П20/Аб80	3	59,94	2,53	55,18	1,53	92,10	1,38	43,12	1,05	7,51	1,86	4,43	1,12	0,12	0,04	4,76	1,04

Табела 71. Состав на адсорбирани јони кај перлит и тресет
Table 71. Composition on exchangeable cations in substrat perlite and peat

	n	T [cmol(+)/kg ⁻¹]		S [cmol(+)/kg ⁻¹]		V [%]		Ca ²⁺⁺ [cmol(+)/kg ⁻¹]		Mg ²⁺⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]		K ⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]		Na ⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]		H ⁺ + Al ³⁺ [cmol(+) kg ⁻¹]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-перлит	3	173,32	5,30	171,12	5,32	98,73	1,17	142,01	2,18	14,00	1,36	15,00	1,84	0,11	0,03	2,20	0,30
Т-Тресет	3	54,24	1,91	50,43	1,75	92,99	1,10	42,00	1,54	8,10	0,37	0,01	0,00	0,32	0,06	3,80	0,62
П80/Т20	3	149,48	3,61	146,96	3,25	98,32	0,23	122,00	1,65	12,82	0,91	12,00	0,84	0,14	0,04	2,52	0,41
П70/Т30	3	137,59	3,10	134,91	2,87	98,05	0,15	112,00	1,00	12,24	0,97	10,51	1,01	0,17	0,06	2,68	0,27
П50/Т50	3	113,28	3,03	110,18	3,09	97,26	1,08	92,01	2,64	11,06	1,59	7,00	1,15	0,21	0,01	3,01	1,20
П30/Т70	3	89,96	3,76	86,63	2,73	96,33	1,13	72,00	1,01	9,87	0,99	4,51	1,06	0,25	0,03	3,33	1,16
П20/Т80	3	79,36	1,75	74,56	1,72	93,96	1,95	62,00	1,19	9,28	0,81	3,00	1,01	0,27	0,02	4,80	1,57

Табела 72. Мултиваријантниот општ линеарен модел за влијанието на варијантите, различните соодноси во варијантите и нивната интеракција врз T [cmol(+) kg^{-1}] S [cmol(+) kg^{-1}] V % Ca²⁺⁺ [cmol(+) kg^{-1}] Mg²⁺⁺ [cmol(+) kg^{-1}] K⁺ [cmol(+) kg^{-1}] Na⁺ [cmol(+) kg^{-1}] H⁺ + Al³⁺ [cmol(+) kg^{-1}] Ca %, Mg %, K %, Na %, H+Al %

Table 72. Multivariate general linear model for the influence of variants, various ratios within the variants and their interaction on T [cmol (+) kg^{-1}] S [cmol (+) kg^{-1}] V % Ca²⁺⁺[cmol (+) kg^{-1}] Mg²⁺⁺ [cmol (+) kg^{-1}] K⁺ [cmol (+) kg^{-1}] Na⁺ [cmol (+) kg^{-1}] H⁺ + Al³⁺ [cmol (+) kg^{-1}] Ca%, Mg%, K%, Na%, H+Al%

Параметри / Parameters	Извор на варијација/Source of variation											
	Модел / Model		Варијанта / Variants		Сооднос / Ratios		Варијанта x сооднос / Variants x ratios		Грешка / Error			
	df	F	df	F	df	F	df	F	df	F	df	Варијанса / variants
^a T [cmol(+) kg^{-1}]	21	2254,742***	2	81,716***	6	1234,860***	12	6,064***	42	17,381		
^b S [cmol(+) kg^{-1}]	21	2542,139***	2	94,606***	6	1505,058***	12	6,956***	42	14,702		
^c V [%]	21	6522,442***	2	7,148	6	36,659***	12	2,793	42	4,191		
^d Ca [cmol(+) kg^{-1}]	21	7705,947***	2	499,609***	6	4970,377***	12	36,300***	42	3,270		
^e Mg [cmol(+) kg^{-1}]	21	195,266***	2	6,036	6	25,540***	12	0,437	42	1,862		
^f K [cmol(+) kg^{-1}]	21	124,908***	2	8,199	6	99,760***	12	0,617	42	2,105		
^g Na [cmol(+) kg^{-1}]	21	78,548***	2	43,473***	6	11,373***	12	3,641	42	0,001		
^h H [cmol(+) kg^{-1}]	21	28,217***	2	5,345	6	4,392	12	0,564	42	1,200		
ⁱ Ca [%]	21	2500,963***	2	90,017***	6	100,749***	12	27,184***	42	6,941		
^j Mg [%]	21	147,773***	2	38,439***	6	68,255***	12	13,885***	42	4,051		
^k K [%]	21	55,562***	2	32,193***	6	2,907	12	6,512***	42	3,566		
^l Na [%]	21	112,478***	2	19,391***	6	150,077***	12	6,216***	42	0,002		
^m H + Al [%]	21	29,486***	2	7,586	6	38,517***	12	2,924	42	3,993		

^aR² = 0,999; ^bR² = 0,999; ^cR² = 1; ^dR² = 1; ^eR² = 0,985; ^fR² = 0,976; ^gR² = 0,963; ^hR² = 0,901; ⁱR² = 0,999; ^jR² = 0,980; ^kR² = 0,948; ^lR² = 0,974; ^mR² = 0,905.

***статистички значајно на ниво $p < 0,001$; **статистички значајно на ниво $p < 0,01$; *статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од $T \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ зависно од варијантата се прикажани во табела 73. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од вкупниот или тотален капацитет постоеше меѓу сите варијанти. При тоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности на $T \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ беше утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет и изнесуваше 15,78.

Табела 73. Тестирање на разликите на средните вредности од $T \text{ [cmol}(+)\text{kg}^{-1}]$ меѓу варијантите
Table 73. Testing the differences of the mean values of $T \text{ [cmol}(+)\text{kg}^{-1}]$ between the variants

Вкупен капацитет за атсорпција на катјони $T \text{ [cmol}(+)\text{kg}^{-1}]$	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-15,78*	-3,88*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	11,90*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 74. Тестирање на разликите на средните вредности од $T \text{ [cmol}(+)\text{kg}^{-1}]$ од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 74. Testing the differences of the mean values of $T \text{ [cmol}(+)\text{kg}^{-1}]$ depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

$T \text{ [cmol}(+)\text{kg}^{-1}]$	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	27,34*	40,34*	-27,70*	-41,40*	-68,91*	68,59*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	12,99*	-55,05*	-68,74*	-96,25*	41,25*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-68,04*	-81,74*	-109,25*	28,25*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-13,70*	-41,21*	96,29*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-27,51*	109,99*
Перлит					1	137,50*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Во табела 74 беше забележена статистички значајната негативна разлика во средните вредности од вкупниот капацитет помеѓу перлитот и различните соодноси, што укажува на сознанието дека вкупниот капацитет во перлитот е поголем споредено со вкупниот капацитет во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за

тоталниот капацитет на варијантите беше утврдена помеѓу соодносот А80/П20 и А20/П80 и изнесуваше 81,74. Исто така, разликата во средните вредности $T \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности на $T \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ (137,50) постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет што во различен сооднос ги формираа варијантите.

Тестирањата на разликите меѓу средните вредности од $S \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ зависно од варијантата се прикажани во табела 75. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од сумата на апсорбирани катјони постои меѓу сите варијанти. Притоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности на $S \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ од 15,28 е утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет.

Табела 75. Тестирање на разликите на средните вредности од $S \text{ [cmol}(+) \text{ kg}^{-1}]$ меѓу варијантите
Table 75. Testing the differences of the mean values of $S \text{ [cmol}(+) \text{ kg}^{-1}]$ between the variants

Содржината на вкупните базични јони $S \text{ [cmol}(+) \text{ kg}^{-1}]$	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-15,28*	-2,78
перлит-perlite/ тресет- peat	1	12,50*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Повторно, во табела 76 беше забележена статистички значајната негативна разлика во средните вредности од сумата на апсорбирани катјони помеѓу перлитот и различните соодноси, што укажува дека сумата на апсорбирани катјони во перлитот е поголема споредено со сумата на апсорбирани катјони во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за $S \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ од 83,33 е утврдена меѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80.

Табела 76. Тестирање на разликите на средните вредности од S [cmol(+) kg^{-1}] од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 76. Testing the differences of the mean values of S [cmol (+) kg^{-1}] depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

S [cmol(+) kg^{-1}]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	27,69*	41,32*	-28,13*	-42,02*	-69,91*	69,52*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	13,62*	-55,82*	-69,71*	-97,61*	41,83*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-69,44*	-83,33*	-111,23*	28,20*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-13,89*	-41,79*	97,65*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-27,90*	111,54*
Перлит					1	139,43*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Притоа, и во средните вредности S cmol(+) kg^{-1} на почвите и тресетот користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите постои статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности S cmol(+) kg^{-1} (139,43) постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет, што во различен сооднос ги формираа варијантите.

Во табела 77 беа тестирани разликите меѓу средните вредности од степенот на заситеност со базични јони V %, зависно од варијантата. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од V % е забележана само помеѓу варијантите перлит/тресет и перлит/хидрогената црница. Притоа, најголемата статистички значајна разлика во средните вредности на V % изнесува 2,38.

Табела 77. Тестирање на разликите на средните вредности од V [%] меѓу варијантите
Table 77. Testing the differences of the mean values of V [%] between the variants

Степен на заситеност со базични јони V [%]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-1,07	1,31
перлит-perlite/ тресет- peat	1	2,38*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 78. Тестирање на разликите на средните вредности од V [%] од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 78. Testing the differences of the mean values of V [%] depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

V [%]	Aa,Ab,T 70/П30	Aa,Ab,T 80/П20	Aa,Ab,T 30/П70	Aa,Ab,T 20/П80	Перлит	Aa,Ab,T
Aa,Ab,T 50/П50	1,57	3,47*	-0,99	-1,31	-1,81	9,94*
Aa,Ab,T 70/П30	1	1,90	-2,56	-2,88	-3,38*	8,37*
Aa,Ab,T 80/П20		1	-4,46*	-4,76*	-5,28*	6,47*
Aa,Ab,T 30/П70			1	-0,32	-0,83	10,93*
Aa,Ab,T 20/П80				1	-0,50	11,25*
Перлит					1	11,75*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Од тестирањето на разликите на средните вредности од степенот на заситеност со базични јони V % во табела 78, забележителна беше статистички значајната негативна разлика меѓу перлитот и различните соодноси. Овој податок имплицира дека степенот на заситеност со базични јони во перлитот е поголем споредено со степенот на заситеност со базични јони во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за степенот на заситеност со базични јони од 4,76 на варијантите беше утврдена кај соодносот Aa,Ab,T80/П20 и Aa,Ab,T20/П80. Притоа, разликата во средните вредности V % на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Сепак, најголема разлика во средните вредности од степенот на заситеност со базични јони 11,75 постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен сооднос ги формираа варијантите.

Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од Ca $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, зависно од варијантата, прикажани се во табела 79. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од калциумот постоеше меѓу сите варијанти. Најголема статистички значајна разлика во средните вредности на Ca $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ од 17,25 е утврдена меѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет.

Табела 79. Тестирање на разликите на средните вредности од Ca^{2+} [cmol(+) kg^{-1}] меѓу варијантите
Table 79. Testing the differences of the mean values of Ca^{2+} [cmol (+) kg^{-1}] between the variants

Ca^{2+} [cmol(+) kg^{-1}]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-17,25*	-5,46*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	11,80*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 80. Тестирање на разликите на средните вредности од Ca^{2+} [cmol(+) kg^{-1}] од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 80. Testing the differences of the mean values of Ca^{2+} [cmol (+) kg^{-1}] depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Ca^{2+} [cmol(+) kg^{-1}]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб, Т
Аа,Аб,Т 50/П50	23,88*	35,82*	-23,92*	-35,81*	-59,69*	59,69*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	11,94*	-47,79*	-59,69*	-83,57*	35,81*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-59,73*	-71,63*	-95,51*	23,87*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-11,90*	-35,78*	83,61*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-23,88*	95,50*
Перлит					1	119,39*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Во табела 80 беше забележителна статистички значајната негативна разлика во средните вредности на калциумот помеѓу перлитот и различните соодноси. Овој податок укажува дека содржината на калциум во перлитот е поголема споредено со присуството на калциум во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за Ca cmol(+) kg^{-1} на варијантите е утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80 и истата изнесува 71,63. Покрај тоа, разликата во средните вредности Ca cmol(+) kg^{-1} на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности Ca^{2+} cmol(+) kg^{-1} од 119,39 постои помеѓу перлитот и соодветните почви и тресет што во различен соодноси ги формираа варијантите. Во табела 81 беа тестирани разликите меѓу средните вредности од Mg^{2+} cmol(+) kg^{-1} зависно од варијантата.

Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од магнезиумот е забележана помеѓу варијантите перлит/флувијатилна и перлит/хидрогена црница, како и помеѓу перлит/тресет и перлит/хидрогена црница. Најголемата статистички значајна разлика изнесува 1,38.

Табела 81. Тестирање на разликите на средните вредности од Mg^{2+} [cmol(+) kg^{-1}] меѓу варијантите
Table 81. Testing the differences of the mean values of Mg^{2+} [cmol(+) kg^{-1}] between the variants

Mg^{2+} [cmol (+) kg^{-1}]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	0,28	1,38*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	1,11*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 82. Тестирање на разликите на средните вредности од Mg^{2+} cmol(+) kg^{-1} од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 82. Testing the differences of the mean values of Mg^{2+} cmol(+) kg^{-1} depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Mg^{2+} [cmol(+) kg^{-1}]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	1,30	1,94	-1,29	-1,93	-3,22*	3,2344*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	0,65	-2,59*	-3,23*	-4,52*	1,94
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-3,24*	-3,87*	-5,17*	1,29
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-0,64	-1,93	4,53*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-1,29	5,17*
Перлит					1	6,46*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Повторно, забележителна беше статистички значајната негативна разлика прикажани во табела 82 во средните вредности од магнезиумот помеѓу перлитот и различните соодноси. Овој податок укажува дека содржината на магнезиумот во перлитот е поголема споредено со водопропустливоста во различните соодноси на варијантите. Сепак, со најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за Mg^{2+} cmol(+) kg^{-1} од 3,87 е утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80. Притоа, и средните вредности Mg^{2+} cmol(+) kg^{-1} на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните

соодноси и соодносите во варијантите, покажаа статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности Mg^{2+} $cmol(+)kg^{-1}$ 6,46 е забележана меѓу перлитот и соодветните почви и тресет што во различен соодноси ги формираа варијантите. Тестирањето на разликите меѓу средните вредности од K^{+} $cmol(+)kg^{-1}$ зависно од варијантата се прикажани во табела 83. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од калиум е забележана само помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет, како и помеѓу перлит/флувијатилна почва и перлит/хидрогена црница.

Табела 83. Тестирање на разликите на средните вредности од K^{+} [$cmol(+)kg^{-1}$] меѓу варијантите
Table 83. Testing the differences of the mean values of K^{+} [$cmol(+)kg^{-1}$] between the variants

K^{+} [$cmol(+)kg^{-1}$]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	1,75*	1,28*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	-0,48

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 84. Тестирање на разликите на средните вредности од K^{+} [$cmol(+)kg^{-1}$] од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 84. Testing the differences of the mean values of K^{+} [$cmol (+) kg^{-1}$] depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

K^{+} [$cmol(+)kg^{-1}$]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб, Т
Аа,Аб,Т 50/П50	2,57*	3,61*	-2,91*	-4,27*	-7,02*	6,68*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	1,042	-5,48*	-6,84*	-9,59*	4,11*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-6,52*	-7,89*	-10,63*	3,07*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-1,37	-4,11*	9,59*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-2,74*	10,96*
Перлит					1	13,70*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Забележителна беше статистички значајната негативна разлика во табела 84 во средните вредности од калиум помеѓу перлитот и различните соодноси. Овој податок укажува дека содржината на калиумот во перлитот е поголема споредено со присуството на калиум во различните соодноси на

варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за K^+ $cmol(+)kg^{-1}$ на варијантите од 7,89 постои помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80. Покрај тоа, и во средните вредности на K^+ $cmol(+)kg^{-1}$ на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, постои статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности на K^+ $cmol(+)kg^{-1}$ (13,70) постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет кои во различен соодноси ги формираа варијантите.

Во табела 85 беше извршено тестирањето на разликите меѓу средните вредности од Na^+ $cmol(+)kg^{-1}$ зависно од варијантата. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од натриум е забележана помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет, како и помеѓу перлит/тресет и перлит /хидрогена црница.

Табела 85. Тестирање на разликите на средните вредности од Na^+ $[cmol(+)kg^{-1}]$ меѓу варијантите
Table 85. Testing the differences of the mean values of Na^+ $[cmol (+) kg^{-1}]$ between the variants

Na^+ $[cmol(+)kg^{-1}]$	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-0,07*	0,02
перлит-perlite/ тресет- peat	1	0,09*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 86. Тестирање на разликите на средните вредности од Na^+ $[cmol(+)kg^{-1}]$ од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 86. Testing the differences of the mean values of Na^+ $[cmol (+) kg^{-1}]$ depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Na^+ $[cmol(+)kg^{-1}]$	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-0,02	-0,03	0,02	0,03	0,05*	-0,05*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	-0,01	0,04	0,05*	0,07*	-0,03
Аа,Аб,Т 80/П20		1	0,05	0,06*	0,08*	-0,03
Аа,Аб,Т 30/П70			1	0,01	0,03	-0,08*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	0,02	-0,09*
Перлит					1	-0,11*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

При тоа, во табела 86 се забележуваше висока статистички значајната позитивна разлика во средните вредности од Na^+ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ помеѓу перлитот и различните соодноси. Овој податок имплицира дека содржината на натриум во перлитот е помала споредено со присуството на натриум во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за Na^+ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ од 0,06 на варијантите е утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/В20 и Аа,Аб,Т20/В80. Покрај тоа, измерените средни вредности за содржината на Na^+ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите, покажа статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности од Na^+ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ од 0,11 постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет што во различен сооднос ги формираа варијантите.

Тестирањата на разликите меѓу средните вредности од $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ зависно од варијантата се прикажани во табела 87. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ од 1,10 е забележана само помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/хидрогена црница.

Табела 87. Тестирање на разликите на средните вредности од од $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ $[\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}]$ меѓу варијантите
Table 87. Testing the differences of the mean values of $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ $[\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}]$ between the variants

$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ $[\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}]$	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-0,50	-1,10*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	-0,61

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 88. Тестирање на разликите на средните вредности од $H^+ + Al^{3+}$ [cmol (+) kg⁻¹] од различниот сооднос на перлит флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 88. Testing the differences of the mean values of $H^+ + Al^{3+}$ [cmol (+) kg⁻¹] depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

$H^+ + Al^{3+}$ [cmol(+) ⁻¹ kg ⁻¹]	Aa,Ab,T 70/П30	Aa,Ab,T 80/П20	Aa,Ab,T 30/П70	Aa,Ab,T 20/П80	Перлит	Aa,Ab, T
Aa,Ab,T 50/П50	-0,38	-1,01	0,39	0,58	0,97	-0,96
Aa,Ab,T 70/П30	1	-0,63	0,77	0,97	1,35	-0,58
Aa,Ab,T 80/П20		1	1,40	1,60	1,98*	0,05
Aa,Ab,T 30/П70			1	0,20	0,58	-1,35
Aa,Ab,T 20/П80				1	0,38	-1,55
Перлит					1	-1,93*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Од табелата 88 се забележува дека не постои статистички значајната разлика во средните вредности од $H^+ + Al^{3+}$ cmol(+)⁻¹kg⁻¹ меѓу односите.

Покрај тоа, не е забележана и статистички значајна разлика во средните вредности од $H^+ + Al^{3+}$ cmol(+)⁻¹kg⁻¹ на почвите и тресетот што беа користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите не покажа статистички значајна разлика.

5.4.11. СОСТАВ НА РАЗМЕНЛИВИ КАТЈОНИ АТСОРБИРАНИ ЈОНИ ВО [%]

Во табелите 89, 90 и 91 се дадени резултати на разменливи катјони на Ca^{2++} %, Mg^{2++} %, K^+ %, Na^+ %, $H^+ + Al^{3+}$ %. Претставени се резултати со средни вредности на истражуваните својства на Ca^{2++} %, Mg^{2++} %, K^+ %, Na^+ %, $H^+ + Al^{3+}$ % кај супстратот перлит, тресет, флувијатилна почва, хидрогена црница, со нивните варијанти во различни соодноси: Aa20/П80; Aa30/П70; Aa80/П20; Aa70/П30; Aa50/П50; Ab20/П80; Ab30/П70; Ab80/П20; Ab70/П30; Ab50/П5; T20/П80; T30/П70; T80/П20; T70/П30; T50/П50.

Највисок процент на разменливи катјони на Ca^{2++} % има перлит со средна вредност од 81,96 %. Потоа тресет со средна вредност од 77,44 %. Кај хидрогена црница е измерена содржина на разменливи катјони на Ca^{2++} со средна вредност 60,81 %. Со најмала содржина на разменливи катјони на калциум е флувијатилна почва (32,80 %).

Од табелата 89 од добиените податоци за вкупниот капацитет (Т) кај перлит и флувијатилна почва, може да се констатира следното. Перлитот има

висока содржина на вкупен или тотален капацитет на атсорпција со средна вредност од $173,32 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Флувијатилна почва има низок капацитет на атсорпција со средна вредност од $22,87 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Кај хидрогената црница, во табела 90, содржината на вкупниот капацитет на атсорпција е со средна вредност од $30,36 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$

Од анализираните својства прикажани во табела 91 се забележува дека вкупниот капацитет на атсорпција кај тресет е со средна вредност од $54,24 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$. Во табелите 89, 90 и 91, дадени се резултати на разменливи катјони на Mg^{2++} %. Најнизок процент на Mg^{2++} % има кај перлитот со средна вредност од 8,07 %, потоа кај тресетот со средна вредност од 14,94 %. Кај хидрогената црница, содржината на јони на Mg^{++} е со средна вредност 19,25 %. Со највисока содржина е флувијатилна почва - 37,60 %.

Од изнесените податоци за содржината на К (%) кај перлитот, тресетот, хидрогената црница и кај флувијатилната почва, од табелите 89, 90 и 91 може да се заклучи следното. Највисока содржина на К (%) има кај флувијатилната почва со средна вредност од 14,51 %, потоа кај перлитот со средна вредност од 8,55 %. Хидрогената црница е со средна вредност од 1,76 %. Со најмала содржина на K^+ имаме кај тресетот, со средна вредност од 0,01 %, Во табелите 89, 90 и 91 се дадени резултатите на разменливи катјони на Na %.

Табела 89. Состав на атсорбирани јони кај супстрат перлит и флувијатилна почва во % од Т
Table 89. Composition on exchangeable cations in substrat perlite and fluvisiol in % from T

	n	T [cmol(+) kg ⁻¹]		Ca ²⁺⁺ [%]		Mg ²⁺⁺ [%]		K ⁺ [%]		Na ⁺ [%]		H ⁺ + Al ³⁺ [%]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-перлит	3	173,32	5,30	81,96	1,32	8,07	0,56	8,55	1,00	0,06	0,02	1,27	0,13
Аа-почва	3	22,87	3,98	32,80	7,37	37,60	5,66	14,51	6,39	0,79	0,09	14,30	6,98
П80/Аа20	3	143,23	8,59	80,47	2,83	8,98	1,29	8,80	1,30	0,09	0,02	1,66	0,79
П70/Аа30	3	128,32	8,36	79,37	3,10	9,63	0,95	8,91	1,30	0,10	0,02	1,91	0,95
П50/Аа50	3	98,09	0,83	76,18	1,35	11,55	0,48	9,36	0,75	0,14	0,04	2,75	0,72
П30/Аа70	3	68,00	2,67	70,36	1,97	15,07	0,62	10,09	1,16	0,23	0,04	4,25	0,43
П20/Аа80	3	52,93	0,93	64,90	1,48	18,41	1,40	10,74	3,48	0,31	0,09	5,67	6,98

Табела 90. Состав на атсорбирани јони кај супстрат перлит и хидрогена црница во % од Т
Table 90. Composition on exchangeable cations in substrat perlite and mollic vertic gleysol in % from T

	n	T [cmol(+) kg ⁻¹]		Ca ²⁺⁺ [%]		Mg ²⁺⁺ [%]		K ⁺ [%]		Na ⁺ [%]		H ⁺ + Al ³⁺ [%]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-перлит	3	173,32	5,30	81,96	1,32	8,07	0,56	8,55	1,00	0,06	0,02	1,27	0,13
Аб-почва	3	30,36	2,79	60,81	3,20	19,25	2,66	1,76	0,22	0,44	0,04	17,75	2,01
П80/Аб20	3	144,73	2,18	80,87	0,91	8,55	0,61	8,36	0,64	0,08	0,02	2,41	1,12
П70/Аб30	3	130,44	3,58	80,46	1,11	8,87	0,48	8,18	0,62	0,09	0,02	2,41	1,12
П50/Аб50	3	101,86	2,29	80,68	4,06	9,79	1,43	7,62	1,41	0,12	0,02	3,74	0,86
П30/Аб70	3	73,25	4,78	75,88	3,55	14,35	4,82	6,58	1,88	0,17	0,01	6,02	1,99
П20/Аб80	3	59,94	2,53	71,98	1,65	12,53	3,13	7,38	1,87	0,20	0,06	7,90	1,38

Табела 91. Состав на атсорбирани јони кај перлит и тресет во % од Т
Table 91. Composition on exchangeable cations in substrat perlite and peat in % from T

	n	Т [смол(+) kg^{-1}]		Ca ²⁺⁺ [%]		Mg ²⁺⁺ [%]		K ⁺ [%]		Na ⁺ [%]		H ⁺ + Al ³⁺ [%]	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
П-перлит	3	173,32	5,30	81,96	1,32	8,07	0,56	8,55	1,00	0,06	0,02	1,27	0,13
Т-Тресет	3	54,24	1,91	77,44	0,54	14,93	0,65	0,01	0,00	0,60	0,13	7,01	1,10
П80/Т20	3	149,48	3,61	81,63	0,92	8,57	0,41	8,02	0,41	0,09	0,03	1,68	0,23
П70/Т30	3	137,32	3,10	81,42	1,14	8,89	0,51	7,62	0,59	0,12	0,04	1,95	0,15
П50/Т50	3	113,28	3,03	81,02	0,85	9,77	1,45	6,18	0,97	0,19	0,01	2,65	1,03
П30/Т70	3	89,96	3,76	80,10	2,40	10,96	0,75	4,99	0,98	0,27	0,02	3,67	1,13
П20/Т80	3	79,36	1,75	78,16	2,77	11,69	0,84	3,77	1,19	0,34	0,02	6,04	1,95

Највисок процент на јони Na^+ (%) има кај флувијатилната почва (0,79 %), додека кај тресетот е со средна вредност од 0,60 %. Хидрогената црница се карактеризира со средна вредност од 0,44 % за натриумови јони. Со најмала содржина, натриумот е застапен кај перлитот, со средна вредност од 0,006 %

Од изнесените податоци од табелите 89, 90 и 91 за $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ (%) кај перлит, тресет, хидрогена црница и флувијатилна почва, може да се заклучи следното. Највисока содржина на $\text{H} + \text{Al}^{3+}$ % има кај хидрогената црница со средна вредност од 17,75 %, потоа кај флувијатилната почва со средна вредност од 14,30 %, а кај тресетот, застапеноста на овие јони изнесува 7,01 %. Најмала содржина на водородни јони и јони на алуминиум имаме кај перлит со средна вредност од 1,27 %.

Тестирањата на разликите меѓу средните вредности од јони на Ca^{2+} (%) како функција од варијантата се прикажани во табела 92. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од калциумот постои помеѓу сите варијанти. Притоа, најголема статистички значајна разлика во средните вредности од 10,81 за содржината на јони Ca^{2+} (%) е утврдена помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет.

Табела 92. Тестирање на разликите на средните вредности од Ca^{2+} (%) меѓу варијантите
Table 92. Testing the differences of the mean values of Ca^{2+} (%) between the variants

Ca^{2+} (%)	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	-10,81*	-6,66*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	4,15*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 93. Тестирање на разликите на средните вредности од Ca^{2+} [%] од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 93. Testing the differences of the mean values of Ca^{2+} [%] depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Ca^{2+} [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	3,85	7,61*	-1,12	-1,69	-2,66	22,28*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	3,77	-4,97*	-5,54*	-6,51*	18,43*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-8,74*	-9,31*	-10,28*	14,66*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-0,57	-1,54	23,40*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-0,97	23,97*
Перлит					1	24,94*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Во табела 93 беше забележителна статистички значајната негативна разлика во средните вредности од содржините на калциум помеѓу перлитот и различните соодноси. Овој податок посочува дека процентот на калциум во перлитот е поголем споредено со присуството на калциум во различните соодноси на варијантите. Најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за јони на Ca^{2+} [%] од 9,31 е утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80. Покрај тоа, и средните вредности од адсорбирани јони Ca^{2+} [%] на почвите и тресетот користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите покажаа статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности од 24,94 % на адсорбирани јони на Ca^{2+} постоеше меѓу перлитот и соодветните почви и тресет што во различен сооднос ги формираа варијантите.

При тоа, тестирани се разликите меѓу средните вредности од адсорбирани јони на Mg^{2+} [%] зависно од варијантата се прикажани во табела 94. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од магнезиумот постои помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет и помеѓу перлит/флувијатилна почва и перлит/хидрогена црница.

Табела 94. Тестирање на разликите на средните вредности од Mg^{2+} [%] меѓу варијантите
Table 94. Testing the differences of the mean values of Mg^{2+} [%] between the variants

Mg^{2+} [%]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	5,21*	3,99*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	-1,22

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 95. Тестирање на разликите на средните вредности од Mg^{2+} [%] од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти
Table 95. Testing the differences of the mean values of Mg^{2+} [%] depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Mg^{2+} [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-3,09*	-3,84*	1,24	1,67	2,30	-13,56*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	-0,75	4,33*	4,76*	5,39*	-10,46*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	5,08*	5,51*	6,14*	-9,72*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	0,43	1,06	-14,80*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	0,63	-15,22*
Перлит					1	-15,86*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Забележителна беше статистички значајната позитивна разлика прикажани во табела 95, во средните вредности меѓу перлитот кај различните соодноси. Сепак, најголема статистички значајна разлика меѓу вредностите за адсорбирани јони на Mg^{2+} [%] е од 5,51 и е утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80. Овој податок покажува дека содржината на разменлив магнезиум во перлитот е помала споредено со присуството на магнезиумот во различните соодноси на варијантите.

И кај средните вредности од адсорбирани јони на Mg^{2+} [%] на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите постои статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности од 15,86 за адсорбирани јони на Mg^{2+} [%] јони е забележана меѓу перлитот и соодветните почви и тресет што во различен сооднос ги формираа варијантите.

Покрај тоа, тестирани беа и разликите меѓу средните вредности од водоразменлив K^+ [%] зависно од варијантата се прикажани во табела 96. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од K^+ [%] постои помеѓу варијантите перлит/флувијатилна почва и перлит/тресет, како и помеѓу перлит/ флувијатилна почва и перлит/хидрогена црница.

Табела 96. Тестирање на разликите на средните вредности од K^+ [%] меѓу варијантите

Table 96. Testing the differences of the mean values of K^+ [%] between the variants

K^+ [%]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	4,55*	3,22*
перлит-perlite/ тресет- peat	1	-1,33

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 97. Тестирање на разликите на средните вредности од K^+ [%] од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 97. Testing the differences of the mean values of K^+ [%] depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

K^+ [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	0,50	0,42	-0,51	-0,68	-0,83	2,30
Аа,Аб,Т 70/П30	1	-0,08	-1,02	-1,18	-1,33	1,80
Аа,Аб,Т 80/П20		1	-0,94	-1,10	-1,25	1,87
Аа,Аб,Т 30/П70			1	-0,16	-0,31	2,81
Аа,Аб,Т 20/П80				1	-0,15	2,98*
Перлит					1	3,13*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Од табелата 97 може да се забележи дека не постои статистички значајната разлика во средните вредности од водоразменлив K^+ (%) меѓу тестираните односи. Најголема разлика во средните вредности од 3,13 од водоразменлив K^+ (%) постои меѓу перлитот и соодветните почви и тресет што во различен сооднос ги формираа варијантите. Тестирањата на разликите меѓу средните вредности од водоразменлив Na^+ [%] зависно од варијантата се прикажани во табела 98. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од натриумот постоеше помеѓу варијантите перлит/ флувијатилна

почва и перлит/хидрогена црница и помеѓу перлит/тресет и перлит/хидрогена црница.

Табела 98. Тестирање на разликите на средните вредности од Na⁺ [%] меѓу варијантите

Table 98. Testing the differences of the mean values of Na⁺ [%] between the variants

Na ⁺ [%]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ почва- fluvisiol	0,01	0,08*
перлит-perlite/ тресет- peat		0,07*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 99. Тестирање на разликите на средните вредности од Na⁺ [%] од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 99. Testing the differences of the mean values of Na⁺ [%] depending on the different perlite ratio, fluvisol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

Na ⁺ [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-0,07*	-0,14*	0,05	0,06	0,09*	-0,46*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	-0,06	0,12*	0,14*	0,16*	-0,39*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	0,18*	0,20*	0,23*	-0,32*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	0,01	0,04	-0,51*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	0,02	-0,52*
Перлит					1	-0,55*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Со најголема статистички значајна разлика изразена во табела 99 е забележана од 0,20 меѓу вредностите за Na⁺ [%] е утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80. Овој податок посочува дека содржината на разменлив натриум во перлитот е помала споредено со присуството на натриумот во различните соодноси на варијантите. Разликите во средните вредности од Na⁺ (%) помеѓу перлитот и различните соодноси покажаа статистички значајна разлика. Постои одредена разлика и во средните вредности од Na% на почвите и тресетот користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите. Најголема разлика во средните вредности 0,55 за содржината на разменливи јони на Na⁺ [%] постои

меѓу перлитот и соодветните почви и тресет што во различен сооднос ги формираа варијантите.

Во табела 100 се прикажани вредностите на резултатите од тестирањето на разликите меѓу средните вредности за содржината на разменливи водородни и алуминиумски јони $H^+ + Al^{3+}$ [%] зависно од варијантата. Статистички значајна разлика меѓу средните вредности од $H^+ + Al^{3+}$ [%] постои помеѓу варијантите перлит/тресет и перлит/хидрогена црница и таа разлика изнесува 2,40.

Табела 100. Тестирање на разликите на средните вредности од $H^+ + Al^{3+}$ [%] меѓу варијантите

Table 100. Testing the differences of the mean values of $H^+ + Al^{3+}$ [%] between the variants

$H^+ + Al^{3+}$ [%]	перлит-perlite/ тресет- peat	перлит-perlite / хидрогена црница- mollic vertic gleysol
перлит-perlite/ флувијатилна почва- fluvisiol	1,08	-1,32
перлит-perlite/ тресет- peat	1	-2,40*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Табела 101. Тестирање на разликите на средните вредности од $H^+ + Al^{3+}$ [%] од различниот сооднос на перлит, флувијатилна почва, тресет и хидрогена црница во соодветните варијанти

Table 101. Testing the differences of the mean values of $H^+ + Al^{3+}$ [%] depending on the different perlite ratio, fluvisiol, peat and mollic vertic gleysol in the respective variants

$H^+ + Al^{3+}$ [%]	Аа,Аб,Т 70/П30	Аа,Аб,Т 80/П20	Аа,Аб,Т 30/П70	Аа,Аб,Т 20/П80	Перлит	Аа,Аб,Т
Аа,Аб,Т 50/П50	-1,60	-3,50*	0,95	1,28	1,78	-9,98*
Аа,Аб,Т 70/П30	1	-1,9	2,56	2,88	3,38*	-8,37*
Аа,Аб,Т 80/П20		1	4,46*	4,78*	5,28*	-6,47*
Аа,Аб,Т 30/П70			1	0,32	0,83	-10,93*
Аа,Аб,Т 20/П80				1	0,50	-11,25*
Перлит					1	-11,75*

*статистички значајно на ниво $p < 0,05$

Од податоците во табелата 101 се забележува статистички значајната позитивна разлика во средните вредности за содржината на $H^+ + Al^{3+}$ (%) помеѓу перлитот и различните соодноси. Додека најголема статистички значајна разлика од 4,78 меѓу вредностите за содржината на разменливи јони на H^+

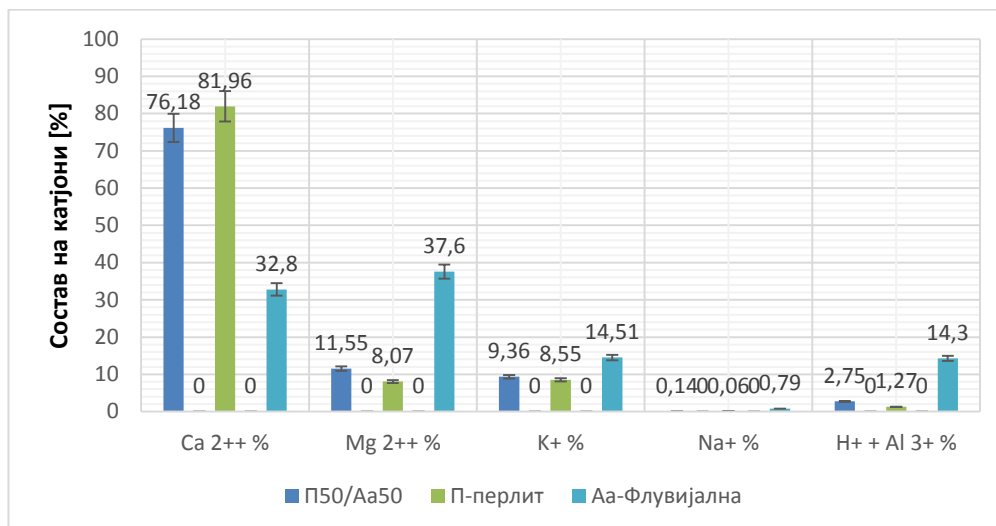
$+Al^{3+}$ (%) е утврдена помеѓу соодносот Аа,Аб,Т80/П20 и Аа,Аб,Т20/П80. Тоа укажува на сознанието дека содржината на разменливи јони на $H^+ + Al^{3+}$ (%) во перлитот е помала, споредено со присуството на овие јони во различните соодноси на варијантите. Притоа, и во средните вредности за разменливите јони $H^+ + Al^{3+}$ (%) на почвите и тресетот, користени во формирањето на различните соодноси и соодносите во варијантите постои статистички значајна разлика. Најголема разлика во средните вредности од 11,75 за содржината на разменливите јони на $H^+ + Al^{3+}$ (%) постои меѓу перлит и соодветните почви и тресет што во различен сооднос ги формираа варијантите.

5.4.11.1. ГРАФИКОНСКИ ПРИКАЗ НА РАЗМЕНЛИВИ КАТЈОНИ ВО [%]

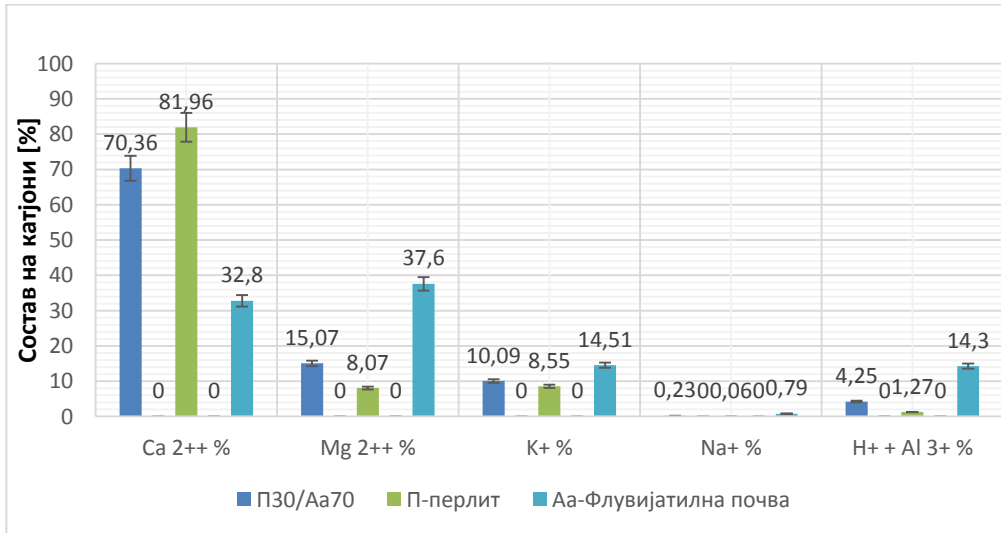
За подобра прегледност на адсорбираните јони ќе бидат графички прикажани во проценти.

Графикон 23. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, флувијатилна почва и варијанта во сооднос Аа50:П50

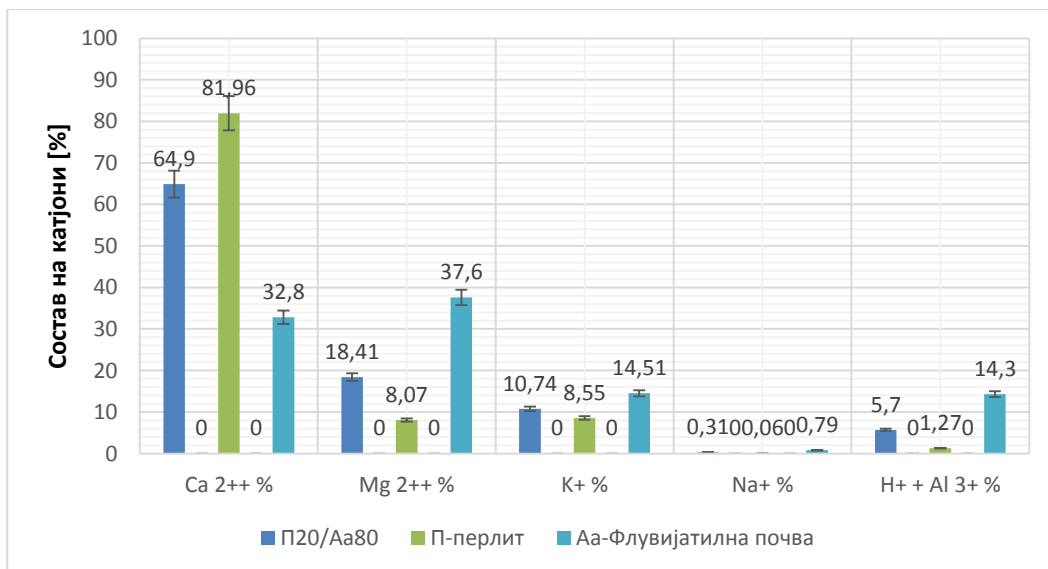
Graph 23. Exchangeable cations in % of substrat perlite and fluvisiol and variants P50:Aa50



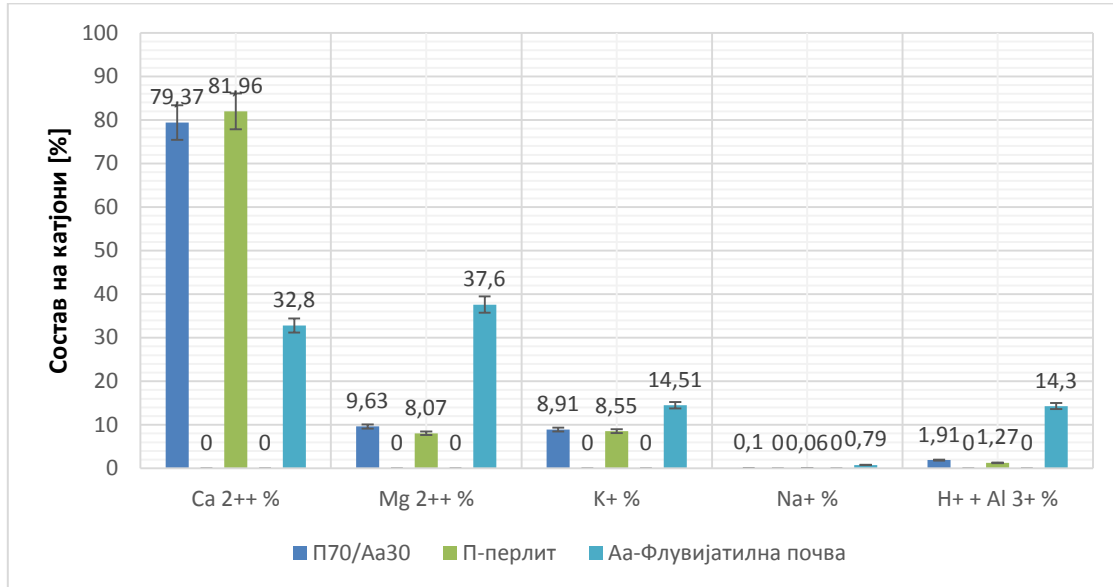
Графикон 24. Разменливи катјони во % супстрат перлит, флувијатилна почва и варијанта во сооднос Аа70:П30
Graph 24. Exchangeable cations in % of substrat perlite and fluvisiol and variants P30:Aa70



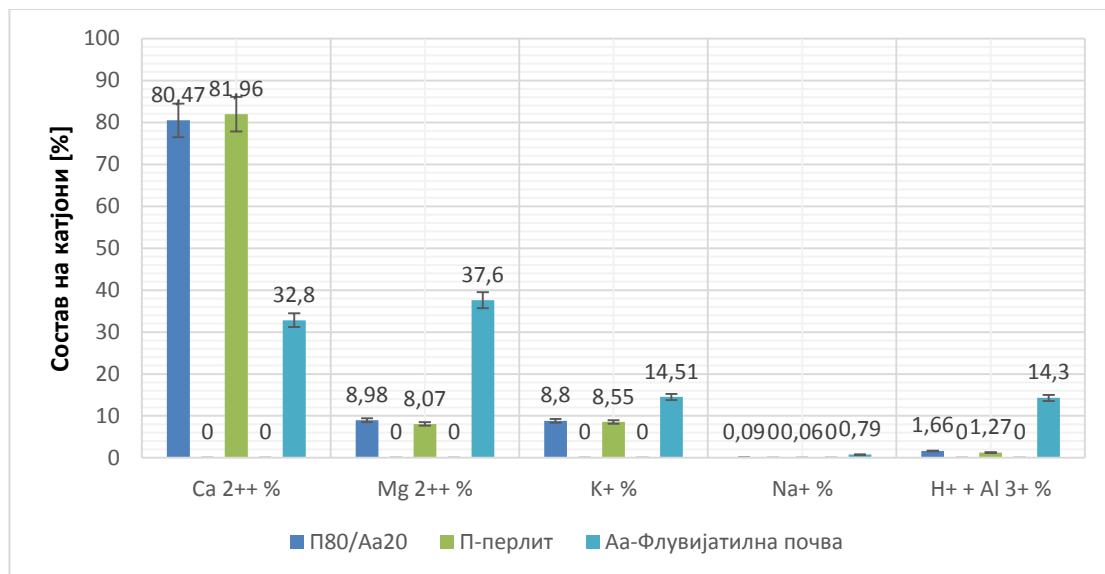
Графикон 25. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, флувијатилна почва и варијанта во сооднос Аа80:П20
Graph 25. Exchangeable cations in % of substrat perlite and fluvisiol and variants P20:Aa80



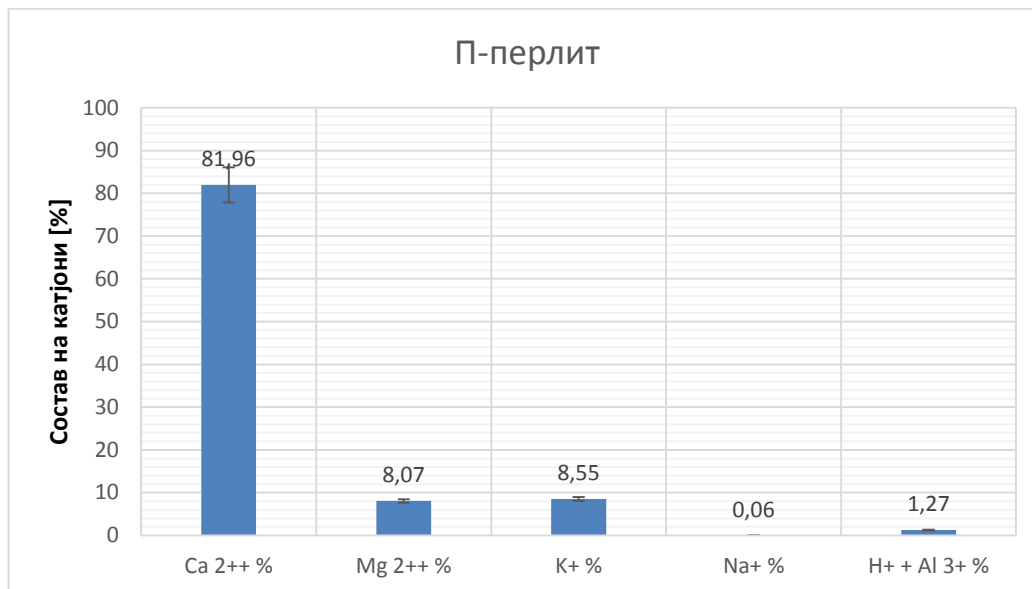
Графикон 26. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, флувијатилна почва и варијанта во сооднос Аа30:П70
Graph 26. Exchangeable cations in % of substrat perlite and fluvisiol and variants P70:Aa30



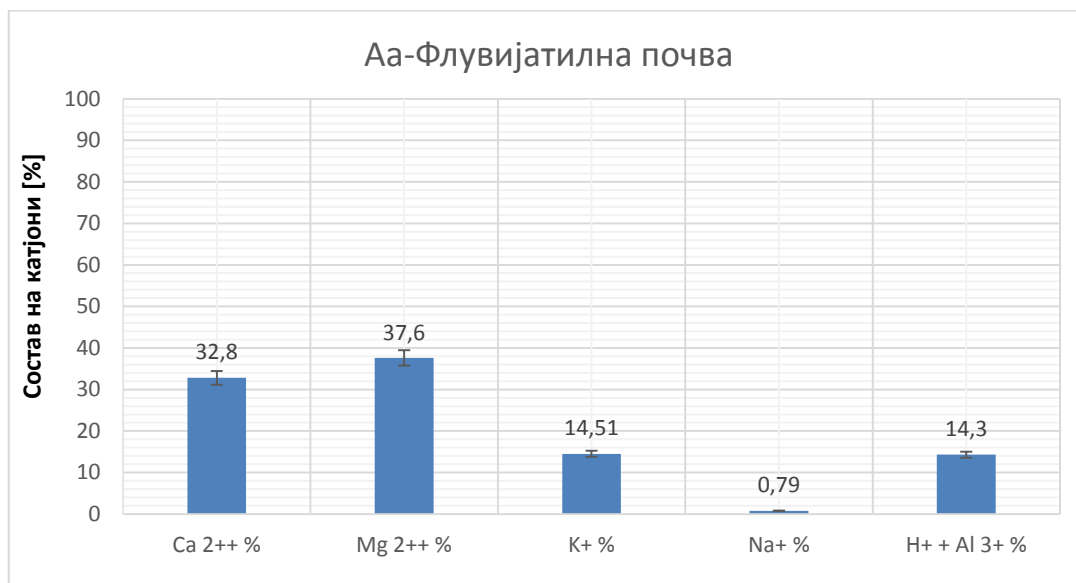
Графикон 27. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, флувијатилна почва и варијанта во сооднос Аа20:П80
Graph 27. Exchangeable cations in % of substrat perlite and fluvisiol and variants P80:Aa20



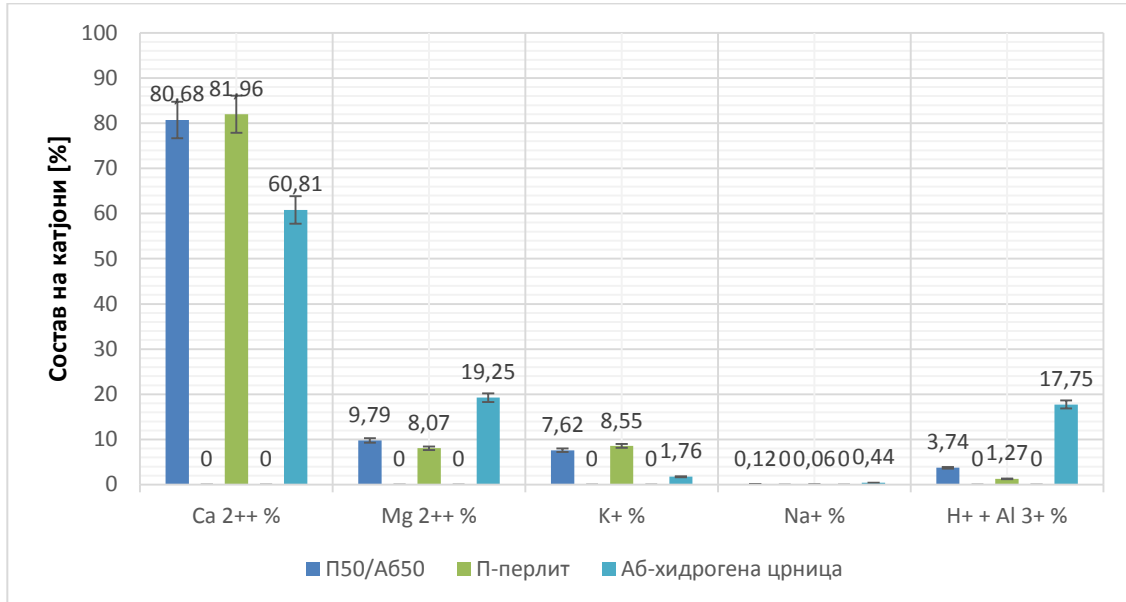
Графикон 28. Разменливи катјони во % кај перлит
Graph 28. Exchangeable cations in % of substrat perlite



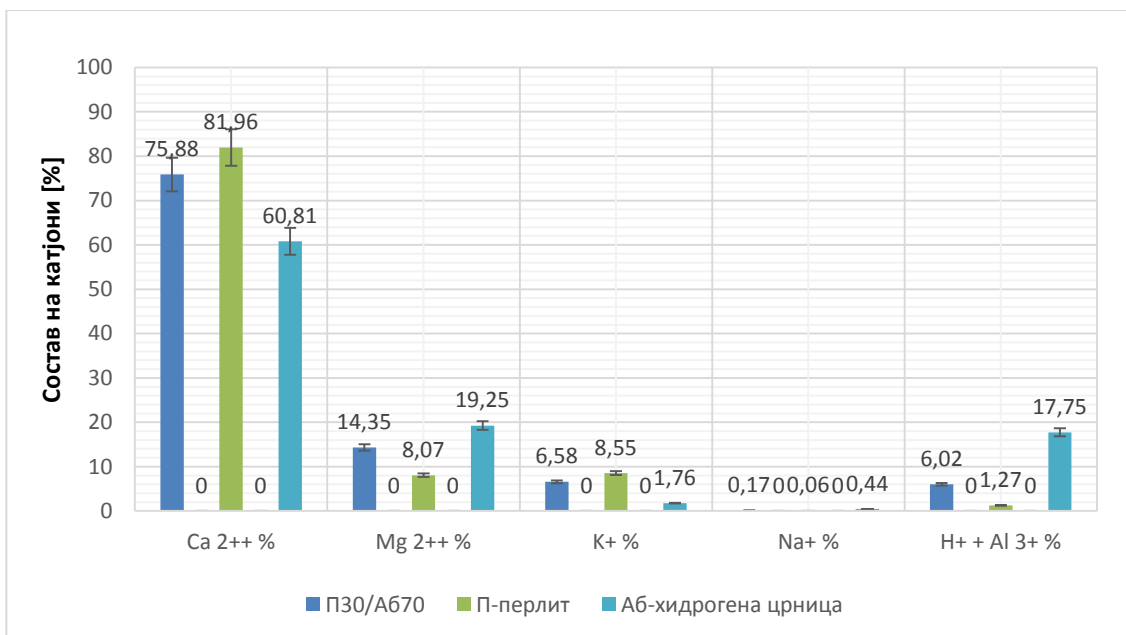
Графикон 29. Разменливи катјони во % кај флувијатилна почва
Graph 29. Exchangeable cations in % of fluvisiol



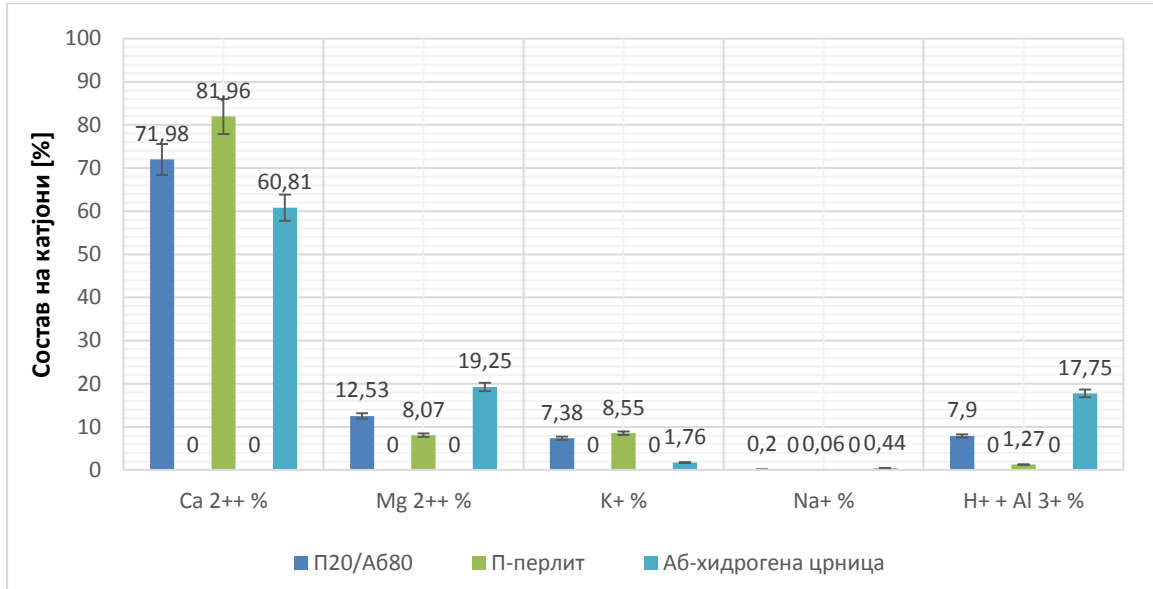
Графикон 30. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, хидрогена црница и варијанта во сооднос А650:П50
Graph 30. Exchangeable cations in % of substrat perlite and mollic vertic gleysol and variants Ab50:P50



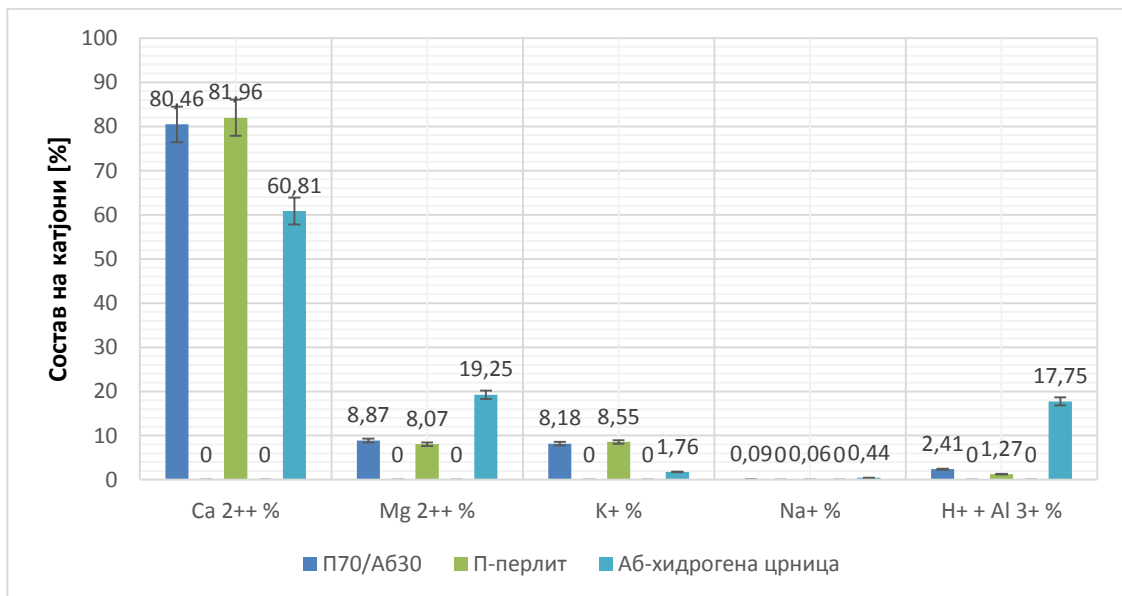
Графикон 31. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, хидрогена црница и варијанта во сооднос А670:П30
Graph 31. Exchangeable cations in % of substrat perlite and mollic vertic gleysol and variants Ab70:P30



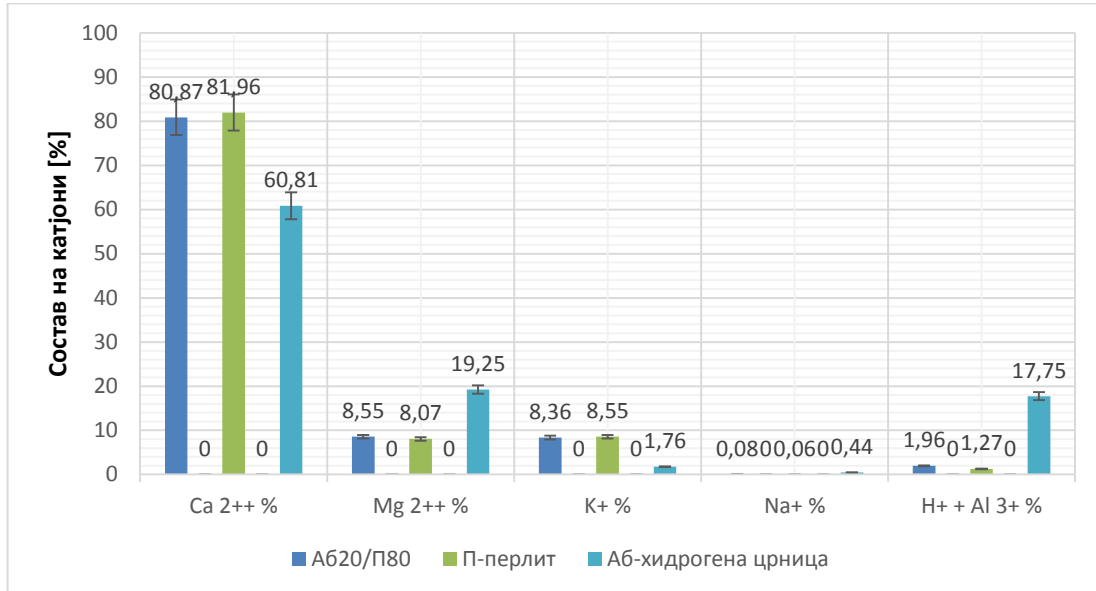
Графикон 32. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, хидрогена црница и варијанта во сооднос А680:П20
Graph 32. Exchangeable cations in % of substrat perlite and mollic vertic gleysol and variants Ab80:P20



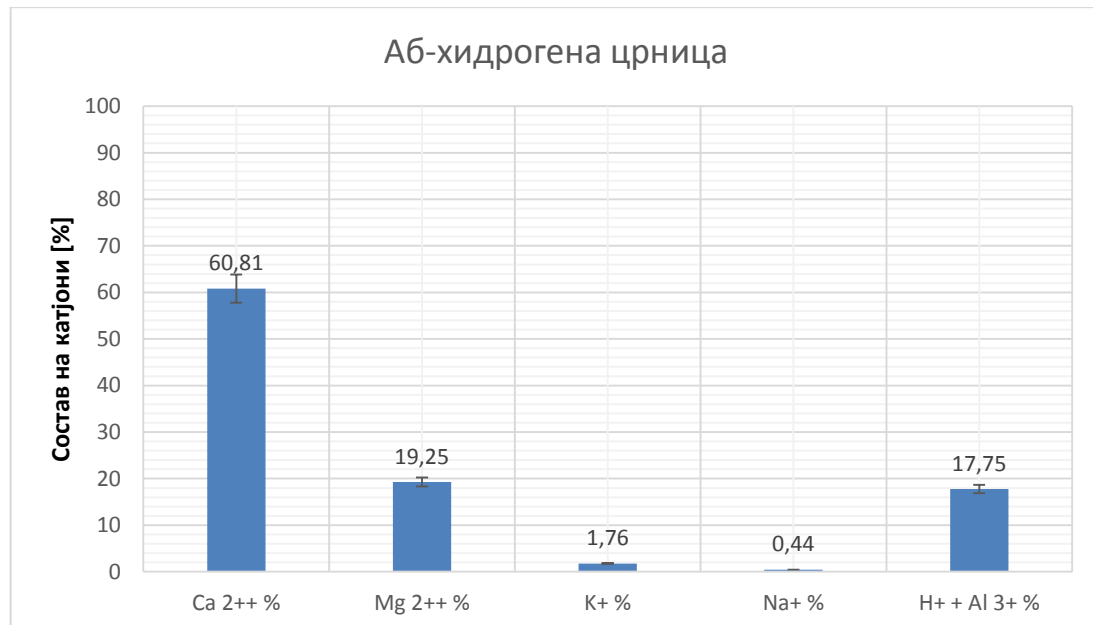
Графикон 33. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, хидрогена црница и варијанта во сооднос А630:П70
Graph 33. Exchangeable cations in % of substrat perlite and mollic vertic gleysol and variants Ab30:P70



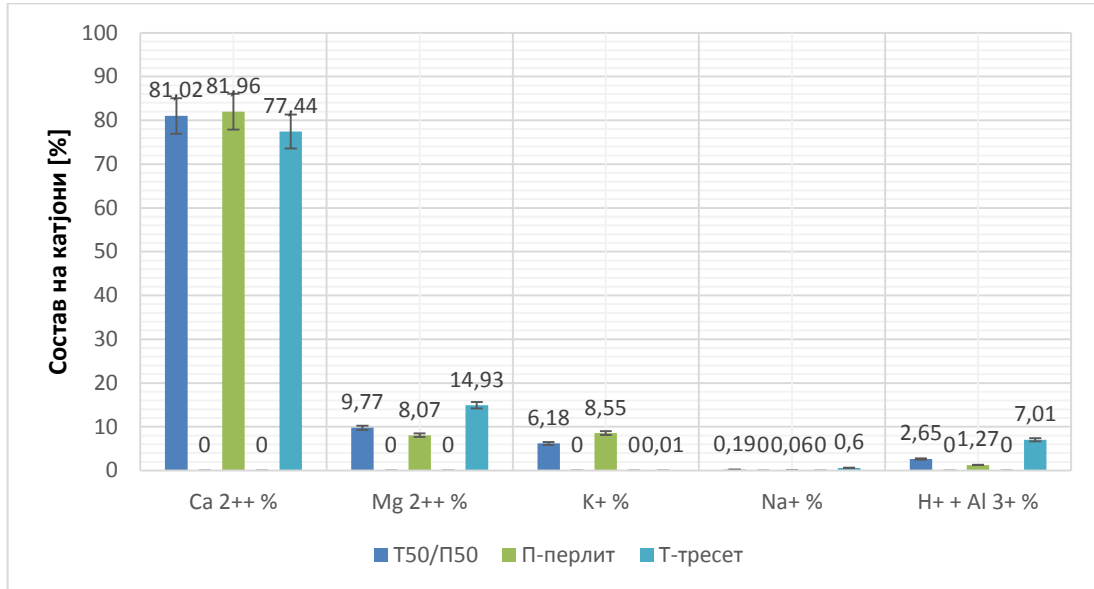
Графикон 34. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, хидрогена црница и варијанта во сооднос А620:П80
Graph 34. Exchangeable cations in % of substrat perlite and mollic vertic gleysol and variants Ab20:P80



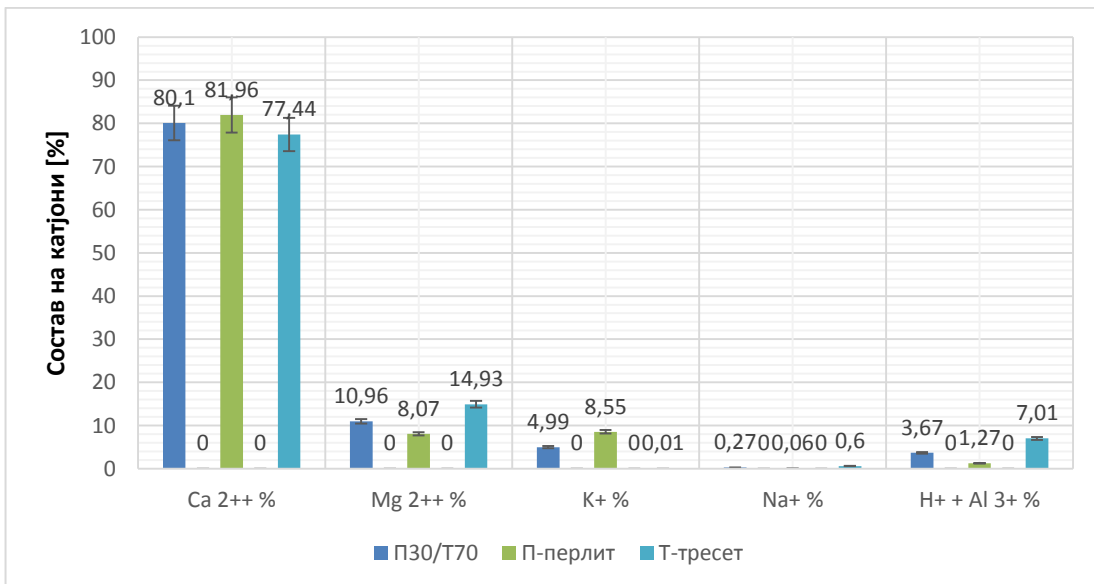
Графикон 35. Разменливи катјони во % кај хидрогена црница
Graph 35. Exchangeable cations in % of mollic vertic gleysol



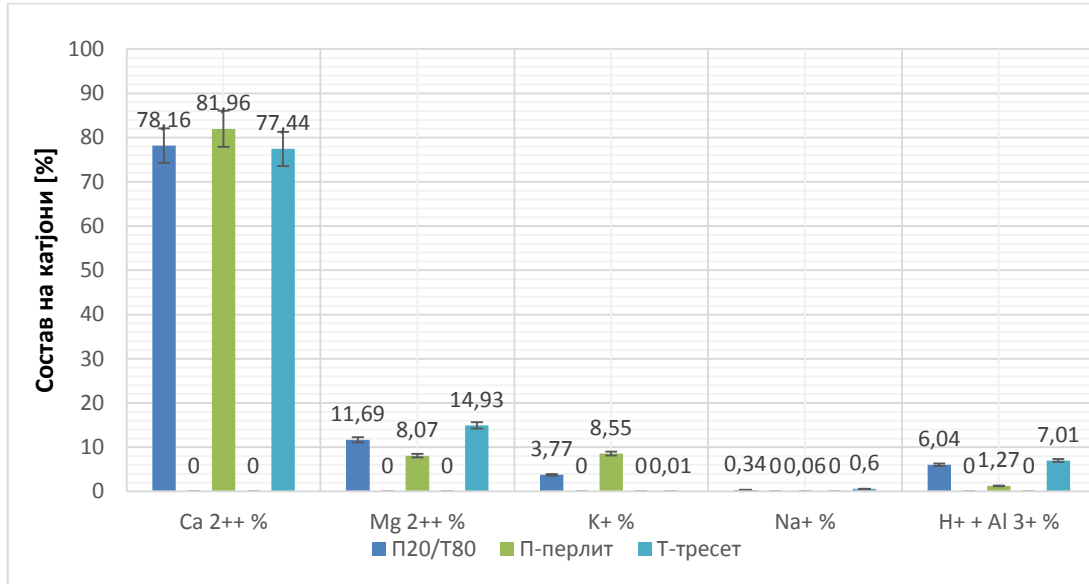
Графикон 36. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, тресет и варијанта во сооднос Т50:П50
Graph 36. Exchangeable cations in % of substrat perlite, peat and variants T50:P50



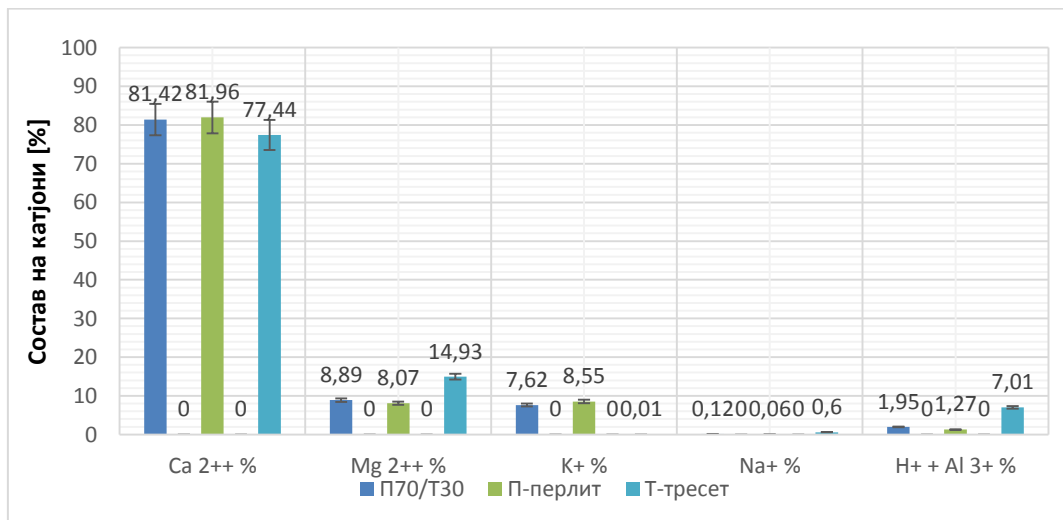
Графикон 37. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, тресет и варијанта во сооднос Т70:П30
Graph 37. Exchangeable cations in % of substrat perlite, peat and variants T70:P30



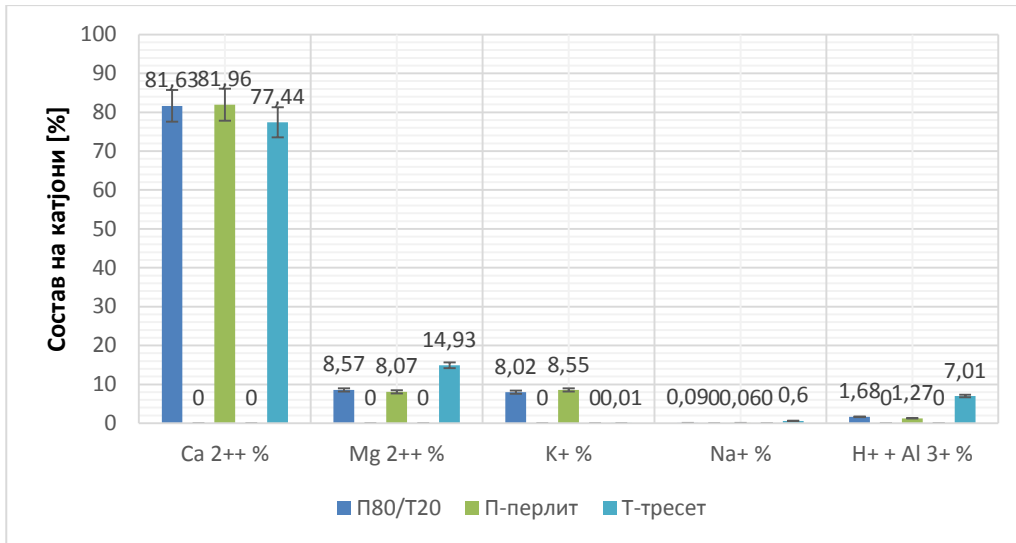
**Графикон 38. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, тресет и
варијанта во сооднос Т80:П20**
**Graph 38. Exchangeable cations in % of substrat perlite, peat and variants
Т80:Р20**



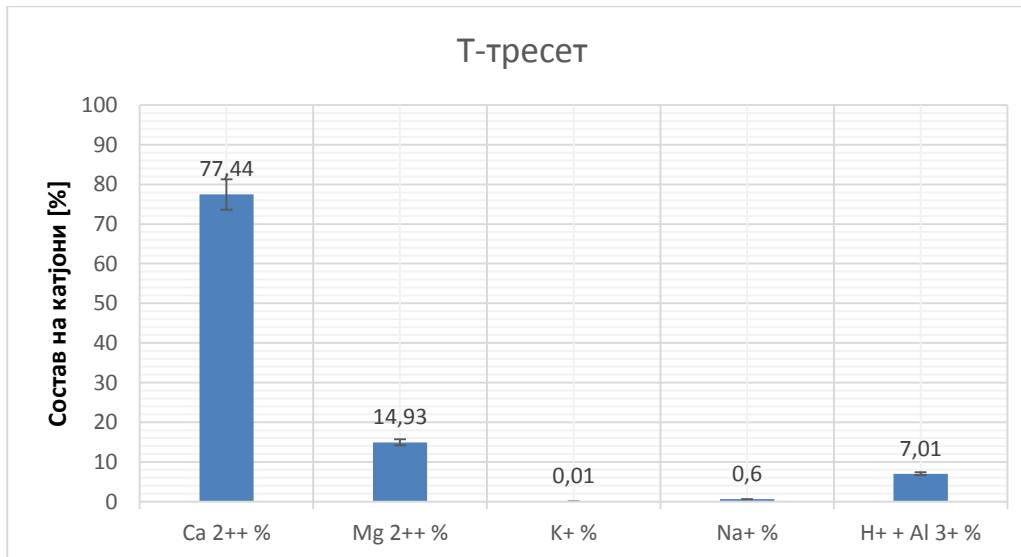
**Графикон 39. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, тресет и
варијанта во сооднос Т30:П70**
**Graph 39. Exchangeable cations in % of substrat perlite, peat and variants
Т30:Р70**



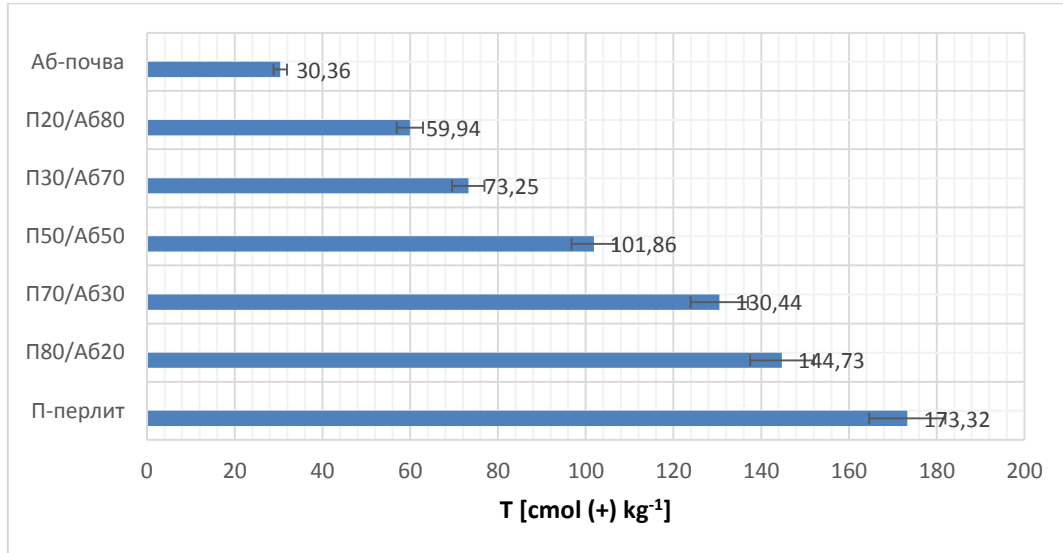
**Графикон 40. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит и тресет и
варијанта во сооднос Т20:П80**
**Graph 40. Exchangeable cations in % of substrat perlite, peat and variants
Т20:Р80**



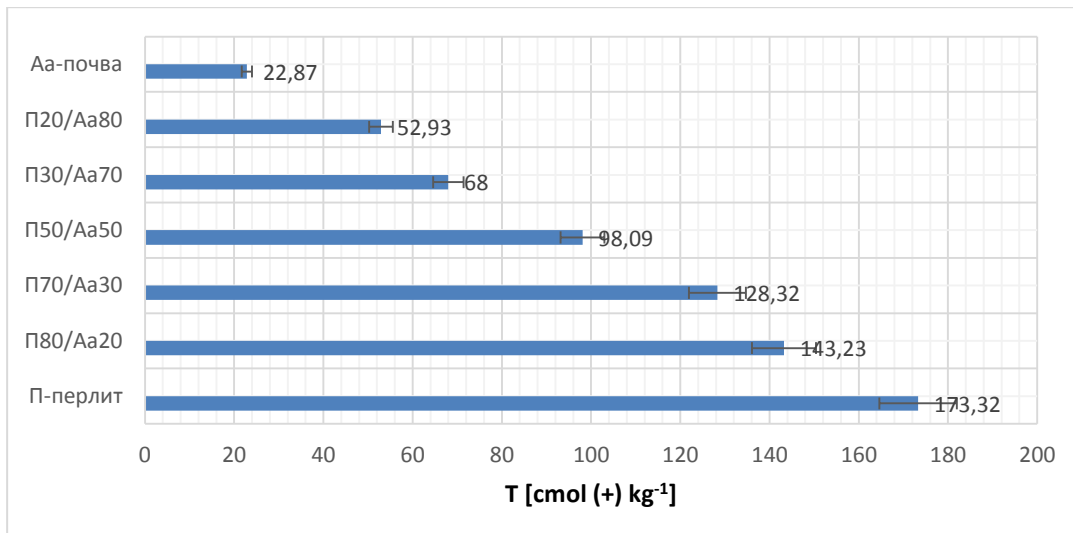
Графикон 41. Разменливи катјони во % кај супстрат тресет
Graph 41. Exchangeable cations in % of substrat peat



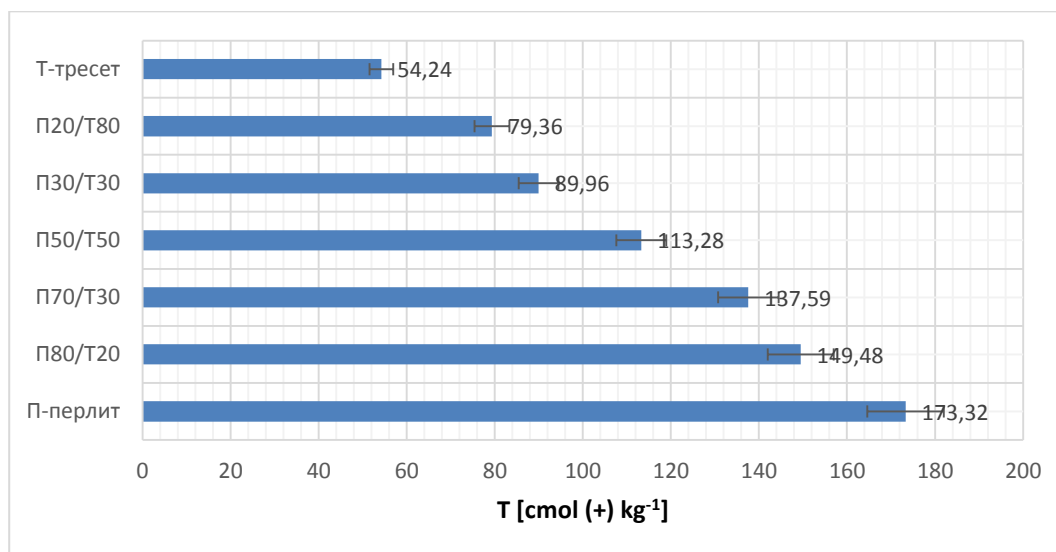
**Графикон 42. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит и хидрогена
црница**
**Graph 42. Exchangeable cations in % of substrat perlite and mollic vertic
gleysol**



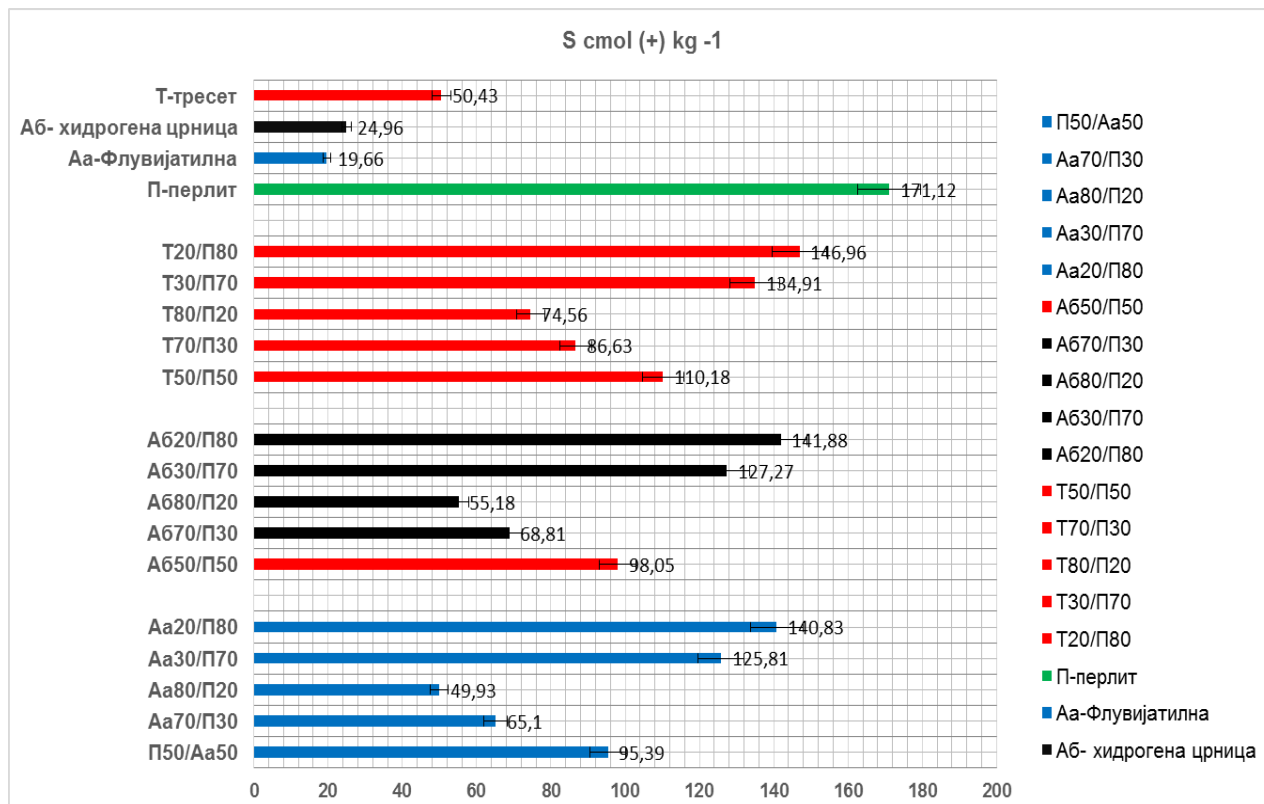
**Графикон 43. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит и
флувијатилна почва**
Graph 43. Exchangeable cations in % of substrat perlite and fluvisiol



Графикон 44. Разменливи катјони во % кај супстрат перлит, тресет
Graph 44. Exchangeable cations in % of substrat perlite and peat



**Графикон 45. Разменливи катјони во % од S кај супстрат перлит, тресет
флувијатилна почва и хидрогена црница**
**Graph 45. Exchangeable cations in % from S% of substrat perlite, peat,
fluvisiol, mollic vertic gleysol and variants**



5.5. ПРОИЗВОДНИ СВОЈСТВА НА ПЕРЛИТ

Експериментот беше поставен со опит со растение *Viola x wittrockiana Gams*. Името на родот потекнува од латинското име на видот. Има околку 500 видови, а повеќето се ниски, зелјести, едногодишни и повеќегодишни растенија. Ова украсно растение е познато како отворено растение во хортикултурата. Кај нас, производството на расад се одвива во заштитен простор, на отворено се садат наесен, а цветаат во рана пролет. Виолите се ниски (10 - 15 cm), многу разгранети и компактни растенија. Тие бараат сончеви места, оптимални услови на топлина, со нормално до малку кисела pH-вредност, поволен водно-воздушен режим, лесна богата нагубрена плодна почва и постојана влажност. Производството на садници е еден од најзначајните аспекти во производството на цвет, заедно со заштита од болести и штетници. Избор на најсоодветен супстрат и губриво за производство на садници во заштитена средина претставува една од најзначајните активности во процесот на производство (Davitkovska et al, 2017).

Успехот на сезонско цвеќе директно зависи од квалитетот на посадочниот материјал. Познато е дека квалитетот на садници зависи од повеќе фактори, како што се: квалитетот на семето, микроклиматските услови, опремата за производство (техничка опрема) и видот на заштитена околина. Покрај горенаведените фактори, подеднакво е релевантен квалитетот на супстратот што се користи во производството на садници (Davitkovska et al, 2017). Целта на ова истражување е да се испита влијанието на перлитот, флувијатилна почва и супстрат тресет врз морфолошките карактеристики на садници од *Viola x wittrockiana Gams*.

Испитувањето беше поставено во фармата „Цветна градина“ во селото Владевци, Струмица, Република Македонија. Експериментот беше спроведен на *Viola x wittrockiana Gams*.

Семето беше засадено во контејнери и се одгледува во контејнери до ртење и формирање на првите два до три листа. Садниците беа рачно извадени од контејнерот и повторно засадени во пластични садови со 9,5 (cm) дијаметар.

Експериментот содржи три варијанти. Секоја варијанта се состоеше од 3 растенија. Во експериментот беа тестирани почвата, тресетот и перлитот.

Опитот со медиумите беше засаден наесен со растение *Viola x wittrockiana* Gams на отворено.

Варијанта / Variant	Тип на супстрат Tip and substrat	Број на растенија Number of plants
Варијанта I / Variant I	тресет / peat	3
Варијанта I / Variant I	тресет / peat	3
Варијанта I / Variant I	тресет / peat	3
Варијанта II / Variant II	перлит / perlite	3
Варијанта II / Variant II	перлит / perlite	3
Варијанта II / Variant II	перлит / perlite	3
Варијанта III / Variant III	флувијатилна/fluvisiol	3
Варијанта III / Variant III	флувијатилна/fluvisiol	3
Варијанта III / Variant III	флувијатилна/fluvisiol	3

Кога растенијата беа засадени од контејнерите во пластични садови, наводнувањето веднаш беше извршено. После тоа, наводнувањето се спроведуваше два пати неделно. Секој пластичен сад беше наводнуван рачно со 100 ml чиста вода. Мерењата на биометриските параметри беа спроведени во лабораторија. Растенијата од секои варијанта беа измерени, по 40 дена од трансплантација во пластични садови. Од биометриските параметри беа анализирани: висина на растение (mm), дебелина на стеблото (mm), број на разгранувања, број на гранки, број на цветни пупки и должина на главниот корен. Добиените резултати беа статистички обработени според методот на анализа на варијанса и ЛСД-тест (најмалку значајна разлика).

Табела 102. Висина на растение (Lsd-тест)
Табле 102. Height of plants

Супстрат/ Substrate	Аритметичка средина Arithmetic Mean	Интервал на варијација Variation interval	SD	Коефициент на варирање Varia. Coeffi.
Почва Soil	20,0	15-25	5,00	25,00
Тресет Peat	34,0	26-43	8,00	23,53
Перлит perlite	27,3	24-30	3,06	11,18

Comparison between variants

Супстрат/Substrate		Почва Soil	Тресет Peat	Перлит perlite
	Аритм.средина/ Arithmetic Mean	20,00	34,00	27,33
Почва Soil	20,00	0,0	14,000*	7,333
Тресет Peat	34,00		0	-6,667
Перлит perlite	27,33			0

Lsd (0.05)* Lsd (0.01)**

Највисоката просечна вредност за висината на виолите 34,00 mm беше добиена кај виолите од варијанта тресет. Растенијата кои се одгледувани во перлит имаат слична просечна висина како варијантата тресет во просек 27,33 (mm). *Viola x wittrockiana Gams* одгледувани во почвата имаат најмала вредност за параметарот височина на растенијата просечно 20,00 mm.

Во следнава табела се прикажани вредностите за дебелина на стеблото на виолите.

Табела 103. Дебелина на стебло

Table 103. Stem thickness

	Арит. сред./ Arithmetic Mean	Интер. на вариј./ Variation interval	SD	Коеф. на вариј. / Varia. Coeffi.
Почва Soil	2,70	1,8-3,3	0,79	29,40
Тресет Peat	3,83	3,6-4,0	0,21	5,43
Перлит perlite	3,03	2,9-3,1	0,12	3,81

Comparison between variants

Супстрат/Supstrate		Почва Soil	Тресет Peat	Перлит perlite
	Аритм.средина/ Arithmetic Mean	2,70	3,83	3,03
Почва Soil	2,70	0,0	1,133*	0,333
Тресет Peat	3,83		0	-0,800
Перлит perlite	3,03			0

Lsd (0.05)* Lsd (0.01)**

Просечната дебелина на стеблото се движи од 2,70 mm во растенијата одгледувани во почва до 3,83 mm органичниот супстрат. Просечната дебелина на растенијата кај варијантата одгледувани растенија во перлит изнесуваше

3,03 mm. Карактеристично е тоа што растенијата одгледувани во перлитот имаа најмала варијација на дебелината на стебло. Од ова може да се забележи дека растенијата кои се развиваат во перлитот покажуваат поголема униформност. Бројот на листови кај растенијата одгледувани во тресет и перлит покажа значителни статистички разлики на ниво од 0,05 во споредба со бројот на листови од растенија од растенијата одгледувани во почва. Слично како и за дебелината на стеблата, и во бројот на листови растенијата одгледувани во перлит покажуваат најмал коефициент на варијација и најмала стандардна девијација (CV 0,58) во споредба на почвата и тресетот.

Табела 104. Број на листови
Table 104. Number of inflorescence

	Арит. сред./ Arithmetic Mean	Интер. на вариј./ Variation interval	SD	Коеф. на вариј. / Varia. Coeffi.
Почва Soil	10,3	6-13	3,79	36,64
Тресет Peat	25,7	16-36	10,0 2	39,03
Перлит perlite	18,7	18-19	0,58	3,09

Comparison between variants

Супстрат/Supstrate	Почва Soil	Тресет Peat	Перлит perlite
Арит.средина/ Arithmetic Mean	10,33	25,67	18,67
Почва Soil	10,33	0,0	15,333*
Тресет Peat	25,67	0	-7,000
Перлит perlite	18,67		0

Lsd (0.05)* Lsd (0.01)**

Во оценувањето на практичната примена на користењето на перлитот беше анализирана и растот на кореновите системи во длабочина во трите истражувани варијанти. Од табелата за просечни вредности се гледа дека растенијата имаат најголема должина на кореновата маса кај растенијата во тресетот, средно - 63,7 mm. Потоа следат растенијата одгледувани во перлит, просечно 48,0 mm и најмала должина на коренова маса имаат растенијата во почва, средно - 21,3 mm. Повторно и кај ова анализирано својство, растенијата

покажуваат најмал коефициент на варирање и нај мала стандардна девијација (CV 6,56).

Од сите анализирани податоци, може да се забележи дека растенијата одгледувани во тресет покажуваат најголеми просечни вредности од број на листови и растот на кореновите системи во длабочина. Од практично значење за земјоделското производство е и униформноста (исти или слични по големина и број) на растенијата. Растенијата одгледувани во супстратот перлит, точно тоа го постигнаа во ова истражување, униформност на својствата кои се од значење за земјоделското производство. Од ова може да произлезе заклучокот дека добивањето на униформност во квалитетот и квантитетот на растенија (број на листови, цветови, плодови) е можно да се постигне со контролирано производство во супстратот перлит.

Табела 105. Раст на кореновиот систем во длабочина [mm]

Table 105. Root length

	Арит. сред./ Arithmetic Mean	Интер. на вариј./ Variation interval	SD	Коеф. на вариј. / Varia. Coeffi.
Почва Soil	21,3	0-34	18,58	87,11
Тресет Peat	63,7	43-88	22,72	35,69
Перлит perlite	48,0	41-54	6,56	13,66

Comparison between variants

Супстрат/Supstrate		Почва Soil	Тресет Peat	Перлит perlite
	Аритм. средина/ Arithmetic Mean	21,33	63,67	48,00
Почва Soil	21,33	0,0	42,333*	26,667
Тресет Peat	63,67		0	-15,667
Перлит perlite	48,00			0

Lsd (0.05)* Lsd (0.01)**

Слика 17. Опит (*Viola x wittrockiana*) во супстрат перлит, супстрат тресет и флувијатилна почва



Слика 18. Опит (*Viola x wittrockiana*) во супстрат перлит, супстрат тресет и флувијатилна почва



Слика 19. Опит (*Viola x wittrockiana*) во супстрат перлит, супстрат тресет и флувијатилна почва



Слика 20. Примероци со (*Viola x wittrockiana*) во супстрат перлит



6. ДИСКУСИЈА

6.1. Физички својства на супстрат перлит, флувијатилна почва, хидрогена црница и тресет

Во нашево истражување се испитани следниве физички својства:

- ✓ Вистинска густина,
- ✓ Привидна густина,
- ✓ Порозност,
- ✓ Ретенциски воден капацитет,
- ✓ Физиолошка достапна влага,
- ✓ Водопропустливост (движење на водата),
- ✓ Физиолошка достапна влага,
- ✓ Ретенција и ретенциски криви.

Многу автори ги испитувале физичките својства на супстратите (Gruda and Schnitzler, 1999a; Issa et al., 2001; Issa M, G et al., 1997; Ouzounidou, H, et al., 2001). Во нивните студии даваат важни информации во врска со голем број физички својства, како што се достапноста на водата и нивната поврзаност со одредени карактеристики на растенијата, соодносот на вода-воздух, вкупна порозност, волуменска тежина или волуменска густина, ретенциски воден капацитет и сл. Со испитување и утврдување на одредени вредности на физичките својства на супстратот, точно може да се определи и прецизира за каков супстрат станува збор.

Авторот (Bunt, 1976), во своето истражување потенцира дека соодносот на вода и воздух и големината на порите и нивната дистрибуција на вода и воздух се најважни физички параметри за супстратните подлоги.

Авторите (Raviv et al., 2002) посочуваат дека некои супстрати што имаат поволни физички својства се клучна иновација, што ќе им овозможи на земјоделците внимателно да се контролира водата, воздухот и хранливите материи, без патогени микроорганизми, за да ги снабдуваат растенијата со потребните материи во кореновиот систем. (Bildersback et al., 2005) утврдуваат дека ефективните супстрати мора да имаат физичка структура што создава

соодветна рамнотежа на воздух и вода за здрав развој на растенијата. Оваа рамнотежа мора да се одржува во целиот циклус на производство на земјоделските култури, што може да трае од неколку недели до повеќе од една година.

Физичките својства на почвата се менуваат во текот на еволуцијата, а уште поинтензивно под влијание на човекот. Од физичките својства зависи водниот, воздушниот и топлотниот режим на почвата и на супстратите, односно обезбедувањето на растенијата со доволно вода, воздух и топлина. Физичките својства за почвата се од значење и за микробиолошката активност во почвата, за хумификацијата и минерализацијата од која се добива минерална храна за растението. Познавањето на физичките и физичко-механичките својства на почвите и супстратите наоѓа примена во хидротехничките мелиорации и во примената на одредени агротехнички мерки.

6.1.2. Густина на почвата/супстрат (вистинка и фактичка)

Густина претставува маса (изразена во грамови) на 1 cm^3 апсолутна сува материја (перлит/почва). Под вистинска (права) густина се подразбира односот меѓу определен волумен на материја (почва/супстрат перлит) и ист волумен на вода на температура од $4 \text{ }^\circ\text{C}$. Тоа е маса на цврстата фаза на (почва/супстрат перлит), односно густина на 1 cm^3 (без пори), изразена во грамови. Се означува со симболот (ρ). Оваа својство порано се нарекуваше фактичка специфична тежина (Stf) и специфична маса (D), а сега, според новиот меѓународен систем, овие термини се заменети со терминот густина. Се изразува во g/cm^3 , kg/dm^3 или во t/m^3 .

Резултатите за вистинската густина на перлитот, флувијатилната почва, хидрогената црница и супстратот тресет, како и со нивните варијанти во различни соодноси се прикажани во табелите 10, 11 и 12. Перлитот испитуван во оваа дисертација има ниска вистинска густина со средна вредност од $0,83 \text{ g/cm}^3$. Авторите (Michael R. et al., 2007) добиле слични резултати со нашите, т.е. од $0,098$ до $0,121 \text{ g/cm}^3$ за 20 % до 50 % перлит од волуменот.

Просечната вредност на вистинската густина во табела 10 кај истражуваната флувијатилна почва изнесува $2,47 \text{ g/cm}^3$. Доколку се споредат овие резултати кај почвата и перлитот се покажува дека почвата има вредност

за неколу пати повисока од самиот перлит. Тоа е така бидејќи перлитот во експандирана форма е многу лесен и порозен материјал, додека почвата има поголем минерален дел и потешок механички состав. Со мешање на флувијатилната почва и перлитот во различни соодноси се намалува вредноста на вистинската густина.

Така што со додавање на 20 % перлит во флувијатилна почва во соодносот П20/Аа80, вредноста на вистинската густина е $1,54 \text{ g/cm}^3$. Во сооднос П30/Аа70, вистинската густина исто се намалува на $1,25 \text{ g/cm}^3$, од вистинската густина на флувијатилната почва $2,47 \text{ g/cm}^3$. И во останатите варијанти П50/Аа50, П70/Аа30, П80/Аа20 доаѓа до намалување на вистинската густина. Од ова може да се констатира дека перлитот има влијание врз намалувањето на правата густина кај флувијатилната почва, кога се додава во различни проценти.

Кај истражуваната хидрогена црница во табела 11, вистинската густина е со највисока просечна вредност од $2,76 \text{ g/cm}^3$ од сите истражувани варијанти. Оваа вредност се должи на поголемиот минерален дел и потешкиот механички состав што го има хидрогената црница. Според авторот Филиповски, 1974 вистинската густина на почвата зависи од минералошкиот состав на минералниот дел на почвата и од содржината на хумус.

Со додавање само на 20 % перлит во хидрогената црница во сооднос П20/Аа80 се намалува вистинската густина и таа има средна вредност $2,39 \text{ g/cm}^3$. Во мешавината од сооднос П30/Аа70, вистинската густина исто се намалува со средна вредност од $2,18 \text{ g/cm}^3$. Може да се забележи дека доаѓа до значително намалување на вистинската густина со додавањето на супстратот перлит во поголеми соодноси.

Така и кај мешавина во сооднос П50/Аа50, вистинската густина е со средна вредност $1,80 \text{ g/cm}^3$, кај мешавина од соодносот П70/Аа30 е со средна вредност $1,41 \text{ g/cm}^3$, и кај мешавина во соодносот П80/Аа20 има средна вредност $1,23 \text{ g/cm}^3$. Најгоемето влијание на значењето на перлитот врз намалување на вистинската густина има кај хидрогената црница. Со додавањето и на најмал процент на перлит, се намалува масата на хидрогената црница. Ова намалување што е овозможено од перлитот влијае позитивно и врз останатите водно-физички својства кај хидрогената црница.

Во табела 12 е прикажана средната вредност на тресетот кој изнесува $1,20 \text{ g/cm}^3$. Оваа вредност на тресетот е помала од вредностите на двете почви (флувијатилна и хидрогена црница), но поголема од перлиот. Поради содржината на органска материја и останатиот минерален дел, тресетот има повисока вредност од перлитот. Од анализираните соодноси на перлитот и тресетот, може да се забележат блиски вредности на вистинската густина. Слично како и кај останатите варијанти, се забележува влијание на перлитот врз намалување на вистинската густина, што директно влијае врз вкупната порозност и привидната густина.

5.3.3. Привидна густина

Привидната густина преставува маса на 1 g/cm^3 , изразени во грамови. Привидна густина (Pp) има определено практично значење бидејќи од нејзината вредност зависи вкупната порозност. Таа претставува показател за пресметување на содржината на влага изразена во волуменски проценти. Од презентираниите податоци од табелите 10, 11 и 12 се гледа дека поголема вредност на привидна густина има флувијатилната почва, каде што овој параметар има средна вредност $1,49 \text{ g/cm}^3$. Со најниска привидна густина се јавува кај перлитот, со средна вредност $0,33 \text{ g/cm}^3$.

Најчесто, привидната густина кај почвите се движи од 1,3 до $1,64 \text{ g/cm}^3$. Кај анализираната хидрогена црница, во споредба со флувијатилната почва, има малку пониска привидна густина со средна вредност $1,36 \text{ g/cm}^3$. Анализираниот супстрат тресет има привидна густина со средна вредност $0,47 \text{ g/cm}^3$. Од добиените вредности за привидната густина може да се даде генерален заклучок дека и најмалиот удел на перлитот влијае врз намалување на привидната густина кај сите варијанти. Тоа е така бидејќи привидната густина е индикатор на компактноста (збиеноста) на почвата.

Во ова истражување може да се види директното намалување на компактноста кај истражуваните варијанти. Со приближни вредности на нашите резултати за привидна густина кај перлитот презентираат авторите (Ahmad Mohammadi, et al., 2011). Од сите анализирани варијанти и нивните резултати што се добиени во ова истражување за вистинската и привидната густина, може да се забележи силно позитивно влијание на перлитот.

Најзабележително влијание на перлитот врз двете густини има кај хидрогената црница и нивните соодноси. Перлитот влијае врз намалување на вистинската и привидната густина кај хидрогената црница, а со тоа се влијае и врз другите физички својства, особено врз порозноста.

Резултатите добиени за привидната густина имаат и практично значење, и можат да послужат за примена на резултатите од лабораториските анализи во практиката. Густината е важна и за пресметување на нормите за наводнување кај различните варијанти на перлитот, флувијатилната почва, хидрогената црница и на тресетот.

6.1.3. Порозност

Порозност или порозитет е вкупна зафатнина на порите (шуплини) изразени во волуменски проценти на вкупната почва/суровина во природна (ненарушена) состојба. Волуменот на сите пори во одреден волумен почва/суровина претставува вкупна порозност, којашто е зафатена со вода и воздух. Во макропорите (некапиларните пори) има воздух, а во микропорите (капиларни пори) вода.

Со наводнување водата навлегува во сите пори, а се задржува во капиларните пори, ним им припаѓа многу значајна улога, па тие претставуваат животен простор на растителните корења и на микроорганизмите. Различен однос меѓу капиларни и некапиларни пори ќе имаат различен воден и воздушен режим. Се разликуваат вкупната порозност, капиларна и некапиларна порозност.

Во нашите испитувања се анализирани вредностите на вкупната порозност, водниот и воздушниот порозен капацитет на супстратот перлит со флувијатилна почва, хидрогената црница и супстратот тресет.

Од добиените резултати во табелите 22, 23 и 24 за вкупна порозност, се покажува дека перлитот има многу висока порозност од 88,09 %. Од оваа вредност, 60,20 % припаѓаат на воздушниот порозитет, а 27,90 % припаѓаат на водниот порозитет со висока капиларна порозност.

Високиот процент на порозност кај перлитот овозможува да задржува во своите пори кислород, вода, а преку водата и хранливи материи кои се лесно достапни за растенијата, кои се од големо значење за нивен здрав раст и

развој. Според авторите De Boodt and Verdonck, 1972; Fonteno et al., 1981 во нивните испитувања укажуваат на тоа дека идеален супстрат треба да има TPS или вкупен порозен простор од над 85 %. Порите се полни со воздух или вода во зависност од димензија на порите и содржината во подлогата. Вкупниот порозен простор кај супстратите е повисок отколку во почвите, тој процент во почвите би требало да изнесува над 50 проценти од волуменот.

Во принцип, органските супстрати во зависност од обликот и големината на честичките, според испитувањата на авторите (Michiels et al., 2007) сметаат дека вкупната порозност треба да е околу 85 - 95 проценти од волуменот. Според испитувањето на авторите (Raviv et al., 2002) укажуваат дека вкупниот порозен простор во супстратите за одгледување растенија треба да се движи од 60 до 90 вол. проценти. Многу студии и автори ја нагласиле важноста на исполнетоста на воздух во порите за добар раст и принос на растенијата.

Еден од нив е и авторот Eriksson, (1985). Авторите (Wesseling and Van Wijk, 1957; Xu et al., 1992) истакнуваат дека постои општ консензус за тоа дека минималниот обем на воздушниот порозен простор што треба да се полни со воздух за соодветна размена на воздух за поддршка на раст на растенијата, треба да биде околу 10 % од волуменот. Авторот (Brückner U. 1997), во своето истражување нагласува дека релативната рамнотежа на воздухот и водата во порите на почвениот простор е од клучно значење за растот на растенијата.

Од анализираната флувијатилна почва во табела 22, може да се види дека има висока вкупна порозност со средна вредност од 77,73 %. Со ваков процент на порозност, флувијатилната почва спаѓа во почви со висока порозност. Ова е показател за добро аерирани почви, богати со песок и помалку глина која имаа влијание на високата порозност. Филиповски, (1997), во зависност од вкупната порозност на почвите, ги дели на: мошне порозни (над 60 % пори), порозни (45 - 60 %), малку порозни (30 – 45 %) и мошне малку порозни (под 30 %).

Познавањето на вкупната порозност, на односот меѓу макро и микропорите, стабилноста на порозниот систем и на вкупната внатрешна површина на порите, има големо практично значење за почвата и растот на кореновата система. Не е поволно за растението кога во почвата има само некапиларни пори или само капиларни пори. Во првиот случај, почвата не задржува вода, а во вториот - сите пори се полнат со вода и нема доволно

воздух или слаба аерација. Вредностите добиени од воздушниот порозен простор на флувијатилната почва е со средна вредност 38,05 %, додека водниот порозен простор е со средна вредност е 39,68 %. Тоа објаснува дека флувијатилната почва има оптимален воден и воздушен режим.

Авторот Gajić, (2006) истакнува дека оптимални физички и водно-физички својства, како и нивниот водно-воздушен режим се добива кога капиларната и некапиларната порозност се во меѓусебен однос 1:1 или 2:3. Авторот Филиповски (1974) смета дека најповолен однос на порозност кај капиларните пори изнесува околу 60 %, а некапиларните околу 40 % од вкупната порозност. Средните вредности за порозноста кај водородната црница и супстратот перлит со нивните мешавини се презентирани во табела 23. Вкупната порозност на водородната црница изнесува 46,99 %. Оваа вредност укажува дека тоа се порозни почви. Истата вредност е за ограничениот Амхоризонт (0 - 30 cm), каде што има поголем процент на органска материја што влијае врз оваа вредност.

Во подлабоките хоризонти, вкупната порозност се намалува, при што почвите се малку порозни до мошне малку порозни. Хидрогените црници се карактеризираат со мало учество на некапиларни пори, приближно 8 %, што ги карактеризира овие почви со неповолен воден-воздушен режим. Во нашите испитувања, вредностите добиени од анализираните својства на водниот порозитет се движат со средна вредност од 42,79 % и висок капацитет на капиларни пори.

Додека од анализираните својства на воздушниот порозитет, добиени се многу ниски вредности од 4,21 %. Тоа се должи на високиот процент на глина што ја има во таа почва, ниската содржина на некапиларни пори, слабата филтрација и инфилтрација со слабата дифузија на гасовите, што се карактеризира со лошо аерирана почва.

Авторите (Steffens D, et al, 2004) истакнуваат дека почвите под ограничени услови за аерација, во внатрешноста на порозниот волумен на почвата се создава зголемување на концентрацијата на CO₂, со минливо зголемување на рН околу системот за апсорпција на коренот. Авторот Спировски, (1965), во неговото истражување добил слични и ниски вредности на воздушен порозитет од 6,44 %.

Хидрогената црница спаѓа во тешки почви каде што доминираат некапиларните пори поради повисока содржина на глина, и покрај поголемата содржина на капиларни пори, глинестите почви често пати имаат ниска содржина на леснодостапна вода поради високата содржина на микропори (помали од 3 микрони). Водата во овие микропори е тешко достапна за растенијата.

Супстратот тресет се издвојува со највисока вкупна порозност од анализираните варијанти, со средна вредност од 90,80 %, што дефинира висок вкупен порозен волумен. Тој висок процент на порозност кај тресетот се должи на високата содржина на органската материја која се наоѓа во тресетот. Со самото зголемување на органската материја расте и вкупната порозност.

Меѓусебниот воден и воздушен режим сепак е неповолен бидејќи капиларните пори се со средна вредност од 80,10 % што пак укажува на многу висока содржина на воден капацитет, додека воздушниот капацитет е со ниска капиларност или недоволно задржување на воздух со средна вредност од 10,70 %. Во останатите анализирани примероци во различни соодноси може да се види поинаква рамнотежа помеѓу водниот и воздушниот режим. Со додавање или мешање на перлитот и тресетот, воздушната порозност е со повисок процент.

Во анализираниот примерок во мешавина од сооднос П20/Т80 или 20 % перлит + 80 % тресет, вкупната порозност е со средна вредност од 88,63 %, што укажува на висока порозност и поволен водно-воздушен режим. Воздушниот капацитет е со средна вредност 20,60 %, а водната порозност е висока со средна вредност 68,03 %.

Во останатите анализирани примероци од мешавини во соодноси од Т50/П50 и Т70П30, може да се видат различни вредности. Со додавање на мешавина од 50 % перлит и 50 % тресет, вкупниот порозитет е со средна вредност од 89,45 %, воздушна порозност е со средна вредност од 35,45 % и водната порозност со средна вредност од 54,00 %.

Од сето тоа може да се каже дека анализираниот примерок Т50/П50 има висока порозност и поволен водно-воздушен капацитет.

Со додавање на мешавина од 30 % перлит и 70% тресет, вкупниот волумен на пори (капиларни и некапиларни) е висок со 88,90 %. Водниот режим е висок и исполнет со капиларни пори со средна вредност од 63,55 %.

Некапиларните пори имаат поволна воздушна порозност со средна вредност од 25,55 %.

Слични истражувања на нашите добиле и авторите (Jeb S, Fields et al., 2004) во своето истражување на хидрофизичките својства на перлит и тресет. Тие добиле: вкупна порозност на тресет 91,0 % и вкупна порозност на перлит 66,4 %.

Од сите анализирани примероци може да се заклучи дека најголемо позитивното влијание на супстратот перлит има врз воздушната порозност кај хидрогената црница. Зголемувањето на вкупната порозност кај хидрогената црница влијае врз зголемување на присуството на кислород, а со самото тоа и врз микробиолошката активност.

Поголемото присуство на аерациски пори, како резултат на перлитот кај овој почвен тип, влијае директно врз хидротехничките мелиорации. Капиларната порозност ни покажува колку најмногу вода смее да се додаде со наводнувањето. Таа ни покажува колку вода може да задржи хидрогената црница во себе, без да ја губи под влијание на гравитацијата. Присуството на перлит влијае и врз обработката кај хидрогената црница, затоа што овие почви се викаат уште и тајмирани почви. Со зголемување на аерациските пори се зголемува и периодот на можност за обработка на почвата.

Целта на обработката на почвата е одалечување на агрегатите меѓу себе. Поради својот агрегатен состав, перлитот тоа го овозможува и со самото негово присуство и минимална обработка. Перлитот позитивно влијае исто така и кај флувијатилната почва и тресетот, со тоа што создава стабилност на порозниот систем и поволен однос меѓу микро и макропорите. Кај тресетот, перлитот исто така ја зголемува аерациската моќ, со тоа што овозможува поволен воздушен режим.

6.1.4 Ретенциски воден капацитет

Уште се нарекува и како опиено-капиларен, полски, капиларен, апсолутен и е еден од најважните константи. Тоа е максимално количество вода кое почвата или супстратот може да ја држи со своите сорпциони, молекуларни и капиларни сили и да ја прими и задржи во капиларните пори

под дејство на гравитацијата. Се означува со симбол RVK, а се изразува во волумни проценти.

Во нашите испитувања, од табелите 10, 11 и 12 може да се види дека перлитот како супстрат има висок воден капацитет со средна вредност од 69,40 %. Високиот ретенциски воден капацитет кај перлитот се должи на отцедувањето на некапиларните пори на водата и задржувањето на водата во капиларните пори под дејство на гравитациските сили.

За добивање појасна претстава за интензитетот на ретенцијата на влага кај флувијатилната почва и останатите соодноси со перлитот, прикажани се средните вредности на RVK. Од табела 10 се гледа просечната вредност на RVK кај флувијатилната почва која е скоро два пати помала од перлитот и изнесува 33,80 %. Додавањето на перлит силно влијае врз зголемување на процентот на RVK во сите мешавини.

Со најниска просечна вредност е мешавината на П20/Аа80 со средна вредност од 36,77 %, од каде што може да се види дека и со минимално додавање перлит од 20 %, вредноста на RVK кај флувијатилната почва е зголемена за скоро 3 %. Најголемо влијание врз зголемување на RVK има кај мешавината П80/Аа20 со средна вредност од 58,49 %.

Од овие податоци може да се види силното влијаније на перлиот врз RVK %, што е резултат на силните сорпциони, молекуларни и капиларни сили кои овозможуваат перлитот да ја прими количината на вода и да ја задржи во капиларните пори.

Во табела 11 е прикажана RVK (ретенцискиот воден капацитет) кај хидрогена црница, каде што може да се констатира дека хидрогената црница има RVK со средна просечна вредност од 40,49 % што е пак, вредност поголема од флувијатилната почва. Поголемата вредност на RVK кај хидрогената црница е резултат на поголемата содржина на хумус, од процентот и карактерот на глинените минерали. Додека пак, перлитот како супстрат има повисок воден капацитет со средна вредност од 69,40 %.

Од анализираните соодноси и мешавини се гледа дека со најнизок процент на RVK е П20/Аб80, средно 46,35 %, а со најголема вредност е соодносот П80/Аб20, средно 63,95 %. Од овие просечни вредности може да се констатира дека и најминималното количество додаден перлит позитивно влијае врз зголемување на RVK кај хидрогената црница.

Зголемувањето на RVK е резултат и на зголеменото присуство на капиларни пори кои ги создава перлитот кои директно влијае врз ретенцискиот воден капацитет.

Од анализираните својства на ретенцискиот воден капацитет може да се види дека тресетот како органски супстрат се издвојува од останатие почвени медиуми и неорганскиот супстрат перлит со висок воден капацитет. Тоа се должи на високата содржина на органска материја која има влијание врз растот на водниот капацитет со средна вредност од 82,10 %.

Во сите останати мешавини во различни соодноси од T50/P50 со средна вредност од 80,26 %, T70/P30 со средна вредност од 79,70 %, A80/B20 со средна вредност од 80,70 %, T30/P70 со средна вредност од 77,89 %, T20/B80 со средна вредност од 77,55 % може да се види висок воден капацитет, бидејќи и едниот и другиот супстрат од органско и неорганско потекло имаат висок ретенциски воден капацитет за задржување на водата во капиларните пори.

Од сите анализирани примероци може да се каже дека перлитот има влијание кај сите примероци. Но најмногу влијание има кај варијантите хидрогена црница и флувијатилна почва. Со негово додавање во различни проценти, драстично се зголемува водниот ретенциски капацитет.

6.1.5. Физиолошка достапна влага

Од разликата помеѓу ПВК (полски воден капацитет) и ВВ (влажност на венење) се добива најголемото можно количество достапна вода за растението, а се нарекува физиолошки корисен воден капацитет.

Резултатите за достапна влага се презентирани во табелите 10, 11 и 12. Од резултатите добиени од физиолошки достапната вода може да се види дека перлитот има повисоки вредности со средна вредност од 31,70 % од флувијатилната почва, средно - 4,81 %. Од податоците се гледа дека вредностите на физиолошка достапна влага кај флувијатилната почва се ниски.

Со додавање перлит во мешавините од различни соодноси со флувијатилната почва, вредностите на физиолошка достапна влага кај почвата се зголемуваат за неколку пати. Процентот на достапна влага се зголемува за 8 %, со средна вредност 10,19, во соодносот P20/Aa80 со додавање на 20 %

перлит. Додека пак, во соодносот П30/Аа70, со 30 % имаме зголемување за 9 % физиолошка достапна влага, со средна вредност од 12,88 %.

Во соодносот Аа50/П50, со додавање на 50 % перлит имаме зголемување за некаде околу 14 % физиолошка достапна влага, со средна вредност 18,23 %. А пак, во соодносот П70/Аа30, со додавање на 70 % перлит и почва 30 %, исто така се покачува вредноста на физиолошка достапна влага, со средна вредност од 23,63 % и со 80 % перлит со почва 20 %, исто имаме зголемување на физиолошка достапна влага, со средна вредност 26,32 %.

Од табела 11 се анализирани својствата на физиолошки достапната влага кај водородната црница и перлитот. Кај почвата водородна црница, физиолошката достапна влага е со средна вредност од 14,45 %. Оваа вредност е поголема од флувијатилната почва.

Повисоката вредност кај водородната црница е резултат на повисоката вредност на полски воден капацитет и влажноста на венеење (ПВК-ВВ). Во другите мешавини во различни соодноси, каде што перлитот е застапен со поголем процент, има зголемување на физиолошка достапната влага. Така што во соодносот П20/Аб80, со додавањето на 20 % перлит, процентот на достапна влага се зголемува, со средна вредност 17,90 %. Додека пак, во соодносот П30/Аб70 со 30 % перлит имаме зголемување на физиолошка достапната влага, со средна вредност од 19,63 %.

Во соодносот Аб50/П50 со додавање на 50 % перлит имаме зголемување на физиолошка достапната влага, со средна вредност 23,07 %. Но во соодносот Аб30/П70 со додавање на 70 % перлит во почва, се покачува вредноста на физиолошка достапната влага за 11 %, со средна вредност од 26,53 % и со додавање на 80 % перлит во водородната црница во сооднос Аб20/П80, имаме зголемување на физиолошки достапната влага, со средна вредност 28,25 %. Зголемениот процент на достапна влага кај овие соодноси се должи и на водородната црница и на перлитот.

Поради повисоката содржина на органска материја и зголемената содржина на глина и карактерот на глинените минерали, вредноста на ПВК е поголем кај водородната црница за разлика од флувијатилната почва. Присуството на перлит само дополнително позитивно влијае врз физиолошки достапната влага поради капиларните пори и зголемувањето на ареациските

пори кои овозможуваат поголемо складирање на дополнителни количини на вода и воздух.

Анализирани се својствата на физиолошки достапната вода кај органскиот супстрат тресет, кои се прикажани во табела 12. Од табела 12 може да се види дека тресетот има највисока физиолошки достапната вода, со средна вредност од 51,72 %, од сите анализирани варијанти.

Останатите мешавини во различни соодноси во сите нивни различни комбинации покажуваат висока физиолошки достапна влага. Така што во соодносот П20/Т80, со средна вредност 47,72 % и во соодносот П30/Т70, физиолошки достапната влага е со средна вредност од 45,71 %. Во соодносот П50/Т50, физиолошки достапната влага е со средна вредност 41,71 %, а во П70/Т30 вредноста на физиолошки достапната влага е со средна вредност од 37,70 %. Во соодносот П80/Т20, физиолошки достапната влага изнесува со средна вредност 35,71 %.

Од овие соодноси може да се забележи дека сите имаат повисоки вредности од мешавините на хидрогена црница и флувијатилна почва. Високата вредност на достапната влага е резултат на високата содржина на органска материја кај тресетот и високата вредност на порозност на перлитот, како и можноста за повисока ретенција на влагата.

6.1.6. Водопропустливост (движење на водата)

Водата во почвата се движи во сите правци: асцедентно, десцедентно, радијално и латерално. Количината на водата што ќе биде впиена зависи од водопропустливоста. Под водопропустливост се подразбира способноста на почвата или на супстратот да ја пропушта водата од горните кон долните слоеви. Водопропустливоста опфаќа повеќе фази меѓу кои инфилтрација и филтрација цедење.

Инфилтрација е процес на впивање на водата кога капиларните и некапиларните пори не се заситени со вода. Претставува нерамномерно вертикално и странично движење на водата под влијание на хидростатичкиот притисок, капиларните и гравитациските сили. Се изразува во K_{SAT} (mm/h) брзината на инфилтрација.

Филтрацијата (цедење) претставува континуиран тек на водата под дејство на гравитацијата, во услови кога сите пори се заситени со вода. Водопропустливоста на супстратот перлит и на флувијатилната почва е определена, а резултатите се прикажани во табела 10, при што може да се види дека супстратот перлит има висок коефициент на водопропустливост со средна вредност од 145 mm/h.

Брзината на движењето на водата под дејство на гравитациската сила се должи на неговата внатрешна сунѓереста структура, којашто ја има перлитот. Тој е лесен и порозен материјал, и протокот на вода се одвива со прилично брза динамика. Флувијатилната почва има коефициент на пониска водопропустливост во споредба со перлитот, но во споредба, како почвен медиум, има висок степен на водопропустливост со средна вредност 15,70 mm/h, што пак, се должи на високата порозност, лесниот механичкиот состав и малата содржината на органска материја. Во рамките на другите соодноси, со самото зголемување на процентот на перлит во почвата, расте и коефициентот на повисока водопропустливост.

Како на пример, со 20 % перлит во мешавина од 80 % почва, имаме степен на водопропустливост со средна вредност од 41,68 mm/h од постоечката вредност на почвата од 15,70 mm/h. Со 30 % перлит имаме степен на водопропустливост со средна вредност од 44,89 mm/h, а со 50 % перлит имаме коефициент на водопропустливост со средна вредност од 80,64 mm/h, додека со 70 % перлит имаме коефициент на водопропустливост со средна вредност од 106,62 mm/h. Во мешавина од 20 % почва со 80 % перлит, имаме коефициент на водопропустливост со средна вредност од 119,62 mm/h.

Од анализираните својства на водопропустливоста кај хидрогената црница и супстратот перлит во табела 11, може да се види дека хидрогената црница има низок коефициент на водопропустливост со средна вредност од 1,74 mm/h. Тоа може да се објасни дека хидрогената црница спаѓа во тешки глинести почви со тежок механички состав. Филиповски, 1974 установил дека доколку водата е повисока (ниво на подземни води) дотолку почвата е побогата со глина, а со понатамошниот пораст на содржината на глина, капиларните пори можат да станат толку тесни што во нив водата не може да се движи капиларно.

Во таквите пори обвивките од двете страни на сидот на капиларите можат да бидат врзани и да не го овозможат капиларното качување. Хидрогената црница спаѓа во тешки глинести почви каде што водата по капиларен пат не се качува лесно. Кога на таков тип почва ќе ѝ се додаде супстрат перлит со висока водопропустливост, ќе ѝ се овозможи на водата капиларно полесно да се качува. Тоа може да се види и во останатите различни мешавини во различни соодноси П20/Аб80 со 20 % перлит со почвата, коефициентот на водопропустливост расте со средна вредност од 30,52 mm/h. Во соодносот П30/Аб70, коефициентот на водопропустливост расте со средна вредност од 44,89 mm/h, а во соодносот П50/Аб50, коефициентот на водопропустливост расте со средна вредност од 73,66 mm/h. Коефициентот на водопропустливост расте со средна вредност од 102,43 mm/h во соодносот П70/Аб30.

Исто и во соодносот П80/Аб20, коефициентот на водопропустливост расте со средна вредност од 116,81 mm/h. Од ова може да се види директната улога на перлитот врз водопропустливоста кај почвите со тежок механички состав и секундарни глиненни минерали кои немаат голема водопропустливост. Перлитот поради бројот, големината и континуитетот на макропорите влијае врз зголемување на водопропустливоста.

Присуството на перлитот во мешавините со хидрогената црница овозможува поголем процент на макропори, поголема нивна димензија, подобро поврзување и поконтинуирано поврзување меѓу себе, без многу стеснувања, така што овозможува водопропустливоста да е поголема. Вториот момент, што е од значење за зголемената водопропустливост кај хидрогената црница, е стабилноста на порозниот систем кај перлитот.

Во табела 12 се анализирани својствата на органскиот супстрат. Од податоците може да се види дека органскиот супстрат тресет има висок коефициент на водопропустливост, со средна вредност од 105,76 mm/h. Тоа се должи на високата содржина на органска материја и високиот процент на воден капацитет коишто пак имаат влијание и значење за висок коефициент на водопропустливост. Сите останати соодноси покажуваат висок коефициент на водопропустливост бидејќи се работи за два супстрата кои покажуваат супериорност во однос на брзината на водопропустливоста.

6.1.7. Ретенција и ретенцки криви

Задржувањето на водата или супстратот во почвата се означува како ретенција. Способноста на супстратот да ја задржува и одржува влагата е од клучно значење за подобрување на ефикасноста на користењето на водата за одгледување култури. Ретенциските криви или криви на задржување на влага кај супстратите (MRCs - Moisture retention curves) за првпат биле опишани од Bunt (1961) и се добиваат на сличен начин како кај почвите. Под карактеристики на ретенцијата на почвена влага кај супстратите се подразбира односот помеѓу матричниот потенцијал и содржината на влага во почвата/супстратот и може да се претстави со ретенциска крива, а таа ја покажува содржината на влага при различна тензија. Задржувањето на вода во почвата и супстратите е резултат на две сили: атхезија (привлекување на молекулите на вода од страна на почвените честички) и кохезија (привлекување на молекулите вода меѓу себе). Атхезијата е многу посилна од кохезијата. Силата со која водата се задржува во почвата и супстратите, односно силата која е потребна таа да се истисне од почвата и супстратите се означува како капиларен потенцијал и е во тесна врска со содржината на вода. Слободната вода во почвата и супстратите има капиларен потенцијал што е еднаков на нула, состојба во почвата кога сите пори, капиларни и некапиларни, се исполнети со вода.

За оцена на влажноста на почвата и супстратите, со помош на капиларниот потенцијал, квантифициран од страна на Schofield цит, од Vučić, (1987), предложил pF -вредности, при што силата на водата во почвата ја изразил преку висината на воден столб во cm ($1 \text{ bar} = 1063 \text{ cm вода/cm}^2$), Врз pF -вредностите влијае промената на механичкиот состав и според истиот автор, колку е поголемо учеството на поситните фракции, толку се поголеми pF -вредностите, посебно при притисок од $0,33 \text{ bar}$.

Врз водно-физичките односи, покрај механичкиот состав на почвата, влијаат и минералошкиот состав, содржината на органска материја и др. Ова влијание го проучувале (Hillel, 1980) и (Maclean&Yager, 1972), во повеќе почви распространети во Америка, Европа и Азија. Во своите истражувања, Hollistetal,

(1977) потврдува дека ретенцијата на влага во почвата на Западен Мидленд (Велика Британија) зависи главно од органската материја, механичкиот состав и од минералошкиот состав на почвата. Авторот Филиповски (1996), исто така објаснува дека ретенцијата на влага при различни тензии е во тесна корелација со содржината на хумус, глина, прав и со минералошкиот состав на глината.

Постојат повеќе водни константи во почвата и во супстратите и тие можат да се сретнат под различни имиња. Претставуваат количество вода што почвата го содржи при опеределени ретенциски сили.

Во Република Македонија нема доволно податоци за водните капацитети на флувијатилните почви, хидрогената црница, супстратот тресет и нивните мешавини, а и оние што малку ги има во некои од истражувањата се однесуваат само за полскиот воден капацитет. Во нашите истражувања го анализираме влијанието на перлитот врз почвените медиуми и влијанието на почвите врз органската материја, механичкиот и минералошкиот состав врз ретенцијата на вода. Презентираните податоци ќе ја збогатат нашата литература.

Анализираните варијанти и нивните соодноси беа поставени на 7 различни режими на притисок (0,1 ; 0,33; 1; 3; 6,25; 11; 15 bara), со помош на Bar extractor Porous plate extractor. Добиените резултати за ретенцијата на влага во масени проценти се претставени табеларно.

За добивање појасна претстава за интензитетот на ретенцијата на влага на флувијатилната почва со перлит и хидрогена црница со перлит, како и перлит со тресет, прикажани се средните вредности на влажност во масени проценти.

Од податоците во табелите 34, 35 и 36 се забележува дека перлитот покажува висок ретенциски капацитет во сите варијанти и во сите точки на тензии на притисок. На притисок од 0,1 bar со добиен резултат од средна вредност од 67,85 %, при притисок од 0,33 bar со средна вредност 58,35 %, при притисок од 1 bar - 1,57 % од 3 bara - 39,78 % од 6,25 bara - 34,84, при притисок од 11 bara - 30,10 %, од 15 bara со средна вредност од 26,65. Додека кај флувијатилната почва во табела 34, ретенциски капацитет е низок за разлика од перлитот во сите притисоци, при различна тензија и тоа: од 0,1 bar = 9,28 %, од 0,33 bar = 7,83 %, од 1 bar = 7,03 %, од 3 bara = 5,24 %, од 6,25 bara = 3,99 %, од 11 bara = 3,99 % и од 15 bara = 3,02 %. Исто и кај хидрогената црница во

табела 35, ретенцискиот капацитет е низок за разлика од перлитот во сите притисоци при различна тензија и тоа: од 0,1 bar = 28,6 %, од 0,33 bar = 25,08 %, од 1 bar = 23,04 %, од 3 bara = 20,02 %, од 6,25 bara = 17,06 %, од 11 bara = 14,03 %, од 15 bara = 11,03 %. Додека кај тресетот, ретенцискиот капацитет во табела 36 се забележува дека е исто висок. На притисок од 0,1 bar со добиен резултат од средна вредност од 89,85 %, при притисок од 0,33 bar со средна вредност 74,84 %, при притисок од 1 bar - 57,94 % од 3 bara - 45,15 %, од 6,25 bara - 39,57 %, при притисок од 11 bara - 33,89 %, од 15 bara со средна вредност од 23,17 %. Во другите испитувани соодноси, каде што перлитот е застапен со 20 %, 30 %, 50 %, 70 % и 80 % помешан со почва и тресет, драстично се зголемува ретенцискиот капацитет на почвата. Со тоа се истакнува дека колку повеќе се додава супстратот перлит во почва толку и вредностите се поголеми на ретенцискиот капацитет. Тоа пак, потврдува дека со додавање на супстратот перлит во почви го потмомага зголемувањето на водозадржувањето. Со тоа може да се каже дека перлитот влијае врз подобрување на водниот ретенциски капацитет по сите точки на притисок кај сите испитувани примероци.

Во своите истражувања (Jeb S, Fields et al., 2014), ги испитувале физичките својства на супстратите меѓу кои и на перлитот, при што ја испитувале и ретенцијата на влага според методите од прирачникот (Fonteno and Harden, 2003), со Volumetric Pressure Plate Extractors со (-Кпа). Тие добиле слични резултати со нашите, каде што процентот на влага кај супстратот перлит изнесувал на 0,1 bar 66 % на 1 bar 43 % и на 10 bara 31 % на влага.

Авторот Richards, L,A et al (1955), цит. Мукаетов (2004), констатирал дека полскиот воден капацитет и лабораториските анализи на влагата што се држи во почвата под притисок од 0,33 bar, имаат блиски односи, додека влагата што се држи при притисок од 15 bara има приближни вредности на влажноста на венење.

Ако постојано се мери тензијата на влага кај супстратите, како и кај почвите и ако за секоја тензија се мери количеството на влага изразено во проценти, а добиените податоци се нанесуваат на координатен систем, ќе се добијат ретенциските криви. Тие го одразуваат односот помеѓу привлечните сили (тензијата) и количеството на влага во супстратите и почвата. Ретенциските криви имаат големо практично и теоретско значење (Richards,

1955) бидејќи преку нив може да се добијат скоро сите податоци за водата во почвата. Тие криви дават можност да се донесат заклучоци, кога и кое количество вода му е потребно на растението. На најдобар начин може да се согледа односот на водата, почвата и растенијата. За секоја содржина на вода може да се утврди нејзината сила на држење во почвата или супстратот. Кривите на ретенција на влага ни даваат податоци за капацитетот на почвите и на супстратите за достапна влага, чија горна граница е полскиот воден капацитет, а долна граница е коефициентот на венење. Овие податоци наоѓаат примена особено за ефективната зона на кореновиот систем.

Врз основа на податоците од лабораториските испитувања, дадени се кривите на ретенција на влага кај супстратот перлит, флувијатилната почва, хидрогената црница и тресетот, со нивните варијанти од различни соодноси во седум различни тензии.

На графиконите 1, 2, 3 и 4 се претставени ретенциските криви за супстратот перлит, флувијатилната почва, хидрогената црница и за тресетот. Од кривите може да се забележи дека процентот на влага кај супстратот перлит е повисок во споредба со ретенциската крива кај флувијатилната почва и кај хидрогената црница, освен кај тресетот. Највисоки ретенциски криви имаат перлитот и тресетот, во сите точки на притисок. Најниска ретенција покажува флувијатилната почва.

Авторите (Henda Mahmaudi and Shabbir Shahid, 2016), во нивната студија за ретенција со прешер-мембрана на супстратот перлит, добиле слични резултати како нашите. Од евалуацијата на студијата се докажало дека со додавање перлит во песокливите почви се зголемува до 50 % потребната влага и се намалува дури до 50 % од потрошувачката на вода, што дава позитивни ефекти во однос на водата и воспоставување на здрава почва.

Авторите (K, Zwart., E, Hummelink, 2014), во нивното истражување ги споредувале карактеристиките на задржување на водата на мешавините на песок со Biochar Climate Savings Soils (органски вид на почва) и перлит. Тие, во нивното истражување, ја потврдиле хипотезата дека помеѓу притисокот од рF 0,7 и 2,3 100 % биохар (Biochar Soils) може да задржи 1,3 - 1,6 пати повеќе вода од 100 % перлит, а над рF 2,3 (некаде околу 0,3 бара), перлитот е поефикасен од биохарот во задржување на повеќе вода.

На графиконите 5, 6, 7, 8 и 9, претставени се ретенциските криви кај перлит, флувијатилна почва и нивните варијанти во различните соодноси. Ретенциската крива кај перлитот е со повисок пад од ретенциската крива кај флувијатилната почва. Процентот на влага кај супстратот перлит е висок во сите точки на тензија и се движи приближно од 67,85 до 26,65 вол. влага %). Кај флувијатилната почва, процентот на влага во сите точки на тензија се движи околу 9,28 - 3,02 вол. влага %). Високата крива на ретенција кај перлитот се должи на неговиот ефективен порозен простор што ја задржува и одржува водата во неговите пори, а со тоа и релативно високата содржина на достапна влага. Во другите анализирани примероци во мешавините со нивните соодноси, заклучуваме дека колку е повисок процентот на перлит, толку е повисока кривата на влага. Тоа пак се должи на перлитот како супстрат, кој во своите пори има улога да ја држи водата заедно во почвата, па така може да ја покачи ретенцијата на влага во почвата. Како што е во мешавината од 80 % перлит и 20 % почва во сооднос П80/Аа20, кривата на ретенција е прилично висока без отскокнување со хорзонтален пад. Процентот на влага во сите точки на тензија од 0,1 бар до 15 бара изнесува околу 33,25 - 17,64 вол. влага %). Слична е и кривата на ретенција кај соодносот П70/Аа30 со процент на влага од 30,07 до 15,84 вол. влага %. Во анализираниот примерок од сооднос од П50/Аа50, кривата на ретенција покажува помали осцилации со благ пад приближно од 6,25 бара до 11 бара. Процентот на влага во сите точки на тензија се движи околу 27,52 - 11,92 вол. влага %). Кај мешавината во сооднос од П30/Аа70, кривата на ретенција е со благ хорзонтален пад во сите точки на тензија, со процент на влага од 25,05 - 10,07 вол. влага %. Кај анализираниот примерок во сооднос од П20/Аа80, кривата на ретенција е со помали отскокнувања со благ пад на 0,33 бара до 1 бар. Процентот на влага во сите точки на тензија се движи околу 22,15 - 7,92 вол. влага %).

Кај графиконите 10, 11, 12, 13 и 14, дадени се резултатите од ретенциските криви со сите точки на тензија кај супстратот перлит, почвениот тип хидрогена црница и нивните мешавини во различни соодноси. Од графиконите се забележува дека со највисока крива на ретенција се истакнува кривата на супстратот перлит. Кривата кај почвениот тип хидрогена црница е со понизок процент на влага во сите точки на тензии од 28,6 до 12,3 вол. влага %. Во анализираниите примероци од мешавините на почва и перлит, може да се

каже дека колку е поголема содржината на перлит во почвата толку е и повисока ретенцијата на влага. Со тоа може да се каже дека перлитот има улога да го подобри водозадржувањето или да го зголеми процентот на влага кај почвениот тип хидрогена црница. Како на пример, со додавање на 20 % перлит во 80 % почва, од сооднос П20/А680 од постојачкиот параметар на почвата (28,6 - 12,3 вол. влага %) се зголемил (36,42 - 14,40 вол. влага %) во сите точки на тензија. Со додавање на 30 % перлит во 80 % почва во сооднос П30/А670, процентот на влага во сите точки на тензии, почнувајќи од 0,1 баг па сè до 15 бага, исто се зголемил (48,21 - 15,94 вол. влага %). Овде ретенцската крива е застапена со поостар пад од 1,1 баг до 1 баг, каде што потоа се нормализира сè до хорзонтален пад до 15 бага. Кај анализираниот примерок во сооднос П50/50, процентот на влага исто е во пораст во сите точки на тензија (приближно 47,21 - 19,00 вол. влага %). Ретенцската крива постепено опаѓа во хорзонтален пад. Во мешавината во сооднос П70/Аа30, процентот на влага во сите точки на притисок е околу 55,08 - 21,96 вол. влага %. Ретенцската крива е со малку поостар хорзонтален пад од 0,1 баг до 3 бага, а потоа сè до 15 бага опаѓа со блага косина. И во соодносот П80/А620, процентот на влага е висок (58,71 - 23,15 вол. влага %) во сите точки на тензија.

Во графиконите 15, 16, 17, 18 и 19, дадени се резултатите од супстратите перлит и тресет и нивните мешавини од различни соодноси П80/Т20; П70/Т30; П50/Т50; П30/Т70; П20/Т80. Овие два супстрата покажуваат високи ретенциски криви. Од резултатите може да се види дека тресетот покажува повисока ретенција на задржување на влага со остра косина при притисок почнувајќи од 0.1, 0,33 баг, 1 баг, 3 бага, 6.25 и 11 бага, освен со благ пад на пониска ретенција на задржување на влага од 15 бага. Причината на повисоката ретенција на супстратот тресет од перлит се должи на високата содржина на органска материја. Слични резултати како нашите добиле авторите (Fields, S, J et al., 2004), каде што процентот на влага кај супстратот тресет на точка на тензија од 0.1 до 3 се движи околу 40 - 90 вол. %, кај точка на тензија од 3 до 15 бага процентот на влага се движи од 50 до 27 вол. %, додека ка супстратот перлит на точка на тензија од 0,1 до 3, приближно од 67 до 40 вол. %, и на тензија од 3 бага до 15 бага ретенцската крива на влага се движи приближно од 40 до 30 вол. %. Според авторот (Raviv et at., 2002), во нивните испитувања укажуваат дека вкупниот порозен простор во супстратите

за одгледување растенија треба да се движи од 60 до 90 проценти на волумен. Додека пак, во другите мешавини од перлит и супстрат имаме мала разлика меѓу ретенциските криви. Во анализираниот примерок на мешавината од сооднос П80/Т20, кривата на ретенција е со нешто поумерен пад на задржување на влагата, почнувајќи од 0,1 bar до 15 bara со процент на влага околу 71-25 вол. %. Кривата на анализираниот примерок на мешавината од сооднос П50/Т50 е со хоризонтални пад на опаѓање од 0.1 bar сè до 15 bara, каде што нивото на водата нема големи скокови при различни тензии, со процент на влага од околу 78 - 24 вол. %. Во анализираниот примерок на мешавината од соодносот П30/Т70, ретенциската крива е на 0.1 bar до 3 bara и има поголем процент на влага околу 82 - 53 вол. влага %). Потоа ретенциската крива постепено опаѓа во хоризонтален пад, каде што нема поголеми отскокнувања со процент на влага (38 - 23 вол. %). Најголем дел од влагата што ја содржаат сите анализирани примероци се истиснува при пониски притисоци од 0.1 до 3 bara, приближно 85 - 40 вол. %. Помал процент на влага се истиснува на повисоки притисоци од 6.25 до 15 bara (40 - 20 %). Сепак, за растенијата најважна е физиолошка достапната влага која во сите анализирани примероци се движи околу 71 - 34 вол. %. Вкупната достапа влага од 0,33 bar до 15 bara се движи од 31.7 кај перлитот, тресетот -51,72, а во мешавините од супстрат тресет и супстрат перлит, вкупната достапа влага изнесува во мешавината од соодносот П20/Т80 (47,72 %).

Споредувајќи ги ретенциските криви кај перлитот и тресетот, забележуваме дека релативно се блиску една до друга. Има извесни разлики кај тресетот, каде што тресетот за разлика од перлитот покажува повисок капацитет на ретенција на влага. Па така, почнувајќи од 0,33 bar до 11 bara, а со нешто помал пад на ретенциски криви, се јавува при повисоки притисоци кај тресетот од 15 bara. Повисоките ретенциски криви кај супстратот тресет се должи на поголемиот процент на органска материја (хумус). Исто така и супстратот перлит покажува оптимален воден ретенциски капацитет, со нешто повисоки вредности на тензија од 15 bara во споредба со тресетот. Перлитот на 15 bara, за разлика од тресетот, повеќе ја држи влагата, бидејќи таа влага во супстратот перлит се држи со многу големи ретенциски сили. Тоа значи дека во услови кога растенијата се во услови на венење, супстратот перлит задржува поголем % на влага за разлика од тресетот. Тоа е особено важно бидејќи

содржината на влагата се задржува во супстратот при услови кога растението е на точка на венење од 15 бара.

Кривите на ретенцијата на влага ни даваат податоци за капацитетот за достапна влага. Овие податоци, особено се важни за ефективната зона на кореновиот систем, а се користаат при проектирањето на наводнување. На тој начин ретенциските криви даваат можност да се донесат заклучоци за тоа како и колку количество вода му е потребно на растението. Ретенциските криви наоѓаат примена и во некои хидролошки мелиорации (дренажа).

6.1.8. Хемиски својства на супстрат перлит, флувијатилна почва, хидрогена црница и тресет

Почвата и супстратите со своите хемиски својства претставуваат определена хемиска средина. Со нив се врши размена на материи. Секоја промена на хемискиот состав на една фаза се одразува врз хемискиот состав на другата фаза. Различните типови почва и различните типови супстрати имаат различен елементарен состав. Таа разлика е условена од различниот хемиски состав на супстратот и почвата, врз кој се образувани и од различниот карактер и интензитет на педогенетските процеси кај почвите и потеклото на суровината перлит.

6.1.9 Хумус и азот

Под поимот хумус се подразбира комплексна и резистентна смеса од поголем број темно обоени аморфни високомолекуларни органски и органоминерални колоидни сложени материи што произлегуваат од растителните отпадоци или се синтетизирани од почвените организми. (Митрикески, 2013)

Од презентираниите податоци за содржината на хумус, во табела 55 може да се види содржината на хумус во флувијатилната почва е со средна вредност од 1,62 %. Потоа може да се каже дека флувијатилната почва е со слаб процент на хумус. Инаку содржината генерално кај овие почви варира од 1 до 3 % на хумус. Содржината во овие почви зависи од неговата биолошка акумулација во самата почва, од содржината на хумус во суспендираните

честици што се таложат. Супстратот перлит во неговиот состав не содржи хумус т.е. органска материја, бидејќи станува збор за супстрат од неорганско потекло. Во останатите соодноси јасно може да се забележи дека супстратот перлит нема никава улога во влијанието на содржината, освен влијанието во разни соодноси на самата флувијатилната почва. Колку е поголемо учеството на почвата во соодносите толку е и поголема содржината на хумус и обратно. Од табела 56 може да се констатира дека почвениот тип хидрогена црница има содржина на хумус со средна вредност од 1,88 %, што укажува на слаба содржина на хумус. Во споредба со флувијатилната почва, оваа почва има нешто поголем процент на содржина на хумус. Супстратот перлит поради неговото неорганско потекло (минерална суровина) нема хумус. Содржината на хумус е различна кај одделни поттипови на хидрогени црници. Според авторот Scheffer, цит., од Мукаетов, (2004), ако се земе содржината на хумус во хоризонти А, од сите испитани профили, 72 % припаѓаат на средно хумусни почви со содржина на хумус од 4 до 10 %. Во другите соодноси, процентот на хумус се зголемува со процентот на учество на почвата и обратно, без никакво влијание од супстратот перлит. Од анализираниите својства на содржината на хумус од табела 57 може да се заклучи следното: супстратот тресет има висока содржина на хумус, со средна вредност од 68,50 %. Тресетот е формиран како резултат на делумното распаѓање на растенијата и формирање на органската материја, по што може да се каже за неговата висока застапеност на органска материја. Во неговиот состав доминира органската материја. Составот на хумусот зависи од составот на растителните отпадоци (ботаничко потекло), од степенот на декомпозиција и од условите во кои се врши хумификацијата.

Авторот Филиповски, (1974) истакнува дека во литературата и кај нас се дават мошне различни податоци за содржината на органските материи. Врз основа на нив, најчесто и приближно ниските тресетишта содржаат 50 - 70 %, а високите 70 - 95 % органски материи. Стабилноста на хумусните материи зависат од влијанието на микробиолошките процеси. Во останатите соодноси имаме понизок степен на содржината на хумус. Тоа се должи на различниот и помал удел во самиот сооднос. Овде исто супстратот перлит нема никакво влијание.

Азотот е еден од најважните биогени елементи. Суровината перлит не содржи азот, бидејќи води потекло од магматските карпи. Педосферата содржи

повеќе азот бидејќи го добива од биосферата. Најголем дел доаѓа во педосферата по биотски пат, со симбиотска и асимбиотска азотофиксација. Растенијата го користат азотот како биоген елемент, од минералните материји NH_4 -соли и со него ја градат органската материја.

Од изнесените податоци од табел 55 и 56 кај анализираните својства за содржина на азот на почвени типови флувијатилна и хидрогена црница и супстратите перлит и тресет, може да заклучи следново: Почвениот тип хидрогена црница има повисок процент на вкупен азот со средна вредност 0,12 % во споредба со флувијатилната почва со средна вредност од 0,10 %, а тоа се должи на поголемиот процент на содржина на хумус, но само во почвите богати со хумус го има N. Кај тресетот во табела 57, согласно со претходно кажаното, содржината на вкупен N е висок поради повисоката содржина на органска материја со средна вредност 2,05 %. Во сите други соодноси, перлитот иако е додаден во разни соодноси, не влијае врз ниту еден процент во содржината на вкупен азот, тоа ни претставува јасен показател дека тој е инертен супстрат.

6.1.10. Реакција на почвен растворот (pH)

Реакција на супстратниот и почвениот раствор е едно од најважните хемиски својства. pH-реакцијата е индикатор за условите за нормален раст кај растенијата и може да биде симтом за неповолни услови. Водата во супстратниот и почвениот раствор не преставува чиста вода, во неа има растворени разни материји. Почвениот раствор има свои специфични својства. Тој претставува една од најподвижните, најдинамичните, најизменливите и најактивните компоненти. Почвениот раствор учествува скоро во сите процеси од биохемиски процеси, физички, физичко-хемиски, во кружењето на материите. Од посебно значење е за растенијата бидејќи корењата на растенијата стапуваат во директен контакт со количината, динамиката на хранливите материји, како и количината на токсични материји, оксидо-редукцискиот потенцијал кои се од посебно значење за растението во супстратниот и почвениот раствор. Реакцијата на растворот се означува со симболот pH. Од податоците во табелите 55 и 56 кај испитуваните својства кај супстратот перлит и флувијатилната почва и хидрогената црница, може да се

види дека реакцијата на растворот кај супстратот перлит е со средна вредност од 6,72 (неутрална). Неутралната реакција во различни фази од развитокот на растенијата дава најповолни услови за раст и развој на растенијата. Кај флувијатилната почва, реакцијата на почвениот раствор е со средна вредност од 7,03 (неутрална). Различни типови почви имаат и различни рН-реакции. рН-вредоста може да варира од рН 2 до рН 12. Концентрацијата и составот на растворот се изменуваат под влијание на животната активност на растенијата. Растенијата покажуваат различни потреби од различни биогени елементи во различни фази од својот развиток. Хидрогената црница исто има неутрална реакција со средна вредност од рН 7,30. Од табела 57 се добиени податоци од супстратот тресет. Вредностите за рН кај тресетот се 5,55 (силно кисел). Киселоста на растворот кај тресетот може да биде предизвикан од повеќе причини. Во прв ред тоа најчесто се должи од присуството на хумусните и другите органски киселини, најмногу Н-јоните, потоа следи јаглеродната киселина, што исто така предизвикува закиселување, микробната оксидација на органскиот N. Оксидацијата на органскиот и елементарниот S доведува до формирање на силни киселини, како што се HNO_3 и H_2SO_4 , што значително придонесуваат за ефектот на закиселување. Во текот на микробните процеси, во траги може да се образуваат и други минерални киселини (сулфурна, азотна и сл). Реакцијата под рН 5,5 или растворот во кој ќе се развива растението може да биде штетна за растението. Во овие кисели средини можат да се јават и токсични Al-јони и да се намали производството на хранливи материи. Исто така во нив се намалува биолошката активност. Во останатите анализирани примероци во различни соодноси во табела 57 може да се констатира дека со додавање на супстратот перлит во тресет, вредноста на рН се зголемува. Тоа значи дека перлитот како супстрат влијае врз зголемување на рН-реакцијата на растворот на тресетот. Може да се види дека со секое додавање од 20 %, 30 %, 50 %, 70 % и 80 % перлит во тресет, рН-реакцијата значително се зголемува до умерено кисела и неутрална рН. Поради неутралната рН-вредност на перлитот, како супстрат може да се применуваат различни концентрации на минерални ѓубрива, нивни раствори и соли во зависност од потребата на одгледуваните земјоделски култури. Ова овозможува поширока употребна вредност на перлитот во одгледувањето на земјоделски култури. Перлитот не влегува во реакција со растворот кои се додават само се приспособуваат на

реакцијата која ја дават растворите кои се аплицираат во перлитот. По завршување на вегетацијата, со промивање на перлитот со поголема количина на вода, реакцијата на перлитот е повторно неутрална.

6.1.11. Содржина на соли

ЕС - (електричен кондуктивитет) е начин на мерење на соленоста кај супстрат и почва. Вредноста се нарекува електричен кондуктивитет. Од податоците на табелите 55, 56 и 57 може да се заклучи следново: содржината на соли кај супстратот перлит е многу низок со средна вредност 0,10. Содржината на соли кај флувијатилната почва е со средна вредност 2,99 или слабо солена. Од податоците во табела 55 може да се види дека со највисока ЕС-вредност е мешавината П20/Аа80, каде што флувијатилнта почва учествува со 80 %. Но со зголемување на процентот на перлит во мешавините, видлива е намалената ЕС-вредност на мешавините, со најмала вредност каде што перлитот влијае врз намалување на засоленоста, а тоа е мешавината П80/Аа20, со просечна вредност од 1,56 mS/cm. Додека пак, почвениот тип хидрогена црница е со поинаква вредност од 4,75 mS/cm или е средно солена. Ваквата вредност кај хидрогените црници е резултат на хемискиот состав на почвениот раствор и апсорцијата на катјони. Од хемискиот состав, повеќето соли се хлориди и сулфати, помалку од половината од катјоните се натриум, и малку натриум е атсорбиран на почвените колоиди. Влијанието на натриум е екстремно кај глинестите текстурни почви и најмалку екстремно кај песоковите почви. Натриумот и високата кондуктивност влијаат врз пептизацијата на почвените агрегати и нивната дифузија. Натриумот и засоленоста влијае врз конзистенцијата на почвата, зголемената лепливост и пластичноста. Поради ова, овие почви се тешки за обработка, за наводнување и штетно влијаат врз земјоделските култури. При суша доаѓа до пукнатини и големо разрушување на агрегатите (прашкесата структура). Додавањето на перлитот во вакви услови на висока содржина на соли позитивно влијае врз намалување на засоленоста и апсорцијата на натриумот. Поради својата природа, перлитот ја спречува појавата на дефузија и разрушување на агрегатите, но и ја зачувува структурата и конзистенцијата на мешавините. Стабилната порозност и агрегатниот состав спречува напукнување и при појава на суша, како и при

прекумерно влажење, ја намалува пластичноста и лепливоста. Влијанието на содржината на лесно растворливи соли исто така зависи и од високата рН-вредност 8,5 или помалку. Кај тресетот може да се види дека има висока содржина на лесно растворливи соли, со средна вредност од 37,00. Перлитот најлесно може да ја регулира содржината на соли и воспоставување на саканата вредност кај тресетот поради високата порозност, водопропустливост. Ова овозможува додавање на потребната концентрација на раствори од минерални ѓубрива, биостимулатори зависно од потребата на земјоделската култура. Ова овозможува лесно зголемување или намалување на концентрацијата на почвениот раствор и неговиот состав. Ова својство на перлитот и тресетот е особено важно кај беспочвеното одгледување, како и во хидропонијата.

6.1.12. Капацитет на размена атсорпција на катјони

Способноста на почвата, како и супстратите во поголема или помала мера, да врзува, односно задржува различни материи со кои доаѓа во допир се нарекува атсорпциска способност на почвата и супстратите. Таа е од големо значење за динамиката во почвата и супстратите, како и за плодноста на почвата и супстратите (Gračanin et al., 1950); (Škorić, 1991) (Markoski, et al., 2018).

Методот на определување (реакцијата на растворот со кој се истиснуваат атсорбираните јони) е многу важен момент при толкувањето на резултатите. Во прегледниот труд од авторот (Racz, 1979) се нагласува дека е неопходна стандардизација на хемиските, како и на останатите методи за анализа на почвите. Авторот наведува примери за различен начин на определување на капацитетот на атсорпција и степенот на заситеност на атсорптивниот комплекс со базични катјони. Тој констатира дека главниот недостаток е во тоа што ISO го презеде само донесувањето на стандардот, додека неговата примена и контрола е препуштена на лабораториите и поединците кои го користат.

Атсорптивниот комплекс кај почвите и супстратите претставува систем кој содржи повеќе атсорбирани јони. Во атсорптивен комплекс можат да бидат

поделени во две групи: базични катјони или попросто бази (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} и Na^{+}) и киселински катјони (H^{+} и Al^{3+}).

Вредностите за капацитетот на атсорпција на катјони: перлитот, флувијатилната почва, хидрогената црница и тресетот се презентирани во табелите 69, 70 и 71. Познато е дека квалитативното и квантитативното определување на катјоните во атсорптивниот комплекс на почвата и во супстратите дава многу важни податоци за состојбата и текот на педогенетските процеси кај почвите, како и информации за плодноста и продуктивноста на почвите и супстратите.

Различни јони имаат различна енергија на атсорпција, со различна сила се привлекуваат од колоидниот систем. Од табела 69, од добиените податоци за вкупен капацитет (Т) кај супстратот перлит и флувијатилниот тип на почва може да се констатира следното. Перлитот има висока содржина на вкупен или тотален капацитет на атсорпција со средна вредност од $173,32 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Влијанието на капацитетот кај перлитот веројатно се должи на минералниот состав, што произлегува од површинските реакции коишто се случуваат во текот на третманот со киселински раствор, оној дел што учествува во супституциската атсорпција. Авторите (Dogan and Alkan, 2004), во нивната студија докажале дека за време на термичките третмани на перлитот се јавува структурен премин од аморфен во кристален, придружен со зголемен капацитет за размена на катјон од 20 - 30 до 35 - 50 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, како резултат на зголемена специфична површина од 1,2 до 2,3 m^2/g . Авторите констатирале дека за време на експанзијата т.е. транзицијата од аморфна структурата во кристална форма, дел од водата што се наоѓала во аморфната структура испарила, но сепак дел од водата не испарила и истата се наоѓа во кристалната решетка. Вистинската густина на перлитот не се менувала значително, додека волуменската густина се променила околу 4 - 20 пати. Со киселинска активација предизвикало мало зголемување на капацитетот за размена на катјони кај перлитот, додека густината остана речиси непроменета. Капацитетот за размена на катјони кај експандиран перлит е повисок од суров перлит. Како резултат на тоа се смета дека е зголемен капацитетот за размена на катјони за зголемување за време на преработката од суров во експандиран перлит. Размената на катјони станува важно својство и треба да се земе предвид. Минералната фракција на почвата служи како важен извор на

хранливи материји во почвата. Катјоните можат да станат адсорбирани катјони и лесно можат да се ослободат назад во почвениот раствор, со процес познат како јонска размена.

Кај флувијатилна почва во табела 69, вкупниот капацитет на адсорпција е со средна вредност од $22,87 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Во останатите анализирани примероци во различни соодноси е забележано дека колку е поголемо додавањето на дозите од супстратот перлит во почвата, толку е поголема содржината на вкупниот капацитет на адсорпција. Така во анализираниот примерок во сооднос Аа80/П20 (20 % перлит во 80 % почва), вкупниот капацитет на адсорпција е $52,93 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Тоа значи, двојно повисока содржина од постоечкиот параметар на флувијатилна почва. И во другите анализирани примероци, со зголемувањето на содржината на перлит од 30 %, 50 %, 70 % и 80 % во почвата, расте вкупниот капацитет на адсорпција. Во табела 70 од анализираниите својства, констатираме дека содржината на вкупниот капацитет на адсорпција кај хидрогената црница е со средна вредност од $30,36 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Кај останатите анализирани примероци во различни соодноси, каде што перлитот се додава со 20 %, 30 %, 50 %, 70 % и 80 % во почвата, значително се зголемува вкупниот капацитет на адсорпција од постоечкиот параметар на хидрогената црница. Во споредба со флувијатилната почва, хидрогената црница има повисок капацитет. Капацитетот на адсорпција кај хидрогената црница е поголем од флувијатилната почва бидејќи и компонентите од што тој зависи (хумус, глина) се во поголеми количества. Потоа, поголемото присуство на секундарни глинени минерали со 2:1 тип на решетка (монтмориолит, вермикулит) влијаат врз капацитетот на адсорпција. Разните почви имаат различен капацитет на адсорпција. Капацитет на адсорпција е дотолку поголем, доколку почвата е побогата со колоиди. Според авторот Филиповски (1995), глинестите и хумусните почви имаат поголем капацитет на адсорпција од песоковите и слабо хумусните.

Додавањето на супстратот перлит во двата почвени типа позитивно влијае директно врз зголемувањето на капацитетот на адсорпција. Перлитот покажува голема колоидна активност. Активноста на колоидите од перлитот се објаснуваат со нивната голема површина, со површинската привлечна енергија и со електричниот полнеж. Во споредба со покрупните честички, иста маса на

колоидните честички имаат многу поголема површина. Од уште поголемо значење за активноста на колоидните системи од перлитот во мешавините од сите варијанти на почви е зголемениот електричен полнеж на колоидните честички. Со електричниот полнеж и со површинската енергија на перлитот се објаснува коагулацијата, пептизацијата, атсорпцијата и супституцијата. Од табела 71 од анализираните својста на вкупниот капацитет на атсорпција кај супстратот тресет бележи средна вредност од $54,24 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Во анализираните примероци во различни соодноси има покачување на содржината на капацитет на атсорпција со самото додавање перлит во тресетот. Така што во соодносот А80/П20 (20 % перлит во 80 % почва), вкупниот капацитет на атсорпција ни е $79,36 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Соодносот пак А20/П80 (80 % перлит во 20 % почва), содржината на вкупни атсорбирани јони е за неколку пати повисока со средна вредност $149,48 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Во анализата на овие два супстрата и нивните мешавини, доаѓа до израз значењето на органската материја кај тресетот и високиот капацитет на атсорпција на перлитот и неговата голема колоидна активност. Врз основа на податоците, може да се констатира дека и покрај содржината на хумус и глина кај хидрогените црници, може да се каже дека главен носител на атсорпцијата е перлитот и неговата активност.

6.1.13. Содржината на вкупните базични јони

Сумата на разменливи базични катјони (S) зависи од капацитетот на атсорпција и од степенот на заситеност на почвата со базични катјони (V). Резултатите за сумата на базични катјони за сите варијанти и нивни соодноси (мешавини) се презентирани во табелите 69, 70 и 71. Со највисока сума на базични катјони се одликува перлитот, просечно $171,12 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Просечната вредност на сумата на разменливи базични катјони кај истражуваната флувијатилна почва просечно изнесува $19,66 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, во споредба со перлитот постои многу голема разлика. Хемискиот состав и поголемото присуство на базични катјони Ca^{2++} , Mg^{2++} , K^+ , Na^+ во перлитот директно влијае врз зголемување на S кај флувијатилната почва и сите соодноси помеѓу нив. Со додавање на само 20 % перлит, доаѓа до зголемување на S и просечно за тој сооднос изнесува $49,93 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, така што од оваа вредност се гледа дека

за скоро 3 пати е зголемена сумата на разменливи базични катјони. Од останатите соодноси на флувијатилна почва и перлит, највисока просечна вредност има П80/Аа20, средно $140,83 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Во табела 70, дадени се вредностите на сумата (S) на вкупна содржина на базични јони кај хидрогената црница и перлитот со сите нивни соодноси. Кај хидрогената црница, вкупната содржина на базични јони изнесува $24,96 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Слични вредности за сумата на разменливи базични катјони кај хидрогената црница добиле авторите Моханти, К. С. и сор. (1980), со вредност $24,85 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Во останатите соодноси, порастот на вкупна содржина на базични јони зависи од порастот на процентулната застапеност на перлитот. При што, перлитот има влијание врз зголемување на вкупната содржина на базични јони кај хидрогената црница. Во соодносот А80/П20 е со средна вредност од $55,18 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Или со зголемувањето на содржината 20 % перлит во почва, вкупната содржина на базични јони ја зголемила вредноста скоро двојно од постоечката вредност и тоа од $24,96$ во $55,18 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Во сите други соодноси, вкупната содржина на базични јони значително ја зголемила вредноста на вкупни базични јони. Во споредба со флувијатилната почва, хидрогената црница има повисока вкупна содржина на базични јони, а тоа се должи на присуството на поголем процент на карбонати во почвата.

Сумата на разменливи базични катјони (S) во органскиот супстрат тресет е со средна вредност од $50,43 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Оваа вредност е најголема во споредба со останатите две варијанти флувијатилна почва и хидрогената црница. Во останатите анализирани примероци во различни соодноси во табела 71, со додавање перлит во различен процент се зголемува содржината на базични јони. Така на пример во соодносот А80/П20, вкупните базични јони се со вредност од $79,36 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Или со учество на 20 % перлит во почва од вкупниот волумен се зголемила вредноста неколку пати од постоечката и тоа $50,43$ во $79,36 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Под степен (процент) на заситеност на почвата и супстратот со базични јони се подразбира количеството на сите базични јони пресметани во проценти од капацитетот на атсорпција, односно од сите атсорбирани катјони. Содржината на процентот на базичните јони (V) во табелите 69, 70 и 71 кај анализираниите својства кај супстратот перлит е со средна вредност 98,73 % а кај тресетот со средната вредност изнесува 92,99 %. Кај почвениот тип

хидрогена црница со средна вредност од 82,25 % е кај сите висок процент. Кај останатите соодноси во табелите 69, 70 и 71, поради високите вредности на процент на базични јони кај супстратите и почвите, нивните соодноси се со многу приближна висока вредност од 93 до 98 %.

Содржината на базичните јони Ca^2 во табела 69 кај супстратот перлит покажува доста висок процент на Ca^2 со средна вредност од $142,01 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Додека кај флувијатилна почва имаме екстремна разлика од многу ниска содржина на Ca^2 со средна вредност од $7,45 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Со додавање на поголем процент перлит во почва, содржината на базични јони кај почвата е значително е во пораст. Така во соодносот на П20А80 (20 % перлит во 80 % почва) се добива повисок процент на содржина на базични јони Ca^2 , со средна вредност од $34,36 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Содржината на базични јони Ca^2 , со 20 % учество на перлит значително ја променила вредноста од постојачката за 3 пати повисоки и тоа $7,45$ во $34,36 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Највисоко процентуално покачување на содржината на Ca^2 има во анализираниот примерок во сооднос од перлит и почва во А20/П80, со средна вредност од $115,09 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Од табела 70 кај анализираните својства кај почвениот тип хидрогена црница, содржината на базичните јони Ca^2 е со средна вредност од $18,41 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Додека пак, кај супстратот перлит содржината на базичните јони е екстремно висока Ca^2 , со средна вредност од $142,01 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Тоа покажува дека супстратот перлит е заситен со големо количество базични јони на Ca^2 . Во останатите соодноси имаме исто пораст на содржината на базичните јони Ca^2 , така што кај соодносот П20/А680, содржината на базични јони е со средна вредност $43,12 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Во соодносот П30/А670 е со средна вредност $55,48 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Содржината на базичните јони е со средна вредност од $80,20 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ во соодносот А50/П50. Во анализираниот примерок во сооднос П70/А630, базичните јони се со средна вредност $102,92 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. И со најголем процент, 80 % перлит во мешавина од 20 % почва во сооднос П80/А620, содржина на заситени базични јони е со средна вредност $117,29 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Содржината на базичните јони Ca^2 во табела 71 кај супстратот тресет е со средна вредност $42,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, што соодвествува на оптимална заситеност на јонот на Ca^2 . Во останатите соодноси на мешавини од поголем процент на перлит и помал процент на тресет во различни соодноси има

пораств на содржината на базичните јони Ca^2 . Така на пример, во соодносот П20/Т80, содржината на базични јони е со средна вредност $62,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Соодносот Т70/П30 е со средна вредност $72,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Кај анализираниот примерок во сооднос Т50/П50, содржината на базичните јони е со средна вредност од $92,20 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, П70/Т30 со средна вредност $112,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, кај П80/Т20 содржината на заситени базични јони е со средна вредност $122,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Содржината на базичните јони Mg^2 , во табела 69, кај супстратот перлит бележи средна вредност од $14,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Додека пак, кај флувијатилна почва имаме содржина на Mg^2 со средна вредност од $8,65 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Со додавање на перлитот во различни соодноси, оваа вредност кај почвата се покачува. Ова значи дека перлитот има улога да го зголеми базичниот јон Mg^2 во анализиранта флувијатилна почва. Во анализираните примероци во различни соодноси, каде што перлитот е со поголемо учество, има пораст на содржината на базичните јони Mg^2 од постојачкиот параметар на почвата. Така на пример, во соодносот на А80/П20 (20 % перлит во 80 % почва) се добива повисок процент на содржина на базични јони Ca^2 , со средна вредност од $9,72 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Највисок пораст на содржината на Ca^2 , споредувани од сите соодноси во табела 69, има во соодносот од перлит и почва, П80/А20 е со средна вредност од $12,94 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Од табела 70 кај анализираните својства кај почвениот тип хидрогена црница, содржината на базичните јони Mg^2 е со средна вредност од $5,89 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, кај супстратот перлит Mg^2 со средна вредност од $14,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Тоа покажува дека супстратот перлит е заситен со големо количество базични јони на Mg^2 . Во останатите соодноси имаме исто пораст на содржината на базичните јони Mg^2 . Така што кај соодносот П50/А650, содржината на базичните јони е со средна вредност од $9,95 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, кај соодносот П30/А670 со средна вредност $8,32 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, во П20/А680 средната вредност изнесува $7,51 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, П70/А630 бележи средна вредност од $11,58 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, а кај П80/А620 содржина на заситени базични јони е со средна вредност $12,38 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Од анализираните примероци во различни соодноси се забележува дека колку е поголем процентот на перлит во почвата, толку е поголема заситеноста на количини на базични јони. Со тоа може да се каже

дека перлитот влијае и може во пораст да ја промени содржината на базични јони Mg^2 кај хидрогената црница.

Содржината на базичните јони Mg^2 , во табела 71 кај супстратот тресет е со средна вредност $8,10 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, што соодвествува на оптимална заситеност на јонот на Mg^2 . Кај супстратот перлит Mg^2 со средна вредност од $14,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Во останатите соодноси со зголемување на содржината на перлит од 20 %, 30 %, 50 %, 70 % и 80 % се променува содржината на базични јони Mg^2 . Перлитот влијае т.е. може да ја зголеми содржината на базични јони кај тресетот. Како на пример, во соодносот П20/Т80 со средна вредност $9,28 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, а во П80/Т20 содржина на заситени базични јони Ca^2 е со средна вредност $12,82 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Јоните со повисока валентност, поради поголемиот електричен полнеж, посилено се адсорбираат и имаат поголема енергија на адсорпција.

Од презентираниите податоци од табела 69 за содржината на K^+ се гледа дека со поголема застапеност се одликува супстратот перлит со средна вредност од $15,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Во флувијатилната почва е пониска содржината на K^+ со средна вредност од $3,38 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Перлитот како супстрат, поради повисоката содржина на K^+ , има влијание врз почвениот тип во сите негови соодноси. Во соодносот П50/Аа50, содржината на K^+ е средна вредност од $9,18 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, кај соодносот П30/Аа70 бележи средна вредност $6,86 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, во П20/Аа80 средната вредност изнесува $5,69 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, кај Аа30/Б70, средната вредност е $11,51 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, додека пак, Аа20/П80 содржината на K^+ е со средна вредност од $12,68 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Содржината на K^+ во табела 70 кај почвениот тип хидрогена црница е со средна вредност $0,53 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Содржината на K^+ се одликува со поголема застапеност кај супстратот перлит, со средна вредност од $15,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. И овде перлитот како супстрат има влијание врз почвениот тип во сите негови соодноси поради повисоката содржина на K^+ . Во соодносот П20/Аб80 бележи средна вредност од $4,43 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, кај соодносот П30/Аб70 средната вредност изнесува $4,88 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, во соодносот П50/Аб50 содржината на K^+ е со средна вредност од $7,78 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, кај П70/Аб30 средната вредност бележи $10,66 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ и во П80/Аб20, содржината на K^+ се одликува со средна вредност $12,10 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Од табела 71 се гледа дека содржината на K^+ кај тресетот е со многу ниска застапеност, со средна вредност од $0,01 \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$, спротивно на тоа со висока содржина на K^+ е застапено кај супстратот перлит со средна вредност од $15,00 \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$. Поради тоа перлитот има влијание со зголемување на содржина на K^+ кај тресетот. Така на пример, во другите анализирани примероци, во табела 71 се забележува дека колку е поголема содржината на перлит толку и содржината на K^+ е во пораст од постојачката вредност на тресетот. Во соодносот П50/Т50, содржината на K^+ е со средна вредност од $7,00 \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$, кај соодносот П30/Т70 средната вредност изнесува $4,51, \text{смол}(+) \text{кг}^{-1}$, во П20/Т80 средната вредност е $3,00 \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$, кај П70/Т30 средната вредност бележи $10,51 \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$ и во П80/Т20 содржината на K^+ се одликува со средна вредност од $12,00 \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$.

Од табелите 69, 70 и 71 се добиени резултати за содржината на Na^+ $\text{смол}(+) \text{кг}^{-1}$. Највисока средна вредност има тресетот $0,32 Na^+ \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$, потоа флувијатилната почва со средна вредност од $0,18$ содржина на $Na^+ \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$. Хидрогената црница е со средна вредност од $0,13$ содржина на $Na^+ \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$. Најниска вредност на $Na^+ \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$ има перлитот.

Од табелите 69, 70 и 71 се добиени резултати за содржината на $H^+ + Al^{3+} \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$. Највисока средна вредност има хидрогената црница со средна вредност од $5,40 H^+ + Al^{3+} \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$. Потоа следи содржината на тресет $3,80 H^+ + Al^{3+} \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$. Флувијатилната почва бележи средна вредност од $3,20$ содржина на $H^+ + Al^{3+} \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$. Најниска вредност на $H^+ + Al^{3+} \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$ има кај перлитот со средна вредност од $2,20 H^+ + Al^{3+} \text{ смол}(+) \text{кг}^{-1}$.

Во табелите 89, 90 и 91 се дадени резултати со средни вредности на истражуваните својства на $Ca^{2++} \%$, $Mg^{2++} \%$, $K^+ \%$, $Na^+ \%$, $H^+ + Al^{3+} \%$ кај супстратот перлит, флувијатилната почва, хидрогената црница и тресетот со нивните различни соодноси (Аа20/П80; Аа30/П70; Аа80/П20; Аа70/П30; Аа50/П50; А620/П80; А630/П70; А680/П20; А670/П30; А650/П5; Т20/П80; Т30/П70; Т80/П20; Т70/П30; Т50/П50). Највисок процент на $Ca^{2++} \%$ има односот П - перлит со средна вредност од $81,96 \%$, потоа тресетот со средна вредност од $77,44 \%$. Хидрогената црница е со содржина на јони на Ca^{2++} со средна вредност $60,81 \%$. Со најмала содржина е флувијатилната почва - $32,80 \%$.

Од табелата 89, од добиените податоци за тотален капацитет (Т) кај перлит и флувијатилна почва, може да се констатира следното.

Перлитот има висока содржина на вкупен капацитет на атсорпција со средна вредност од $173,32 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, Кај флувијатилна почва има понизок капацитет на атсорпција со средна вредност од $22,87 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Од анализираните својства, во табела 90, на содржината на вкупниот капацитет на атсорпција кај хидрогена црница е со средна вредност од $30,36 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Од табела 91 од анализираните својства, вкупниот капацитет на атсорпција кај тресетот е со средна вредност од $54,24 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, Во табелите 89, 90 и 91, дадени се резултати на разменливи катјони на Mg^{2++} %. Најнизок процент на Mg^{2++} % има кај перлитот со средна вредност од 8,07 %, потоа кај тресетот со средна вредност од 14,94 %. Кај хидрогената црница, содржината на јони на Ca^{2++} бележи средна вредност од 19,25 %, а со висока содржина е и флувијатилната почва - 37,60 %.

Од изнесените податоци од табелите 89, 90 и 91, К % кај перлит, тресет, хидрогена црница, флувијатилна почва може да се констатира дека највисока содржина на К % има кај флувијатилната почва со средна вредност од 14,51 %, потоа следи перлитот со средна вредност од 8,55 %. Понатаму следи хидрогената црница со средна вредност од 1,76 %, а најмала содржина на К % е забележана кај тресетот со средна вредност од 0,01 %. Во табелите 89, 90 и 91, дадени се резултати на разменливи катјони на Na %.

Највисок процент на Na % има флувијатилната почва 0,79 %, а тресетот е со средна вредност од 0,60 %. Потоа следи хидрогената црница со средна вредност од 0,44 % а со најмала содржина е перлитот со средна вредност од 0,006 %.

Од изнесените податоци од табелите 89, 90 и 91 за $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ % кај перлит, тресет, хидрогена црница, флувијатилна почва, може да се констатира следното: највисока содржина на $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ % има кај хидрогената црница со средна вредност 17,75 %, потоа кај флувијатилната почва со средна вредност од 17,75 %, а кај тресетот е со 1,10 %. Најмала содржина на К % има кај перлитот со средна вредност од 1,27 %.

Атсорбираните катјони се од големо значење за скоро сите својства на почвите и супстратите и за земјоделската практика. Од ова истражување може да се забележи дека скоро сите својства од кои зависи плодноста на почвата, во поголема или помала мера зависат од големината, карактерот и составот на

атсорптивниот комплекс. Од атсорбираните јони зависат својствата на колоидите од почвата и супстратите, физичките својства, а во врска со нив - водниот, воздушниот и хранителниот режим, хемиските и биолошките својства на почвата и супстратите. Укажувајќи на влијанието врз својствата на колоидите, атсорбираните јони се од значење за својствата на целокупната маса на почвата и на супстратот перлит. Од атсорбираните јони зависи хидрофилноста на колоидите кај почвата и перлитот. Натриумовите јони, кои се хидратирани, им даваат на почвените колоиди истакната хидрофилност, со сите негативни последици: пептизираност и повратност, компактност и испуканост во сува состојба и бабрење, лепливост и пластичност во влажна состојба. Состојбата на флувијатилната почва, хидрогената црница и тресетот зависи од влажноста. Перлитот со своите позитивни карактеристики и хемискиот состав со најмала содржина на атсорбиран натриум јон влијае врз спречување на сите овие појави и карактеристики кај истражуваните варијанти.

Давајќи им хидрофобност на колоидите од флувијатилната почва, хидрогената црница, тресетот и перлитот, калциумовите јони дејствуваат сосема спротивно. Колоидите со атсорбиран Ca-јон се неповратно коагулирани. Големото присуство на Ca^{2++} катјонот во перлитот влијае врз подобрување и стабилност на агрегатите, што влијае да не се менуваат под дејство на водата. Во сува состојба, почвата со атсорбираните Ca-јони од перлитот се дробни во ситни зрнца, не е компактна, не пука, а во влажна состојба не бабри и не се лепи. Варијантите во кои има перлит, имаат константни позитивни физички својства. Таа состојба не се менува под влијание на промена на влажноста.

Атсорбираните јони укажуваат влијание врз скоро сите физички својства на флувијатилната почва, хидрогената црница, тресетот и перлитот: врз агрегатниот состав, структурата, карактерот на порозноста и аерацијата, водните својства и водниот режим, како и врз физичко-мехничките својства. Од истражувањата може да се види дека перлитот со тоа што има најголема сума на атсорбирани базични катјони, особено калциумот, има најстабилни физички својства. Присуството на перлит во сите истражувани варијанти и нивни соодноси (мешавини) го потврдува фактот на директно стабилизирање и подобрување на физичките, хемиските и биолошките својства. Сето тоа покажува дека атсорбираните јони силно влијаат врз водниот и воздушниот режим кај флувијатилната почва, хидрогената црница, тресетот и перлитот.

7. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на резултатите добиени од карактеризацијата на природната суровина перлит од македонско потекло, што беше користена како супстрат во различни соодноси за подобрување на својствата на почвите, може да се донесаат следниве заклучоци:

1. Испитуваната суровина перлит во хемискиот состав ги содржи главно следниве оксиди: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O и K_2O . Содржината на SiO_2 е највисока и во однос на останатите оксиди изнесува 75,47 %. Перлитот содржи и ниски концентрации на As, Cd, Cr, Pb, Mn, Ni, Cu, Sr. Загубата на жарење претставува адсорбираната вода на отворените пори во материјалот што изнесува 2,36 % и се совпаѓа со термогравиметриската анализа TGA кривата што ја дава загубата на маса, а таа изнесува 2,36 % (mol).

Од добиените резултати со асигнација на IR-спектар на перлит, констатирани се лентите појавени на следниве бранови должини cm^{-1} : На 400 cm^{-1} е појавена лента која не е јасно изразена и потекнува од присуство на плагиокласите. Во подрачјето од 2 200 до 2 500 е појавена слабо изразена лента, резултат на вибрациите од хидроксилните групи. Во подрачјето 900 до 1 100 со максимум $1 000 \text{ cm}^{-1}$ лентата е изразена и потекнува од вибрациите на врската Si-O-Si.

2. Од рендгенската анализа на XRD-дијаграмот се гледа големо квалитативно учество на стаклеста аморфна маса (со застапеност од околу 50 %). Двата XRD-обрасца од ренгенограмот кај суровиот перлит и кај експандираниот покажуваат релативно мал број врвови на дифракција што покажува кристална фаза. Од XRD-рендгенот беа детерминирани следниве минерали: фелдспат, кристобалит, кварцот, (Q) биотит, (B) (I) илменит, што имаат влијание врз многу својства на перлитот.

3. Со детерминација на експандиран перлит со микроскопскиот опис, со термички третман од 900 до $1 000 \text{ }^\circ\text{C}$, перлитот изгледа бел од стаклестата опалова маса на високи температури со трансформација во кристобалит, поради што рефлексите на истиот минерал на ренгенограмот (за експандирана проба) се поинтезивни од истиот рефлекс во ренгенограмот од природната проба. Значи, имаме природна содржина на кристобалит кон која

се дополнува извесно зголемена содржина на истата фаза (кробалит) на основа на синтетичка база со термички третман на природната проба од 900 до 1 000 °C. При термичкиот третман на високи температури, перлитот ја зголемува својата површина и ја менува својата внатрешна структура во порозна структура. Ова може да се забележи преку сликите што се снимени со помош на СЕМ-методот.

4. Од снимките на скенинг електронскиот микроскоп се гледа дека перлитот има силно разгранета структура на канали, покажувајќи мрежа на отворени макропори што се наоѓаат од надворешната страна на гранулата и затворени микропори.

5. Од анализираните својства на вкупната порозност на перлитот како супстрат покажува многу висок порозитет со средна вредност од 88,09 %. Од нив 27,90 % припаѓаат на водниот капацитет, од што може да се види дека има солидна капиларна порозност. Додека пак, испитуваните својства на воздушниот порозитет кај перлитот покажуваат многу висок воздушен капацитет со средна вредност од 60,20 %. Тоа укажува за супстрат со висока супериорност за соодветно задржување на воздухот, којшто со негова апликација може да делува како подобрувач за зголемување на аерацијата на проблематични тешки почви, а со тоа позитивно ќе делува и на растенијата, директно на растителни корени кои ќе имаат потреба од стабилно снабдување со кислород. Со апликација на перлитот во мешавини во различни соодноси покажува влијание и кај водниот и кај воздушниот порозитет кај анализираните примероци од флувијатилната почва, хидрогената црница и кај тресетот. Почвениот тип флувијатилна има исто висока вкупна порозност со средна вредност од 77,73 %. Вредностите добиени од воздушниот порозен простор на почвениот тип флувијатилна е со средна вредност 38,05 %, додека водениот порозен простот е со средна вредност е 39,68 %. Тоа може да се објасни дека флувијатилната почва има висок воден и воздушен порозитет поради високите количини на песок, а помалку на глина. Додека кај почвениот тип хидрогена црница, карактеристично е тоа што има мал процент некапиларни пори од приближно 8 %, што укажува на низок процент на воздушна порозност, што пак ги прави овие почви со неповолен воден-воздушен режим. Водниот порозитет е со просечна вредност од 46,99 % што укажува на поволен воден порозитет, но сепак хидрогената црница спаѓа во глинестите почви каде што честопати

имаат ниска содржина на леснодостапна вода, поради високата содржина на микропори (помали од 3 микрони). Водата во овие микропори е тешко достапна за растенијата. Овој тип на почва е со неповолен однос помеѓу водата и воздухот, т.е. има слаба размена меѓу водниот и аерацискиот режим. Овде најмногу може да се види позитивното влијание на супстратот перлит врз воздушната порозност на почвата. Има драстично подобрување на воздушниот порозитет кај почвата. Од сево тоа може да се констатира дека перлитот како супстрат ја подобрува аерациската моќ на почвата што има послаб аерациски капацитет. Од анализираните својства на супстратот тресет, тој се издвојува со највисока вкупна порозност со средна вредност од 90,80 % што дефинира висок вкупен порозен волумен. Тој висок процент на порозност кај тресетот се должи на високата содржина на органската материја која се наоѓа во тресетот. Со самото зголемување на органската материја расте и вкупната порозност. Меѓусебниот воден и воздушен режим, сепак е неповолен бидејќи капиларните пори се со средна вредност од 80 % што пак, укажува на многу висока содржина на воден капацитет, додека воздушниот капацитет е со ниска капиларност или недоволно задржување на воздух со средна вредност од 10,70 %. Во останатите соодноси може да се види поинаква рамнотежа помеѓу водниот и воздушниот режим, каде што со мешање на перлитот и тресетот, воздушната порозност е со повисок процент.

6. Од добиените вредности за ретенциски воден капацитет, перлитот покажува висок ретенциски воден капацитет во однос на почвите. Поради тоа, перлитот има способност да ја држи водата со своите сорпциони, молекуларни и капиларни сили и да ја прими и задржи во капиларните пори под дејство на гравитацијата. На тој начин, со додавање на перлитот во различни соодноси во почвите, перлитот влијае врз покачување на ретенцискиот воден капацитет. Од сите анализирани примероци, може да се каже дека перлитот има влијание кај сите примероци. Но најмногу влијание има кај хидрогената црница и флувијатилната почва. Со негово додавање во различни проценти драстично се зголемува водниот ретенциски капацитет.

7. Од добиените податоци за физиолошки достапната вода, кај супстратот перлит се јавуваат високи вредности со средна вредност од 31,70 %, додека кај почвените типови се јавуваат пониски вредности. Кај испитуваната флувијатилната почва, вредноста изнесува 4,81 %. Кај почвата хидрогена

црница, физиолошката достапна влага е со средна вредност од 14,45 %. Со додавање на перлит во различни соодноси во флувијатилната почва, вредностите за физиолошка достапна влага се зголемуваат за неколку пати. Од податоците се гледа дека вредностите на физиолошка достапна влага, во споредба со флувијатилната почва, кај хидрогената црница има нешто повисока физиолошки достапната влага. Со додавање перлит во разни соодноси во флувијатилната почва, вредностите на физиолошки достапната влага се зголемуваат за неколку пати. Присуството на перлитот само дополнително позитивно влијае врз физиолошки достапната влага поради капиларните пори и зголемувањето на ареациските пори кои овозможуваат поголемо складирање на дополнителни количини на вода и воздух.

8. Анализата од ретенција на влага кај перлитот покажува висока ретенција на влага во сите точки на тензија од 0,1; 0,33; 1; 3; 6,25; 11; 15 бара и се движи приближно од 67,85 до 26,65 вол. влага (%). Најголем дел од влагата што ја содржаат сите анализирани примероци се истиснува при пониски притисоци од 0.1 до 3 бара приближно 67 - 39 вол. %. Помал процент на влага се истиснува на повисоки притисоци од 6.25 до 15 бара (34 – 26 %). Сепак за растенијата најважна е физиолошка достапната влага која во сите анализирани примероци се движи приближно 71 - 34 вол. %. А вкупната достапа влага од 0,33 бара до 15 бара се движи од 31.7 кај перлитот. Кај флувијатилната почва, процентот на влага во споредба со перлитот во сите точки на тензија е понизок и се движи приближно 9,28 - 3,02 вол. влага %C. Кривата кај хидрогената црница во споредба со перлитот е исто така со понизок процент на влага во сите точки на тензии (28,6 - 12,3 вол. влага %). Од резултатите за супстратот тресет во споредба со перлитот, исто така покажува висока ретенција на задржување на влагата со остра косина при притисок, почнувајќи од 0,1; 0,33; 1; 3; 6,25 и 11 бара, освен со благ пад на пониска ретенција на задржување на влага од 15 бара. Високата крива на ретенција кај перлитот се должи на неговиот ефективен порозен простор што ја задржува и одржува водата во неговите пори, а со тоа релативно високата содржина на достапна влага. Во другите анализирани примероци во мешавините на почва и перлит со нивните соодноси, заклучивме дека колку е повисок процентот на перлит, толку е повисока кривата на влага, каде што преовладува неговиот порозен капацитет да ја прими и задржува водата со своите честички, а со тоа и процентот на

влага да се зголеми. Со тоа може да се каже дека перлитот има улога да го подобри водозадржувањето или да го зголеми процентот на влага кај истражуваните почвени типови. Тоа пак се должи дека перлитот како супстрат, кој што во своите пори има улога да ја држи водата заедно во почвата, а со тоа и релативно високата содржина на достапна влага што може да ја покачи ретенцијата на влага во почвата. Ретенциските криви имаат големо практично и теоретско значење, бидејќи преку нив може да се добијат скоро сите податоци за водата во почвата. Тие криви дават можност да бидат донесени заклучоци за кога и која количина на вода му е потребно на растението.

9. За добиените резултати кај испитуваните својства на рН-растворот кај супстратот перлит и почвените типови флувијатилна и хидрогена црница, може да се види дека реакцијата на растворот кај супстратот перлит е со средна вредност од 6,72 (неутрална). Неутралната реакција кај супстратот перлит дава најповолни услови за раст и развој на растенијата, рН-растворот учествува скоро во сите процеси: биохемиски, физички, физичко-хемиски. Од посебно значење е за растенијата бидејќи корењата на растенијата стапуваат во директен контакт. Поради неутралната рН-вредност на перлитот како супстрат, може да се применуваат различни концентрации на минерални ѓубрива, нивни раствори и соли во зависност од потребата на одгледуваните земјоделски култури. Ова овозможува поширока употребна вредност на перлитот во одгледувањето на земјоделски култури. Перлитот не влегува во реакција со растворите што се додаваат, само се приспособуваат на реакцијата која ја даваат растворите што се аплицираат во перлитот. По завршување на вегетацијата со промивање на перлитот со поголема количина на вода, реакцијата на перлитот е повторно неутрална. Хидрогената црница исто има неутрална реакција со средна вредност од рН 7,30. Кај флувијатилната почва, реакцијата на почвениот раствор е со средна вредност од 7,03 (неутрална). Вредностите за рН кај тресетот се 5,55 (кисел). Со додавање на супстратот перлит во тресет, вредноста на рН се зголемува. Може да се види дека со додавање на 30 % перлит во тресет, реакцијата се зголемува до 5,91 (до умерено кисела). Тоа значи дека перлитот како супстрат влијае врз зголемување на рН-реакцијата на растворот на тресетот.

10. Содржината на соли кај супстратот перлит е многу ниска со средна вредност 0,10. Содржината на соли кај флувијатилната почва е со средна

вредност 2,99 или слабо солена. Додека почвениот тип хидрогена црница е со поинаква вредност од 4,75 mS/cm или средно солена. Ваквата вредност кај хидрогените црници е резултат на хемискиот состав на почвениот раствор и апсорцијата на катјони.

Додавањето на перлитот во вакви услови на висока содржина на соли позитивно влијае врз намалување на засоленоста и апсорцијата на натриумот. Перлитот спречува појава на дифузија и разрушување на агрегатите поради неговата природа, ја зачувува структурата и конзистенцијата на мешавините. Стабилната порозност и агрегатниот состав спречува напукнување и при појава на суша, како и прекумерно влажење, ја намалува пластичноста и лепливоста кај почвата. Кај тресетот може да се види дека има висока содржина на лесно растворливи соли со средна вредност од 37,00. Перлитот најлесно може да ја регулира содржината на соли и воспоставување на саканата вредност кај тресетот поради високата порозност, водопропустливост. Ова овозможува додавање на потребната концентрација на раствори од минерални ѓубрива, биостимулатори, зависно од потребата на земјоделската култура. Ова овозможува лесно зголемување или намалување на концентрацијата на почвениот раствор и неговиот состав. Ова својство на перлитот и тресетот е особено важно кај безпочвеното одгледување, како и во хидропонијата.

11. Од добиените податоци за вкупен капацитет (Т) кај супстратот перлит може да се констатира дека перлитот има висока содржина на вкупен или тотален капацитет на атсорпција со средна вредност од $173,32 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Кај флувијатилната почва, вкупниот капацитет на атсорпција е со пониска вредност во споредба со перлитот од $22,87 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, исто и кај хидрогената црница, вредноста за вкупен капацитет изнесува $30,36 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Тресетот во споредба со перлитот има понизок вкупен капацитет од $54,24 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Влијанието на високиот вкупен капацитет кај перлитот веројатно се должи на минералниот состав кои произлегуваат од површинските реакции кои се случуваат во текот на третманот со киселински раствор. Додавањето на супстратот перлит во анализираниите почви, директно и позитивно влијае врз зголемувањето на капацитетот на атсорпција. Перлитот покажува голема колоидна активност. Активноста на колоидите од перлитот се објаснуваат со нивната голема површина, со површинската привлечна енергија и со електричниот полнеж. Во споредба со покрупните честички, иста маса на

колоидните честички имаат многу поголема површина. Од уште поголемо значење за активноста на колоидните системи од перлитот во мешавините од сите варијанти на почви е зголемениот електричен полнеж на колоидните честички. Со електричниот полнеж и со површинската енергија на перлитот се објаснува коагулацијата, петизацијата, атсорпцијата и супституцијата.

12. Содржината на вкупните базични јони (S) кај супстратот перлит е висока, со средна вредност $171,12 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$. Содржината на базичните јони Ca^2 кај супстратот перлит покажува доста висок процент на Ca^2 со средна вредност од $142,01 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$, а тоа покажува дека супстратот перлит е заситен со големи количини на базични јони на Ca^2 . Во сите останатите соодноси, со учество на перлит од 20 %, 30 %, 50 % врз флувијатилната почва и хидрогената црница, имаме исто пораст на содржината на базичните јони Ca^2 . Содржината на базичните јони Mg^2 кај супстратот перлит е со средна вредност од $14,00 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$, додека кај флувијатилната почва е $8,65 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$, а кај хидрогената црница, содржината на базичните јони Mg^2 е со средна вредност од $5,89 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$. Кај супстратот тресет, содржината на базични јони Mg^2 е со средна вредност од $8,10 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$, што соодвествува на оптимална заситеност на јонот на Ca^2 .

13. Од презентираниите податоци на содржината на K^+ , се гледа дека со поголема застапеност се одликува супстратот перлит со средна вредност од $15,00 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$. Во флувијатилна почва е пониска содржината на K^+ со средна вредност од $3,38 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$. Перлитот како супстрат има влијание врз почвениот тип во сите негови соодноси поради повисоката содржина на K^+ . Така на пример, во соодносот со 30 % учество на перлит во 70 % флувијатилна почва Аа30/П70, вредноста на содржината на K^+ се покачува на $11,51 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$ и во соодносот Аа20/П80 со средна вредност изнесува $12,68 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$. Содржината на K^+ кај почвениот тип хидрогена црница е со средна вредност $0,53 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$, па така и овде перлитот како супстрат, поради повисоката содржина на K^+ , има влијание врз почвениот тип во сите негови соодноси. Содржината на K^+ кај тресетот се гледа дека е со многу ниска застапеност, со средна вредност од $0,01 \text{ смол}(+)\text{кг}^{-1}$, спротивно на тоа, со висока содржина на K^+ е застапено кај супстратот перлит поради тоа перлитот има влијание со зголемување на содржина на K^+ кај тресетот. Во соодносот Т70/П30, со учество на 30 % перлит во тресет, вредноста на содржината на K^+ е со покачена средна

вредност од $4,51 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, и во соодносот исто имаме покачување T80/P20 со средна вредност од $3,00 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

14. Од добиените резултати за содржината на Na^+ $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, највисока средна вредност има односот тресет $0,32 \text{ Na}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, потоа следи флувијатилната почва со средна вредност од $0,18$ содржина на $\text{Na}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, по неа хидрогената црница со средна вредност од $0,13$ содржина на $\text{Na}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Најниска вредност на $\text{Na}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ има кај перлитот со средна вредност од $0,11 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$.

Од изнесените податоци за содржината на $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} \%$ кај перлит, тресет, хидрогена црница и флувијатилна почва може да се заклучи следното: највисока содржина на $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} \%$ има кај хидрогената црница со средна вредност од $17,75 \%$, потоа кај флувијатилната почва со средна вредност од $14,30 \%$, а кај тресетот е со $7,01 \%$. Сите статистички модели за влијанието на варијантите и различниот сооднос на перлит и флувијална почва, перлит и тресет и перлит со почва црница во соодветните варијанти, како и интеракцијата на варијантата и соодносот врз $\text{T cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ $\text{S cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ $\text{Ca} \%$, $\text{Mg} \%$, $\text{K} \%$, $\text{Na} \%$, $\text{H} + \text{Al}$, освен кај $\text{V} \%$, $\text{Mg}^{2++} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ $\text{K}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{Na}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{H} + \text{Al} \%$ покажаа висока статистичка значајност ($p < 0,001$). Според добиените резултати од статистичкиот модел, варијантите покажаа високо статистички значајно влијание врз $\text{T cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{S cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{Ca}^{2++} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{Na}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{Ca} \%$, $\text{Mg} \%$, $\text{K} \%$, $\text{Na} \%$, $\text{H} + \text{Al} \%$, освен кај $\text{V} \%$, $\text{Mg}^{2++} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{K}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{H}^{++} \text{ Al}^{3+} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ ($p < 0,001$). Влијанието на различните соодноси во самите варијанти исто така покажаа високо статистички значајно влијание на $\text{T cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ $\text{S cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ $\text{V} \%$ $\text{Ca}^{2++} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ $\text{Mg}^{2++} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{K}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{Na}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{Ca} \%$, $\text{Mg} \%$, $\text{Na} \%$, $\text{H} + \text{Al}$, освен кај $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{K} \%$ ($p < 0,001$). Интеракцијата на варијантите и соодносот покажа високо статистички значајно влијание ($p < 0,001$), $\text{T cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ $\text{S cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{V} \%$ $\text{Ca}^{2++} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{Mg}^{2++} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{K}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ $\text{Na}^+ \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$, $\text{Ca} \%$, $\text{Mg} \%$, $\text{K} \%$, $\text{Na} \%$, $\text{H} + \text{Al}$.

Сосема на крај како генерален заклучок од истражувања во оваа докторска дисертација за влијанието на перлитот како супстрат за подобрување на својствата на почвите може да се наведе следното: познавањето на хемиските, физичките и водно физичките својства на почвите и

некои органски супстрати, како и влијането на перлитот врз истите е од големо значење за земјоделството.

Досегашните истражувања, каде што се користени различни средства за обезбедување на поволен водно-воздушен режим на кореновата маса се покажале ефикасни краткорочно. Перлитот во ова истражување покажа висока стабилност и континуитет во обезбедувањето на поволниот водно-воздушен режим. Паралелно со тоа дојде до израз и неговата улога во подобрување и стабилизирање на хемиските својства. Во земјоделското производство, еден од полесните начини е обезбедувањето на поволни хемиски својства зависно од културите кои се одгледуваат (промена на рН-реакција, обезбедување на растенијата со доволно хранливи елементи и сл.). Во ова истражување се покажа позитивното влијание на перлитот врз сите овие својства, особено во заштеда на вода, како и овозможувањето на поголема количина на достапна влага за растенијата. Но исто така, перлиот овозможи и поголема количина и на кислород кај хидрогените црници, што е главен недостаток и лимитирачки фактор за растенијата. Резултатите кои ги добивме со аплицирањето на перлитот во ова наше истражување, само ќе послужат како основа за разработка на нови методи во подобрувањето на хемиските, физичките и водно-физичките својства.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

Abul-Soud, M., Maloupa, E., EL-Behairy, U.A. (2003). Preliminary comparative study of pumice and perlite in cucumber substrate culture, *Acta Hort.*, 608, 25–28.

Aguilar-Garib, J.A., García-Onofre, V., Ortiz, U., Valdez-Nava, Z. (2013). Microwave Energy for Expanding Perlite Ore, *Journal of Applied Research and Technology*, 11, 823-830.

Adams, P. (1989). Hydroponic systems for winter vegetables, *Acta Hort.*, 287, 181-198.

Allen, R.L. (1988). False pyroclastic textures in altered silicic lavas, with implications for volcanic associated mineralization, *Econ Geol.*, 83: 1424-1446, 10, 2113 gsecongeo.

Altman, A., Freudenberg, D. (1983). Quality of *Pelargonium graveolens* cutting as affected by the rooting medium, *Scientia Horticulturae* 19, 379-385.

Aminifard, S., Jamalzadeh, H., Biazar, E., Fouladi, M. (2011). Effect of temperature and pH in adsorption of Pb^{+2} ions by porous perlite clay. *Oriental J Chem.* 2011;27:1397–401.

Austin, G.S., Barker, J.M. (1998). Commercial perlite deposits of New Mexico and North America, *New Mexico geological society guidebook*, 49th field conference, Las Cruces Country, II, 271–8.

Anstett, A. (1969). L'utilisation des matières plastiques comme substrat et amendement en horticulture, *Pepinieristes Hort.*, Maraich., 94, 5485-5490.

Ahmad, M. G., Hassan, B., Mehrdad, J. (2011). Effect of some culture substrates (date-palm peat, cocopeat and perlite) on some growing indices and nutrient elements uptake in greenhouse tomato. *African journal of microbiology research* 5(12) DOI: 10.5897/AJMR10.786. *African Journal of Microbiology Research* Vol. 5(12), pp. 1437-1442.

Alsanius B.W., Wohanka, W. (2009). Prospects for biological characterization and evaluation of growing media *Acta Hort.*, 819 (2009), pp. 99-109.

Argo, W.R. (1998). Root medium physical properties. *Horttechnology*, 8 (4) pp. 481-485.

Brown, T.J., Shaw R.A., Bide, T. (2013). British Geological Survey. *World Mineral production 2007–2011*, Nottingham: Keyworth, pp, 85.

Baker, J.M., Santini, K. (2006). Perlite, In: Kogel JE, Trivedi NC, Barker JM, Krukowski ST, (eds.) *Industrial minerals and rocks*, 7th ed, Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 685–702.

Bohlinm, C., Holmberg, P. (2004). Peat dominating growing medium in Swedish horticulture, *Acta Horticulturae* 644, 177–181.

Bolen, W. (2013). Perlite. U.S. Geological Survey, *Mineral Commodity Summaries*, January 2013. Washington, DC: USGS, 116–17.

- Bolen, P. W. (2011).** USGS Mineral Commodity Summaries 2011. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia-USA, pp,198.
- Bolen, W. (2012).** Perlite (Advanced Release). U.S. Geological Survey 2012 Minerals Yearbook. Washington, DC: USGS, 55.0–55.4.
- Bunt, A.C. (1976).** Modern potting composts, George Allen Unwin Ltd.
- Bunt, A.C. (1988).** Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman, London.
- Bunt, A. C. (1961).** Some physical properties of pot-plant composts and their effect on plant growth. *Plant Soil*. 13, 322-332.
- Brückner, U. (1997).** Physical properties of different potting media and substrate mixtures- especially air-and water capacity, *Acta Hort.*, 450:263-270.
- Byrne, P.J., Carty, B. (1989).** Developments in the measurement of air filled porosity of peat substrates *Acta Hortic.*, 238 (1989), pp. 37-44.
- Bilderback, T. (2009).** A nursery friendly method for measuring air filled porosity of container substrates *SNA Res. Conf.*, 54 (2009), pp. 212-214.
- Bilderback, T.E., Warren, S.L., Owen J.S., Albano, J. (2005).** Healthy substrates need physicals too. *HortTechnology* 15:747–751.
- Bogdanović, J. (1973).** Usporedna ispitivanja metoda za određivanje vlažnosti venača kod različitih tipova tala. *Zemljište i biljka*, Vol 22, No 3.
- Blok, C. G. (2008).** Wever Experience with selected physical methods to characterize the suitability of growing media for plant growth *Acta Hortic.*, 779 , pp. 239-249.
- Bragg, N.C., Chambers, B.J. (1988).** Interpretation and advisory applications of compost air-filled porosity (AFP) measurements *Acta Hortic.*, 221, pp. 35-44.
- British geological survey. (2011).** World mineral production 2005-09.(Keyworth, Nottingham: British Geological Survey.
- Bures, S., Marfa, O., Perez, T., Tebar, J.A. Lloret, A. (1997).** Measure of substrates unsaturated hydraulic conductivity. *Acta horticulturae* 450(450):297-304.
- Verdonck, O., Vleeschauwer, D., Boodt, D. M. (1982).** The influence of the substrate to plant growth, *Acta Hortic*, (ISHS), 126: 251-258.
- Verdonck, O., Penninck, R., Boodt, M. (1983).** The physical properties of different horticultural substrates. *Acta Hortic.*, 150 (1983), pp. 155-160.
- Verdonck, O., Demeyer, P. (2004).** The influence of the particle size on physical properties of growing media, *Acta Hort*, 644: 99-101.
- Von-Post. L. (1937).** The geographical survey of Irish bogs. *The Irish Naturalists' Journal* 210-227.
- Virtanen, S., Simojoki, A., Hartikainen, H., Yli-Halla, M (2014).** Response of pore water Al, Fe and S concentrations to waterlogging in a boreal acidsulphate soil, *Science of the Total Environment* 485: 130-142.
- VonPost, L. (1937).** The geographical survey of Irish bogs, *Irish Nat, J.*, 6: 210–227.
- Vučić, B. (1987).** Vodni vazdušni i toplotni režim zemjista. VANU, Matica srpska, Novi Sad.
- Guler, H.G., Olympios, C., Gerasopoulos, D. (1995).** The effect of the substrate on the fruit quality of hydroponically grown melons (*Cucumis melo L.*), *Acta Hort*, 379, 261-265.

Gul, A., Eroglu, D., Ongun, A.R. (2005). Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce, *Sci, Horticulture*, 106, 464–471.

Giancarlo, F. (2009). Long Term Culture of Cut Rose Plants in Perlite Based Substrates od Giancarlo) Global Science Books.

Гичев, А. (1996). Мелиорации со заштита од ерозија, Земјоделски факултет - Скопје.

Gruda, N. (2012). Sustainable peat alternative growing media, *Acta Hort.*, 927: 973–979.

Gruda, N. (2005). Growth and quality of vegetables in peat substitute growing media, Habilitationsschrift (post-dothesis), Humboldt University of Berlin, Germany.

Gruda, N., Prasad, M., Maher, M.J. (2006). Soilless Culture, In: R, Lal (ed.) Encyclopedia of soil sciences, Taylor & Francis, Boca Raton, FL, USA.

Gruda, N. (2009). Do Soilless Culture Systems Have an Influence on Product Quality of Vegetables. *Journal of Applied Botany and Food Quality* vol. 82, p. 141-147.

Gruda, S. (1999). Determination of volume weight and watercontent of wood fiber substrates with different methods, *Agribio, Res.*, 53(2): 163–170.

Gajic, B., Dugalic, G., Djurovic, N. (2006). Comparison of soil organic matter content, aggregate composition and water stability of gleyic fluvisol from adjacent forest and cultivated areas. *Agronomy Research* 4(2), 499–508.

Grillas, S., Lucas M., Bardopoulou, E., Voulgari, M. (2001). Perlite based soilless culture systems: current commercial application and prospects. *Acta horticulturae* 548(548):105-114.

Gracanin, M. (1950). Metodika ekoloski istrazivanja tla. Prirucnik za tipoloska istrazivanja I katriranje vegetacija, Zagreb.

Davitkovska, M., Tanaskovic, V., Bogevska, Z., Popsimonova, G., Agic, R., Dorbic, B. (2017). The effect of fertilisers on the quality of petunia x hybrida „double pirouette purple“. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*. 71(2), 1-8.

Дамбов, Р. (2013). Петролошки и вулканолошки карактеристики на карпите од локалитетот кокино Универзитет „Гоце Делчев“ Факултет за природни и технички науки – Институт за рударство, Штип.

Douglas, M.H., Smallfield, B.M., Parmenter, G.A., Burton, L.C., Heaney, A.J. (2000). Effect of growing media on the production of ginseng (*Panax ginseng*) in Central Otago, New Zealand, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 28,195-207.

Djamic, R., Stevanovic, D., Jakovljevic, M. (1996). Practicum in Agrochemistry. University of Belgrade, Belgrade, 54.

Duchstein, S. (1982). Casting perlite before the swine, US Patent 4310552 A.

Dilek, G. (2016). Characterization and expansion behaviour of perlite, Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, pp,1-79.

Dogan, M., Alkan, M. (2003). Removal of methyl violet from aqueous solution by perlite”, J. Colloid Interface Sci., Vol.267 (1), pp. 32-41.

Dogan, M., Alkan, M., Türkyilmaz, A., Ozdemir, Y. (2004). Kinetics and Mechanism of Removal of Methylene Blue by Adsorption onto Perlite. Journal of Hazardous Materials, 109, 141-148.

Dorais, M, Menard, C., Begin, E. (2007). Risk of phytotoxicity of sawdust substrate for greenhouse vegetables. Acta Horticulturae 2007;761: 589-594.

De Boodt, M. (1965) Vergelijkende stude van de fysische eigenschappen van kunstmatige bedems en de groei van zierplanten, Pedologie, XV, Gent.

DeBoodt, M., Verdonck, O. (1972). The physical properties of the substrates in horticulture, Acta Hort., 26: 37–44.

Driessen, P.M., Dudal, R. (2001). Lectures notes on the geography, formation properties and use of the major soils of the world. Agricultural University. Wageningen.

Ennis, D.J, (2011). Perlite mining and reclamation in the no aqua peaks, Taos County, New Mexico, New Mexico Geological Society Guidebook, 62nd Field Conference, Geology of the Tusas Mountains – Ojo Caliente, 409–18.

Едвард, Џ. П. (2011). Наука за почвата (педологија) и менаџмент , Арс Ламина ДОО.

Eriksson, J. (1982). Soil compaction and root environment, Rep, 126, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala.

Ehret, D.L., Helmer, T. (2009). A new wood fibre substrate for hydroponic tomato and pepper crops. Canadian Journal of Plant Science 2009;89(6): 1127-1132.

Zwart, K., Hummelink, E. (2014). Effect of biochar on water retention in the Interreg Biochar Climate Saving Soils Field Trials, Alterra, Wageningen UR, the Netherlands Kor Zwart en Eduard Hummelink "ISU Extension News Release", iastate.edu.

Isfendiyaroglu, M., Baser, S. (2009). Rooting of ‘Ayvalik’ olive cuttings in different media, Spanish J, Agricultural Research, 7(1):165-172.

Issa, M., Maloupa, E., Gerasopoulos, D. (1997). Effects of the substrate on yield and quality of two gerbera vareteis grown under protection, Chaiers Options Mediterranean’s,31: 365–9.

Issa, M., Ouzounidou, G., Maloupa, H., Constantinidou, H.A.(2001). Seasonal and diurnal photosynthetic responses of two gerbera cultivars to different substrates and heating systems, Scientia Hort, 88:215-234.

Jing, Q., Fang, L., Liu, H., Liu, P. (2011). Preparation of Surface-Vitrified Micron Sphere Using Perlite From Xinyang,China, Applied Clay Science, 53, 745-748.

Jaster, M.C. (1956). Perlite resources of the United States. A contribution to economic geology, Geological Survey Bulletin 1027-1, Washington, DC: United States Government Printing Office; p, 33.

Yetisir, H., Sari, N., Aktas, H., Karaman, C., Abak, K. (2006). Effects of different sub-strates on plant growth, yield and quality of watermelon grown in soilless culture, *American-Eurasian J, Agric, Environ, Sci*, 1, 113–118.

Jeb, S., Fields, W. C., Fonteno, B. E., Jackson, J. L., Heitman, J. S., Owen, J. (2004). Hydrophysical Properties, Moisture Retention, and Drainage Profiles of Wood and Traditional Components for Greenhouse Substrates Giancarlo Fascella, *Growing Substrates Alternative to Peat for Ornamental Plants*, pp, 1-22.

Јовановски, М., Гапковски, Н., Пешевски. (2012). Инженерска геологија, Универзитет “Св.Кирил и Методиј”, - Скопје.

Kadey, J.F.L, (1983). Perlite, in: Lefond SJ (ed,) *Industrial minerals and rocks*, 5th ed, Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 571–7.

Khayyat, M., Nazari, F., Salehi, H. (2007). Effects of different pot mixtures on Pothos (*Epipremnum aureum* Lindl, and Andre ‘Golden Pothos’) growth and development, *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 2, 341-348.

Koukoulas, N., Dunham, A. (1994). Genesis of a Volcanic Industrial Rock, Trachilas perlite deposit, Milos island, Greece.

Koukoulas, N., Dunham., Scott, P. W. (2000). *Applied Earth Science IMM Transactions section B* 109(2):105-111 DOI: 10.1179/aes.109.2.105.

Kaufhold, S., Reese, A., Schwiebacher, W., Dohrmann, R., Grathoff, G.H, Warr, L.N., Halisch, M., Müller, C., Schwarz-Schampera, U., Ufer, K. (2014). Porosity and distribution of water in perlite from the island of Milos, Greece. *Springer Plus*. 12;3:598. doi:10.1186 2193-1801-3-598.

Kohmann, K., Johnsen, O. (2007). Effects of early long-night treatment on diameter and height growth, second flush and frost tolerance in two-year-old Picea abies container seedlings. *Scandinavian journal of forest research*. Vol.2. pp. 375-383.

Kantiranis, N., Filippidis, A.I., Vouta S.I., Drakoulis, A.I., Koutles, T.K. (2007). The cation exchange capacity of industrial minerals and rocks of milos Island. *Bulletin of the Geological Society of Greece vol. XXXX, Proceedings of the 11th International Congress, Athens*, pp, 775-780.

Khayyat, M., Tafazoli, E., Saeid, E., Rajae, S. (2007). Effect of Nitrogen, Boron, Potassium and Zinc Sprays on Yield and Fruit Quality of Date Palm. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 2 (3): 289-296.

Kodjamanis, A., Angelopoulos, S. (2013). “Consumer perception and attitude towards advertising on social networking sites: The case of facebook”, *International Conference of Communication, Media Studies and Design, Famagusta – Cyprus*. pp,53-58.

Lorenz, W, Gwosdz, W. (2000). Bewertungskriterien für Industriemineralien, Steine und Erden, Teil 4: Vulkanische Gesteine und Leichtzuschläge, Bims, Bimsasche, andere vulkanische Aschen und Schlacken, Tuffgesteine, Perlit, Basalt, andere vulkanische Gesteine, *Geol, Jb, (Reihe H7):3-111*.

Lemaire, F. (1995). Physical, chemical and biological properties of growing medium *Acta Hortic.*, 396 (1995), pp. 273-284.

Lemaire, F. (1997). The problem of the biostability in organic substrates, *Acta Hort*, 450:63-70.

Lucas, R.E., Davis, J.F. (1961). Relationship between pH values of organic soils and availability of 12 plant nutrients Soil Sci., 92 (3) (1961), pp. 177-182.

Matkin, O.A. (1974). Perlite Gradation and Peat/Perlite Mixtures. Soil and Plant Laboratory.

MTA. (1985), Türkiye Perlit Envanteri, Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları.

Maxim, L., Daniel, N., Ron, M., Ernest E. (2014). Perlite toxicology and epidemiology – a review" Inhalation Toxicology, 26 (5): 259–270.

Mueena, S.D., Shweta, S. (2016). Study of chemical and physical properties of perlite and its application in India, International Journal of Science Technology and Menagment, Vol, No, 5, Issue, 4, pp, 70-80.

Malakootian, M, Jaafarzadeh, N., Hossaini, H. (2011). Efficiency of perlite as a low cost adsorbent applied to removal of Pb and Cd from paint industry effluent. Desalin Water Treat. 2011;26:243–9.

Michael, R., Evans, M. Gachukia, M. (2007). Physical Properties of Sphagnum Peat-based Root Substrates Amended with Perlite or Parboiled Fresh Rice 3Hulls. HortTechnology July-September vol. 17 no. 3 312-315. 33.

Mahamud, S., Manisah, M.D. (2007). Preliminary studies on sago waste as growing medium for tomato. Acta Horticulturae. 2007; 742:163-168.

Maclea, A. H., Yager, T. U. (1972). Available water capacities of Zambian soils in relation to pressure plate measurements and particle size 113,23-29.

Митрически, Ј., Миткова, Т. (2013). Практикум по педологија, Земјоделски факултет, Скопје.

Mukaetov, D. (2004). Conditions for formation, genesis and characteristics of the hidromorphic black soils spread out in Pelagonija. Doctoral Degree Thesis, Faculty of Agriculture, Skopje. p. p. 1-162.

Maher, M., Prasad, M., Raviv, M. (2008). Organic soilless media components, In: Raviv M., Lieth J,H, (eds) Soilless culture: Theory and practice, Oxford: Elsevier, pp, 459–504.

Michiels, P., Hartmann, R., Coussens, C. (1993). Physical properties of peat in an ebb/flood irrigation system, Acta Hort, 342: 205–219.

Маркоски, М., Митрически, Ј., Миткова, Т. (2015). Почвите распространети на подрачјето опфатено со листовите Струмица 1, 2, 3, 4 и Демир Капија 2 и 4 на топографска основа 1:50 000 (Источно од Гринич). Толковник. Издавач: Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје. Земјоделски институт - Скопје.

Mostaedi, T., Ghassabzadeh, M.H., Ghannadi-Maragheh, M. (2010). Removal of cadmium and nickel from aqueous solution using expanded perlite. Brazil J Chem Eng. 2010;27:299–308.

Моханти, К.С., Филиповски, Ѓ. (1980). Оризните почви во СР Македонија и нивната антропогенизација. МАНУ, Скопје.

Prasad, N, M., Maher, M.J. (2006). Evaluation of composted botanic materials as components of reduced peat growing media for nurse stock. In Proceedings of the international Conference ORBIT. Vol.,2 Germany: Weimar. pp, 401-407.

Prasad, M., O'Shea, J. (1999). Relative breakdown of peat and non-peat growing media. Acta Horticulturae 1999;401: 473-486.

Nurznski, J. (2006). The yield of greenhouse tomato grown in straw and rockwool. *Folia Horticulture* 2006;18(2): 17-23.

Nowak, J.S., Strojny, Z. (2003). Effect of different container media on the growth of gerbera. *Acta Hort.*, 608: 59-63.

Weber, R.H. (1963). Geologic features of the Socorro perlite deposit, In: Kuellmer FJ (ed.), *Guidebook of the Socorro region, New Mexico*, 14th Field Conference, New Mexico Geological Society, pp. 144-145.

Wilson, G.C.S. (1980). Perlite system of tomato production, *Acta Hort*, 99, 159-166.

Wallace, P. (2009). Bolen Perlite USGS Minerals Yearbook.

Wallace, P. (2009). Bolen Perlite USGS Minerals Yearbook United States Patent 494-497.

Wasseling, J.M., Van, W. (1957). Land drainage in relation to soil and crops, 1, Soil physical conditions in relation to drain depth, In: JD Luthin (Ed), *Drainage of agricultural land*, Am, Soc, Agron, Madison, WI, pp, 461-504.

Waller, P., Thornton C.R., Farley, D., Groenhof, A. (2008). Pathogens and other fungi in growing media constituents *Acta Hort.*, 779 pp. 361-365.

Waller, P.M., Harrison A.M. (1986). A rapid method for the assessment of air filled porosity and its relationship to other methods *Acta Hort.*, 178 (1986), pp. 107-114.

William, H., Hendershot, M.D. (1986). A simple barium chloride method for determining cation exchange capacity and exchangeable cations. *January Soil Science Society of America Journal* 50(3).

Thurn, L., Herrmann, F. (1955). *Die Untersuchung von Boden*. 3 Aufl, Neuman Verlag, Radabeuland, Berlin.

Fascella, G., Zizzo, G.V. (2009). Effect of Growing Media on Yield and Quality of Soilless Cultivated Rose. December *Acta horticulturae* 697(697 10.17660/ActaHortic.2005.697.15, pp, 133–138.

FAO Plant Production and Protection Paper. (1990). Soilless culture for horticultural crop production. FAO, Rome, 188 pp.

FAO. (2009). FAOSTAT statistical database. Rome. available at faostat.fao.org.

Fonteno, W.C. (1993). Problems & considerations in determining physical properties of horticultural substrates *Acta Hort.*, 342 pp. 197-204.

Fonteno, W.C., Harden, C.T. (2003). Procedures for Determining Physical Properties of Horticultural Substrates Using the NCSU Porometer Horticultural substrates laboratory, North Carolina State University, Rayleigh, USA. Pp, 3-23. https://www.ncsu.edu/project/hortsublab/pdf/porometer_manual.pdf (accessed 02.02.16.)

Fonteno, W.C., D.K. Cassel., Larson, R.A. (1981). Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:736-741.

Филиповски, Ѓ. (1974). Педологија. Второ и преработено издание. Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје. стр. 1 – 570.

Filipovski, G. (1982). Osnovne zakonitosti u geografiji zemljišta SR. Makedonije, *Zemljište i biljka*, vol.31, No. 2. Beograd.

Филиповски, Ѓ. Прадан, С. (1980). Карактеристики на ретенцијата на влагата во почвите на СР Македонија. МАНУ. Скопје.

Филиповски, Ѓ. (1993). Педологија. IV издание. Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје.

Филиповски, Ѓ. (1995). Почвите на Република Македонија. МАНУ. Скопје. Том I. стр. 1 - 257.

Филиповски, Ѓ. (1996). Почвите на Република Македонија. МАНУ. Скопје. Том II. стр. 11 – 55.

Филиповски, Ѓ. (1996). Почвите на Република Македонија. МАНУ. Скопје. Том III. стр. 130 - 213.

Филиповски, Ѓ., Ризовски, Р., Ристесовски, П. (1996). Карактеристики на климатско – вегетациско – почвените зони (региони) во Република Македонија. МАНУ. Скопје. стр. 1 – 119.

Филиповски, Ѓ. (2003). Деградација на почвите како компонента на животната средина во Република Македонија. МАНУ. Скопје. стр. 1- 348.

Филиповски, Ѓ. (2006). Класификација на почвите на Република Македонија. МАНУ. Скопје. стр. 1 – 337.

Филиповски, Ѓ., Спиоровски Ј., Сербиновски, К. (1968). Прилози кон педолошка основа на мелиоративното подрачје на Пелагонија. ЗИК пелагонија, Битола.

Olympios, C.M. (1992). Soilless media under protected cultivation, Rockwool, peat, perlite and other substrates, Acta Hort, 323,215-234.

Olle, M. Nagouajio, M., Simos, A. (2012). Vegetable quality and productivity as influenced by growing medium: A Review. Zemdirbyste Agriculture 2012;99(4): 399-408.

Olympios, C.M. (1993). The experience of soilless cultivation in Greece: A low cost NFT system for lettuce production. Proceedings, Regional consultative meeting on greenhouse production in the Mediterranean region, Agadir, November 15-17, pages 224-241.

Olympios, C.M., Kerkides, P., Diamantopolos, V., Grillas, E., Karpidis, C. (1994). Production of greenhouse tomatoes in five different inert porous materials. Crop-water relationship. Proceedings of international conference on land and water resources management in the Mediterranean Region. Vol.V 181-196.

Орлов, С. Д., Гришина, А. Л. (1981). Практикум по хемии гумуса. Издателство Московского университета. ISBN. UDK. 631. стр. 1 – 273.

Orhun, O. (1969). Perlite, Madencilik, 8(4), 213-222.

Ors, S., Anapali, O. (2010). Effect of soil addition on physical properties of perlite based media and strawberry cv, Camarosa plant growth, Scientific Research and Essays Vol, 5(22), pp, 3430-3433.

Perlite. (2011), USGS, Mineral Commodity Summaries.

Perlite Institute, (2009). Applications of Perlite, the versatile mineral, Available from: <http://www.perlite.org/library-perlite-info/PerliteWheel.pdf>, See also Sustainability fact sheet <http://www.perlite.com/SustainabilityFactSheet.pdf>. Преземено: 27 Nov 2017.

Perlite Institute www.perlite.org. Expanded perlite for turf and landscaping and conserving water with perlite. <http://www.schundler.com/turf.htm>. Преземено: 14 Ноември 2018.

Perlite Institute Inc (2009). Santa Ana, California. Research Report An Evaluation of Finer Perlite Grades. *Research Report. PERLITE. An Evaluation of Finer Perlite Grades.* PLANT GUIDE. Tests of peat/perlite mixtures were carried out in 1974 and repeated in 1977.

Puustjarvi, V. (1973). Peat and its use in horticulture, Turveteollisuusliitto ry, Publication 3.

Papadopoulos, A.M. (2005). State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments. *Energy Build.* 2005;37:77–86.

Panagiotis, M., Angelopoulos, D. I. (2013). Gerogiorgis and Ioannis Paspaliaris. Modeling expanded perlite production in a vertical electrical furnace. June 2013. Conference: 15th Balkan Mineral Processing Congress (XV BMPC). Volume: Proceedings of BMPC. Page.1-8.

Raja, R.M., Hall, D.A., Szmidi, R.A.K., Hitchon, G.M. (1991). Melon cultivation in organic and inorganic substrates, *Acta Hort.* 294, 105–108.

Raviv, M., Wallach, R., Silber, A., Bar-Tal, A. (2002). Substrates and their analysis, In D, Savvas & H, Passam, eds, *Hydroponic production of vegetables and ornamentals*, p, 25–102, Embrio publications, Athens, 463 pp.

Rotella, M., Simandl, G. (2003). Marilla perlite Volcanic glass occurrence, British Columbia, In *Geological Fieldwork 2002; Paper 2003-1; British Columbia Geological Survey: Vancouver, BC, Canada*, pp, 165–173.

Richards, L. Á. (1955): Retention and Transnêission of Water in *Soil*. Yearbook of Agriculture.

Resulović, H. (1971). Metode istraživanja fizičkih svojstva zemljišta, kni. V. JDZPZ, Belgrade.

Rainbow, A., Wilson, N. (1998). The transformation of composted organic residues into effective growing media *Acta Hort.*, 469 (1998), pp. 79-88.

Racz, Z. (1979). Primjena pedomehanickih parametara I meliorativnoj praksi I agrotehnickoj ekspoltaciji teskih, vetricnih tala Slavonije. *Zemjiste i bilka*, vol.28. No.3 Beograd.

Shackley, D., Allen, M.J. (1992). Perlite and the perlite industry, *Miner Indus Int* 1008:13–22, London: IMM.

Samartzidis, C., Awada, T., Maloupa, E., Radoglou, K., Constantinidou, I.A.H. (2005). Rose productivity and physiological responses to different substrates for soil-less culture, *Scientia Horticulturae* 106, 203-212.

Sprinkles, C., Bachman, G.R. (1999). Germination of woody plants using coir as a peat alternative, SNA Research Conference, 44.

Steffens, D., Hütsch, B., Eschholz, T., Lošák, T., Schubert, S. (2004) Waterlogging may inhibit plant growth primarily by nutrient deficiency rather than nutrient toxicity, *Plant Soil Environment* 2: 545-552.

Savvas, H., Passam, E. (2002). Hydroponic production of vegetables and ornamentals, pp, 25–102, Embriopublications, Athens, 463 pp.

Sodeyama, K., Sakka Y., Kamino Y. (1999). Preparation of fine expanded perlite.34, 2461–2468.

Schmilewski, G., Günther, J. (1988). An international comparative study on the physical and chemical analysis of horticultural substrates *Acta Hortic.*, 221, pp. 425-441.

Silber, A. (2008). Chemical characteristics of soilless media. M. Raviv, J.H. Lieth (Eds.), *Soilless Culture: Theory and Practice*, Academic Press, San Diego, USA (2008), pp. 209-244.

Stephan, K., Reese, A., Schwiebacher, W., Dohrmann, G., Grathoff, H. K. (2014). Porosity and distribution of water in perlite from the island of Milos, Greece. *Springerplus* 10.1186/2193-1801-3-598.

Selda, O., Omer, A. (2010). Effect of soil addition on physical properties of perlite based media and strawberry cv, Camarosa plant growth *Scientific Research and Essays* Vol, 5(22), pp, 3430-3433.

Stamm, J.W. (2007). Multi-function toothpastes for better oral health: a behavioural perspective. *Int Dental J.* 2007;57:1–13.

Спировски, Ј. (1965). Карактеристика на чернозем-смолниците, циметните и кафеавите горски почви во Кратовско. Годишен зборник на Земјоделско-Шумарскиот факултет на Универзитетот во Скопје, том XVIII, Скопје.

Škorić, A. (1991). *Sastav i svojstva tla. Sveučilišta u Zagrebu, Fakultet poljoprivredni znanosti. Zagreb.*

Tapia, M.L., Caro, J.M. (2009). Production of lettuce seedlings (*Lactucasativa*) in gran-ular rockwool and expanded perlite for use in hydroponics, *Cien, Inv, Agric*, 36, 401–410.

Uemura, Y., Nezu, S., Honda, H., Ohzuno, Y., Ilich K., Hatate Y. (1999). Inorganic Microballon Production from Shinju-Gan Using Entrained Bed Reactor, *Korean Journal of Chemical Engineering*, 16(6), 837-839.

Thomas, M.B., Spurway, M.I. (1998). A review of factors influencing organic matter decomposition and nitrogen immobilisation in container media *Comb. Proc. International Plant Propagator's Society*, 48 (1998), pp. 66-71.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2003). Toxicological Review of Hydrogen Sulfide (CAS No, 7783-06-4), Report EPA/635/R-03/005 in support of summary information on the Integrated Risk Information System (IRIS).

United States Environmental Protection Agency (USEPA). (1995b), Emission factor documentation for AP-42 Section 8,17: perlite processing, Perlite processing, In: AP-42, *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*, 5th ed, Vol, I, Chapter 11: Mineral products industry, Washington, DC: USEPA, 22 p, Available from: <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch11/bgdocs/b11s30.pdf>, [Last accessed 26 Nov 2013.

U.S. Geological Survey. (2013). Mineral commodity summaries 2013: U.S. Geological Survey, 198 p. Manuscript approved for publication ISBN 978–1–4113–3548–6

Hanna, H.Y., Smith, D.T. (2002). Recycling perlite for more profit in greenhouse tomatoes. *Louisiana Agr.* 45:9.

Harben, P. W., Bates, R.L., (1990). Industrial Minerals Geology and World Deposits. Metal Bulletin Inc., London pp, 312.

Хаџи Пецова, Ц. (2017). Цветкарство: Основи за производство и цветни култури. Универзитетски учебник. Универзитет Св. Кирил и Методиј- Скопје. Факултет за земјоделски науки и храна, 476-стр.

Hochmuth, G.J., Hochmuth, R.C. (2003). Keys to Successful Tomato and Cucumber Production in Perlite Media, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

Hochmuth, R., Leon, L.L., Crocker, T., Dinkins, D., Hochmuth, G. (1998). Evaluation of two soilless growing media and three fertilizer programs in outdoor bare root culture for strawberry in North Florida, Proc, Fla, State Hortic, Soc, 111, 341–344.

Hendershot, W.H, Duquette, M. (1986) A simple barium chloride method for determining cation exchange capacity and exchangeable cations. Soil Sci Soc Am J 50, 605-608.

Herskovitch, D., Lin I.J. (1995). Upgrading of raw perlite by a dry magnetic technique, Magnetic and Electrical Separation, Vol,7, pp,145-161.

Haber, Z. (1983). New aspects of peat utilization for cultivating ornamental plants in Poland, In: Recent Technologies in the Use of Peat, (Ed, G,W, Luttig), E, Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 23-27.

Handreck, B, (2005). Rapid assessment of the rate of nitrogen immobilisation in organic components of potting media, I, Method development, Commun, SoilSci, PlantAnal,23(3/4): 201–215.

Hillel, D. (1980). Application of soil physics. Department of Plant and Soil Sciences. Massachusetts, Academic press.

Handreck, K.A. Black N.D. (1994). Growing Media for Ornamental Plants and Turf UNSW Press, Sydney. Paperback pp,542.

Handreck. K. A. (2011). Container media: the Australian experience Acta Hortic., 891 pp. 287-295.

Huwig, A, Freimund, S, Käppeli, O, Dutler, H.(2001). Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. Journals and Books: Toxicology Letters Volume 122, Issue 2, 20 June 2001, pp, 179-18.

Hochmuth, G., D. Maynard, C. Vavrina, and E.Hanlon. (1991). Plant tissue analysis and interpretation for vegetable crops in Florida. Florida Coop. Ext. Serv. Spec. Ser. SS-VEC-42.

Henda, M. Shabbir, S. (2016). Gulf. Perlite. Manufacturers of Expanded Perlite For Horticultural Applications . pp,1-33.

Caron, J.C. (1999). Nkongolo Aeration in growing media: recent developments Acta Hortic., 481 pp. 545-551.

Carlile, W.R., Wilson, D.P. (1991). Microbial activity in growing media a brief review Acta Hortic., 294 (1991), pp. 197-206.

Cation Exchange Capacity of Mediums and Affects on Fertigation (2014). Discussion in 'General Indoor Growing' started by Protaiide.

Collins, L.Z, Naeni, M, Schäfer, F. (2005). The effect of a calcium carbonate/perlite toothpaste on the removal of extrinsic tooth stain in two weeks. Int Dental J. 2005;55:179–82.

Cody A.T., Julie, K.C., Bruce, B. (2009). Optimization of Soilless Media for Alkaline Irrigation Water. Hydroponics/Soilless Media. Paper 2.https://digitalcommons.usu.edu/cpl_hydroponics.

Celikel, G. (1999). Influence of re-using substrates on the yield and earliness of eggplant in soilless culture. Acta horticulturae 491(491):357-362.

Xu, H.L, Gauthier, L., Gosselin, A. (1995). Effects of fertigation management on growth and photosynthesis of tomato plants grown in peat, rockwool and NFT. Scientia Horticulturae;6(1-2): 11-20.

WRB, (2006). World Reference Base for soil resources. Diagnostic Horizons, Properties and Materials. Chapter 3. World Reference Base for Soil Resources. FAO, ISSS-AISS-IBG, IRSIC, Rome, Italy. p.p. 1 – 128.