

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Špela PRELOGAR POPIT

**OPTIČNE LASTNOSTI LISTOV NAVADNEGA
PLJUČNIKA**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij - 2. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Špela PRELOGAR POPIT

OPTIČNE LASTSNOTI LISTOV NAVADNEGA PLJUČNIKA

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij - 2. stopnja

OPTICAL PROPERTIES OF LEAVES OF COMMON LUNGWORT

M. Sc. THESIS

Master Study Programmes

Ljubljana, 2014

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študijskega programa 2. stopnje Strukturna in funkcionalna biologija na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Delo je potekalo na terenu na območju Rašice in v laboratoriju Katedre za ekologijo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je za mentorico magistrskega dela imenovala prof. dr. Alenko Gaberščik.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Aleš KLADNIK

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Alenka GABERŠČIK

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Mateja GERM

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora:

Magistrsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega magistrskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Špela Prelogar Popit

KLJUČNA INFORMACIJSKA DOKUMENTACIJA

- ŠD Du2
- DK UDK 581.5:538.958(043.2)=163.6
- KG pljučnik/*Pulmonaria officinalis*/optične lastnosti/listni vzorec/rastline podrasti
- AV PRELOGAR POPIT, Špela, univ. dipl. biol.
- SA GABERŠČIK, Alenka (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
- LI 2014
- IN OPTIČNE LASTNOSTI LISTOV NAVADNEGA PLJUČNIKA
- TD Magistrsko delo (Magistrski študij - 2. stopnja)
- OP X, 52 str., 6 preg., 21 sl., 4 pril., 49 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Navadni pljučnik (*Pulmonaria officinalis* L.) je rastlina podrasti z vzorčastimi listi. V magistrski nalogi smo poskušali ugotoviti, kako se optične lastnosti ter različne morfološko-anatomske in biokemijske lastnosti navadnega pljučnika spreminjajo z olistanjem drevesnih krošenj in kako so te lastnosti povezane med sabo. Ugotavljali smo tudi ali se te lastnosti razlikujejo tudi med svetlejšimi in temnejšimi deli lista. Merili smo presevnost in prosojnost od 280 do 887 nm valovnih dolžin, debelino celotnega lista in posameznih tkiv, debelino kutikule, gostoto in dolžino trihomov in listnih rež, vsebnost klorofila *a* in *b*, karotenodiov, antocianov, UV absorbirajočimi snovmi. Meritve smo izvajali junija in avgusta 2013 ter aprila in maja 2014. Ugotovili smo, da je za izgled temnejših delov odgovorna večja količina klorofila *a*, debelejša stebričasto tkivo in manjša odbojnost, nismo pa opazili razlik v organizaciji tkiva med svetlejšimi in temnejšimi deli. Dokazov, da so temnejši deli bolj prilagojeni za izkoriščanje svetlobe za fotosintezo v bolj osenčenem okolju, svetlejši pa so bolj zaščiteni pred škodljivimi vplivi sončnega sevanja, nismo našli. Ravno tako nismo mogli dokazati, da bi poletni vzorci kazali večjo prilagojenost na nižjo intenziteto svetlobe v primerjavi s spomladanskimi. So pa listi kazali prilagoditve na spreminjanje spektralnih lastnosti svetlobe; majski vzorci so imeli večje vsebnosti snovi, ki ščitijo pred škodljivimi učinki UV svetlobe.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du2
- DC UDK 581.5:538.958(043.2)=163.6
- CX lungwort/*Pulmonaria officinalis*/optical properties/variegated leaves/undersotry plant
- AU PRELOGAR POPIT, Špela, univ. dipl. biol.
- AA GABERŠČIK, Alenka (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
- PY 2014
- TY OPTICAL PROPERTIES OF LEAVES OF COMMON LUNGWORT
- DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)
- NO X, 52 p., 6 tab., 21 fig., 4 ann., 49 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Common lungwort (*Pulmonaria officinalis* L.) is an understory plant with variegated leaves. We tried to determine how optical properties and different morphological, anatomical and biochemical properties of common lungwort are related with canopy dynamics. We also investigated if lighter and darker parts of leaves differ in these properties, too. We measured reflectance and transmittance spectra (280 nm and 887 nm), whole leaf thickness, thickness of different leaf tissues, length and density of trichomes and stomata, chlorophyll *a* and *b*, carotenoids, anthocyanins and UV absorbing compound contents. All measurements were performed in June and August 2013 and in April and May 2014. We found out that some parts of leaves appeared darker due to larger content of chlorophyll *a*, thicker palisade tissue and lower reflectance while differences in the organization of tissue in lighter parts of leaves were not confirmed. In addition, we did not show that darker parts had higher photosynthetic efficiency in low light intensity environment and that lighter ones are more protected from deleterious effect of light. Better adaptation of summer samples to lower light intensities was not observed. However leaves did show adaptations to different light quality; there were higher contents of UV protecting substances in May samples.

KAZALO VSEBINE

| | |
|---|-------------|
| KLJUČNA INFORMACIJSKA DOKUMENTACIJA | III |
| KEY WORDS DOCUMENTATION..... | IV |
| KAZALO PRELGLEDNIC..... | VIII |
| KAZALO SLIK | IX |
| SLOVARČEK..... | X |
| 1 UVOD | 1 |
| 1.1 CILJI..... | 1 |
| 1.2 HIPOTEZE | 1 |
| 2 PREGLED OBJAV | 2 |
| 2.1 KAJ JE SVETLOBA | 2 |
| 2.2 SVETLOBA IN MORFOLOŠKO-ANATOMSKE LASTNOSTI | 3 |
| 2.2.1 Pot svetlobe skozi list..... | 3 |
| 2.2.1 Trihomi..... | 4 |
| 2.2.2 Kutikula..... | 6 |
| 2.2.3 Zgornja in spodnja povrhnjica..... | 6 |
| 2.2.4 Mezofil | 7 |
| 2.3 SVETLOBA IN BIOKEMIJSKE LASTNOSTI | 7 |
| 2.3.1 Klorofil..... | 7 |
| 2.3.2 Karotenoidi..... | 8 |
| 2.3.2 Antociani..... | 8 |
| 2.3.3 UV absorbirajoče snovi..... | 8 |
| 2.4 SVETLOBNE RAZMERE V PODRASTI LISTOPADNEGA GOZDA ZMERNOTOPLEGA PASU | 9 |
| 2.5 POJAV LISTOV Z VZORCI | 10 |
| 2.6 VPLIV SVETLOBNEGA OKOLJA NA LASTNOSTI LISTOV | 11 |
| 2.6.1 Morfološko-anatomske prilagoditve | 11 |
| 2.6.2 Biokemijske razlike | 11 |

| | |
|--|-----------|
| 3 METODE IN MATERIALI | 12 |
| 3.1 OPIS PREISKOVANE RASTLINE | 12 |
| 3.3 MERITVE PRESEVNOSTI IN ODBOJNOSTI LISTA..... | 13 |
| 3.4 POSTOPEK ANALIZE BIOKEMIJSKIH LASTNOSTI..... | 14 |
| 3.4.1. Analiza količine klorofila <i>a</i> in <i>b</i> ter karotenoidov | 14 |
| 3.4.2 Postopek analize količine antocianov | 14 |
| 3.4.3 Postopek analize vsebnosti UV absorbirajočih snovi | 15 |
| 3.5 DOLOČEVANJE MASE | 15 |
| 3.7 MERJENJE ANATOMSKIH STRUKTUR LISTA | 16 |
| 3.8 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV | 16 |
| 4 REZULTATI..... | 17 |
| 4.1 ODBOJNOST IN PRESEVNOST | 17 |
| 4.1.1 Razlike v odbojnosti med svetlejšimi in temnejšimi deli ter med obdobji | 17 |
| 4.1.2 Razlike v presevnosti med temnejšimi in svetlejšimi deli in obdobji..... | 21 |
| 4.1.3 Splošne razlike v presevnosti in odbojnosti..... | 23 |
| 4.1.4 Povezava odbojnosti z drugimi lastnostmi | 23 |
| 4.1.5 Povezava presevnosti z drugimi lastnostmi..... | 24 |
| 4.2. POVEZAVE ZNOTRAJ MOFROLOŠKO-ANATOMSKO-BIOKEMIJSKIH LASTNOSTI..... | 26 |
| 4.3 RAZLIKE MED SVETLEJŠIMI IN TEMNEJŠIMI DELI LISTA | 26 |
| 4.3.1 Anatonsko - morfološke razlike | 26 |
| 4.3.2 Biokemijske razlike | 31 |
| 4.3.3 Fiziološke razlike | 36 |
| 4.4.3 VIZUALNA PRIMERJAVA SVETLEJŠIH IN TEMNEJŠIH DELOV | 37 |
| 4.4 RAZLIKE MED OBDOBJI | 38 |
| 5 RAZPRAVA..... | 41 |
| 5.1 RAZLIKE MED SVETLEJŠIMI IN TEMNEJŠIMI DELI | 41 |
| 5.2 POVEZAVA PRESEVNOSTI IN ODBOJNOSTI Z DRUGIM LASTNOSTMI | 42 |
| 5.2.1 Trihomi | 42 |
| 5.2.2 Debelina kutikule | 43 |

| | |
|--|-----------|
| 5.2.3 Debelina zgornje povrhnjice..... | 43 |
| 5.2.4 Debelina stebričastega tkiva | 43 |
| 5.2.5 Vsebnost barvil in UV absorbirajočih snovi | 43 |
| 5.3 RAZLIKE MED OBDOBJI | 44 |
| 5.3.1 Razlike v presevnosti in odbojnosti..... | 44 |
| 5.3.2 Anatomske, morfološke in biokemijske lastnosti..... | 44 |
| 6 SKLEPI..... | 46 |
| 7 POVZETEK | 47 |
| 8 VIRI | 49 |
| ZAHVALA | |
| PRILOGA | |

KAZALO PREGLEDNIC

| | |
|--|----|
| Pregl. 1: Meteorološke meritve v obdobju zajemanja vzorcev (ARSO, 2014) | 13 |
| Pregl. 2: Razlike v odbojnosti v posameznih spektrih svetlejših delov v različnih obdobjih.. | 19 |
| Pregl. 3: Statistične razlike v odbojnosti v posameznih spektrih temnejših delov v različnih obdobjih..... | 20 |
| Pregl. 4: Statistične razlike presevnosti v posameznih spektrih med različnimi obdobjih pri temnejših listih..... | 22 |
| Pregl. 5: Statistične razlike presevnosti v posameznih spektrih med različnimi obdobji pri svetlejših delih lista | 23 |
| Pregl. 6: Parametri temnejših delov lista, ki se razlikujejo med posameznimi obdobji | 38 |

KAZALO SLIK

| | |
|---|-----|
| Sl. 1: Prečni prerez zelenega lista navadnega pljučnika..... | 3 |
| Sl. 2: Prečni prerez lista navadnega pljučnika..... | 5 |
| Sl. 3: Žlezni trihom na listu navadnega pljučnika, list cavlisa... .. | 5 |
| Sl. 4: Grafi odbojnosti svetlejših in temnejših delov lista navadnega pljučnika | 17 |
| Sl. 5: Grafi presevnosti svetlejših in temnejših delov lista navadnega pljučnika..... | 21 |
| Sl. 6: Graf redundančne analize odbojnosti..... | 24 |
| Sl. 7: Graf redundančne analize presevnosti | 25 |
| Sl. 8: Razlike v dolžini kratkih trihomov na adaksialni strani lista med temnejšimi in svetlejšimi deli listov navadnega pljučnika v različnih obdobjih..... | 26 |
| Sl. 9: Razlike v dolžini listnih rež temnejših in svetlejših delov lista na abaksialni strani listov temnejših in svetlejših delov listov navadnega pljučnika v različnih obdobjih.... | 277 |
| Sl. 10: Razlike v gostoti kratkih trihomov temnejših in svetlejših delov lista na adaksialni strani listov navadnega pljučnika v različnih obdobjih. | 28 |
| Sl. 11: Razlike v dolžini stebričastega tkiva temnejših in svetlejših delov lista navadnega pljučnika v različnih obdobjih..... | 29 |
| Sl. 12: Razlike v debelini zgornje povrhnjice temnejših in svetlejših delov lista navadnega pljučnika v različnih obdobjih..... | 30 |
| Sl. 13: Razlike v količini UV absorbirajočih snovi temnejših in svetlejših delov lista navadnega pljučnika v različnih obdobjih..... | 31 |
| Sl. 14: Razlike v količini UV-B absorbirajočih snovi temnejših in svetlejših delov lista navadnega pljučnika v različnih obdobjih..... | 32 |
| Sl. 15: Razlike v količini klorofila a (mg/cm ²) temnejših in svetlejših delov listov navadnega pljučnika v različnih obdobjih..... | 33 |
| Sl. 16: Prikaz razmerja med klorofiloma a in b v svetlejših in temnejših delih listov navadnega pljučnika..... | 34 |
| Sl. 17: Razlike v količini karotenoidov (mg/cm ²) temnejših in svetlejših delov listov navadnega pljučnika v različnih obdobjih..... | 35 |
| Sl. 18: Dejanska fotokemična učinkovitost pri temnejših in svetlejših delih lista navadnega pljučnika tako v senci kot tudi na soncu..... | 36 |
| Sl. 19: Potencialna fotokemična učinkovitost temnejših in svetlejših delih listov navadnega pljučnika tako v senci kot tudi na soncu..... | 36 |
| Sl. 20 in 21: Slika levo prikazuje prečni prerez svetlejšega dela lista navadnega pljučnika 9 v aprilskem obdobju, slika desno pa prečni prerez temnejšega dela istega lista | 37 |

SLOVARČEK

PAR-photosynthetically active radiation - fotosintezno aktivno sevanje (400-700 nm)

NIR-near infra red radiation – sevanje v bližini infrardeče svetlobe (700-887 nm)

Cavlis- steblo, na katerem se razvijejo manjši listi

SD- standardna deviacija

N-število meritev

VIS- vidna svetloba (400-700 nm)

1 UVOD

Optične lastnosti listov so pogost predmet raziskovanja, saj je njihovo poznavanje zelo koristno na številnih področjih. Tako npr. pripomore k razumevanju delovanja fotosinteze (Vogelmann, 1993), na podlagi optičnih lastnosti lahko s pomočjo satelitskih slik določimo vrste rastlinskih sestojev (Knapp in Carter, 1998), vsebnost vode in hranil (Baltzer in Thomas, 2005), stres in količino klorofila (Carter in Knapp, 2001) ter količine drugih biokemijskih lastnosti (Sims in Gamon, 2002), povezane pa so tudi z morfologijo in anatomijo lista (Wolly, 1971). Ker sta odbojnost in presevnost posledica medsebojnega vpliva vseh naštetih in še mnogih drugih dejavnikov, je pomembno, da poleg meritev presevnosti in odbojnosti opravimo še druge meritve in jih povežemo s tema lastnostma.

Navadni pljučnik (*Pulmonaria officinalis* L.) je kot rastlina podrasti zanimiv za preučevanje, saj tekom leta požene več generacij listov, ki so prilagojeni na različne svetlobne razmere. Na začetku rasti so prilagojeni na svetlobo odprte pokrajine, potem pa se čedalje bolj prilagajajo senci, ki jo delajo drevesne krošnje (Larcher, 1995, str. 110). Ta rastlina ima še eno posebnost, ki je značilna za rastline podrasti: na listih se pojavljajo svetle lise (Tsukaya s sod. 2004; Konoplylova s sod. 2008; La Roca s sod. 2014; Esteban s sod., 2007).

1.1 CILJI

Naš namen je bil odkriti razlike med svetlobnimi razmerami na osenčenem rastišču poleti, ko so krošnje dreves olistane in osončenim rastiščem spomladi, ko so drevesne krošnje neolistane. Želeli smo ugotoviti tudi povezavo med optičnimi in fizičnimi lastnostmi listov, ki so v teh obdobjih prisotni, tako na ravni anatomije kot tudi na ravni morfologije ter vsebnosti barvil (klorofila *a* in *b* ter karotenoidov) in UV-absorbirajočih snovi. Zanimalo nas je, kako so te lastnosti povezane med sabo. Poleg tega smo želeli ugotoviti, kakšno vlogo imajo svetle lise na listih pljučnika. Zato nas je poleg ostalih merjenih lastnosti zanimal še fiziološki odziv, dejanska in potencialna fotokemična učinkovitost svetlejših in temnejših delov.

1.2 HIPOTEZE

Predvidevamo, da je različna obarvanost listov povezana z učinkovito izrabo svetlobe, ki temelji na optičnih lastnostih listov. Naša naslednja hipoteza je, da je barva lis posledica strukturne obarvanosti (Esteban s sod., 2007), zato pričakujemo, da bomo opazili razlike med organizacijo različnih tkiv med svetlejšimi in temnejšimi deli listov. Predpostavljamo tudi, da bodo listi, ki se razvijejo spomladi, imeli podobne lastnosti, kot jih najdemo pri rastlinah, ki rastejo na bolj sončnih območjih, medtem ko bodo listi, razviti v poletnem času, ko se drevesne krošnje zarastejo, bolj podobni listom rastlin, ki uspevajo na bolj senčnih območjih.

2 PREGLED OBJAV

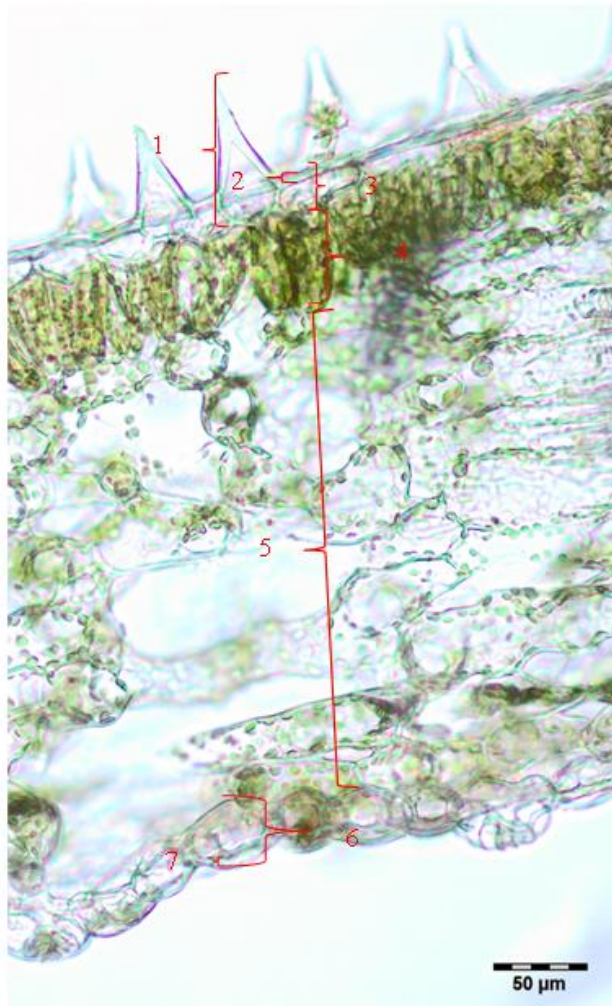
2.1 KAJ JE SVETLOBA

Svetloba je elektromagnetno valovanje, ki ima pomemben vpliv na živa bitja. Njen vpliv na fotosintezo je odvisen od valovne dolžine tega valovanja (Taiz in Zeiger, 2010, str. 168). Za nas so bile pomembna naslednja območja svetlobe: UV-B (280-320 nm), UV-A (320-400 nm), vidna svetloba (400-700 nm), znana tudi kot PAR (Photosynthetic active radiation – fotosintezno aktivno sevanje) in NIR (near infra red – bližnja infrardeča svetloba) (700-887 nm).

Ko svetloba pade na list, se lahko odbije, se absorbira ali pa preseva skozenj. Večina svetlobe se absorbira, saj se absorbira 60-80 % PAR, delež pa je odvisen predvsem od koncentracije klorofilov in karotenoidov (Larcher, 1995, str. 50). Delež odbite svetlobe je bolj variabilen (lahko je 3-40 %) in je odvisen od zgradbe lista in njegove debeline. Največjo odbojnost ima infrardeča svetloba, nanjo vpliva količina vode v listu in znotrajcelične strukture oz. meja med hidriranimi in zračnimi prostori znotraj celice (Knipling, 1970; Slaton s sod., 2001 citirano po Baltzer in Thomas, 2005). Povprečna odbojnost lista na področju vidne svetlobe je 6-10 %, tako majhna je zaradi velike absorpcije barvil v tem delu spektra (Wooly, 1971). Znotraj vidne svetlobe pa ima najmanjšo odbojnost rdeče-oranžna (3-10 %), največjo pa zelena (10-20 %). Majhno odbojnost ima tudi NIR (Larcher, 1995, str. 50). Določeni deli spektra svetlobe pa sploh ne vstopijo v celice, temveč se odbijejo neposredno od površine lista, zato barvila in voda v listu nanje ne vplivajo, največji vpliv imajo predvsem trihomi in voski v kutikuli (Billings in Morris, 1951). Največjo presevnost ima svetloba zelene in NIR valovne dolžine (Larcher, 1995, str. 52). Na rastlino ima zelo velik vpliv UV svetloba, saj povzroča mutacije v DNA in oksidativni stres (Taiz in Zeiger, 2010, str. 379).

2.2 SVETLOBA IN MORFOLOŠKO-ANATOMSKE LASTNOSTI

2.1.1 Pot svetlobe skozi list



Slika 1: Prečni prerez zelenega lista navadnega pljučnika (Prelogar Popit, 2013)

Slika 1 prikazuje dele lista skozi katere potuje svetloba; junij, list A: 1-kratek nežlezni trihom, 2-zgornja kutikula, 3- zgornja povrhnjica, 4-stebričasto tkivo, 5-gobasto tkivo, 6- spodnja povrhnjica, 7- spodnja kutikula

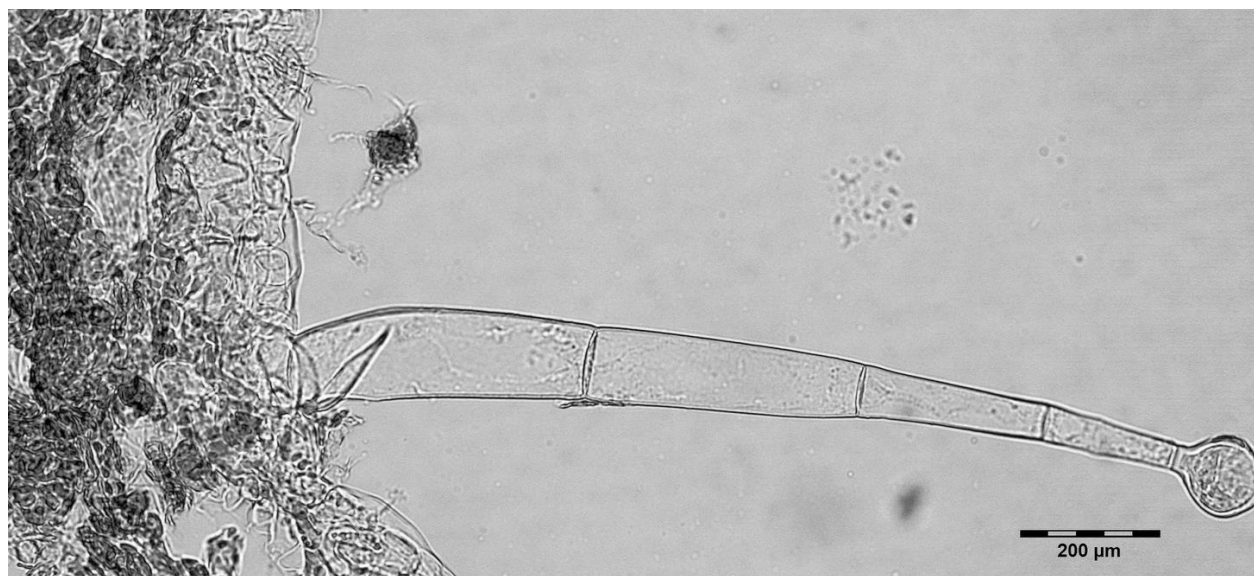
Prva ovira svetlobe, ki pade na list, so trihomi, sledi kutikula, zgornja povrhnjica, stebričasto tkivo in gobasto tkivo, ki skupaj predstavljata mezofil in spodnja povrhnjica.

2.2.1 Trihomi

Pri navadnem pljučniku je sončna svetloba najprej v stiku s trihomi -to so izrastki povrhnjice v obliki dlačic (Raven s sod., 2005, G1-G26). So zelo raznolike tvorbe gleda na dolžino, obliko, vsebnosti snovi, vlogo, ki jo imajo, in načina razporeditve ter gostoto, ki se lahko spreminja celo pri isti rastlini tekom različnih razvojnih faz. Čeprav je dlakavost značilna lastnost rastlin suhih območij, je pogosta tudi pri vrstah, ki rastejo v podrasti listopadnih gozdov (Johnson, 1975), med katere spada tudi navadni pljučnik. Najpomembnejša vloga trihomov je preprečevanje izhlapevanja vode zaradi zadrževanja plasti zraka ob površini lista, druge vloge trihomov na listih pa so še odvrčanje plenilcev, zajedalcev in patogenih organizmov (Johnson, 1975). Poleg tega pri kopenskih rastlinah odločilno vplivajo na vodoobojnost in odcednost lista, kar je zelo pomembno, saj lahko vodne kapljice zaradi svoje oblike delujejo kot leča in lahko 20 - krat povečajo moč svetlobe, ki pade na točko (Brewer s sod., 1991). Poraščenost s trihomi ima vpliv na odbojnost lista, pa tudi na absorpcijo UV svetlobe (Larcher, 1995, str. 48). Vloga trihomov je lahko pri tem posredna, saj naj bi v njih prihajalo do tvorjenja različnih spojin kot so npr. fenoli (Johnson, 1975), ali pa celo direktna, saj v trihomih nekaterih rastlin fenolne spojine tudi ostanejo in pripomorejo k absorpciji UV-absorbirajočih spojin (Karabourniotis, 1992). Trihomi lahko odbijajo tudi svetlobo v vidnem spektru (Grant, 1987, citirano po Sims in Gamon, 2002), kar pomeni, da lahko s tem zmanjšajo stopnjo fotosinteze. Njihov odboj svetlobe v infrardečem spektru je bolj variabilen, vendar vsaj v nekaterih primerih pomemben. Z odbojem učinkovito znižujejo temperaturo lista, kar pomembno vpliva na učinkovitost fotosinteze (Ehleringer in Mooney, 1978). Trihomi so zelo raznoliki, k čemer je med drugim pripomogla koevolucija z različnimi organizmi, zaradi česar so raznolike tudi njihve vloge. Zato se včasih zgodi, da so te lahko drgače kot bi pričakovali (Johnson, 1975).



Slika 2: Prečni prerez lista navadnega pljučnika, kratek trihom označen z 1 in dolg trihom označen z 2 (Prelogar Popit, 2013)



Slika 3: Žlezni trihom na listu navadnega pljučnika, list cavlisa (Prelogar Popit, 2013)

2.2.2 Kutikula

Naslednja ovira, na katero naredi svetloba na svoji poti, je kutikula. To je zunajcelični hidrofobni izloček celic povrhnjice, sestavljen iz kutina in voskov (Yeats in Rose, 2013). Slednji povečajo odbojnost skozi ves vidni spekter, pa tudi v NIR (Clark in Lister, 1975). Njena glavna naloga je zaščita rastline pred dejavniki iz okolja. Tako rastlino ščiti pred patogenimi organizmi, veže prašne delce, ki bi lahko škodovali rastlini in nenazadnje ščiti rastlino pred UV žarki, saj se v kutikulo nalagajo različne fenolne spojine, ki absorbirajo UV svetlobo, hkrati pa v veliki meri prepuščajo fotosintezno aktivne valovne dolžine svetlobe (Yeats in Rose, 2013). V obdobju, ko je svetloba omejena, lahko kljub temu nekoliko omejuje fotosintezo (Pfündel s sod., 2006). Kutikula del svetlobe tudi odbija, vendar v zelo različnih deležih, večinoma pa gladka kutikula ne odbije več kot 10 % svetlobe (Yates in Rose, 2013). Povečanje debeline kutikule in sprememba njene sestave spremeni odbojne lastnosti lista (Baltzer in Thomas, 2005).

2.2.3 Zgornja in spodnja povrhnjica

Povrhnjica je plast, ki jo sestavljajo večinoma relativno nediferencirane celice, tesno strnjene druga ob drugo, ki tkivu v sedici lista nudijo mehansko zaščito (Raven s sod., 2005, str. 523). Zgornja povrhnjica se nekoliko razlikuje od spodnje, ker je navadno bližje viru svetlobe.

Celice zgornje povrhnjice so prosojne - v njih ni fotosinteznih barvil, pogosto so lečaste oblike. To jim omogoči, da svetlobo zberejo in usmerijo. Tako je svetloba, ki prodre v mezofil, običajno 2-3 – krat bolj koncentrirana od svetlobe, ki pada na površino lista. Še posebej značilna je ta oblika celic za rastline, ki rastejo v bolj senčnem okolju. Taka oblika celic naj bi namreč omogočala izrabo tudi bolj razpršene svetlobe, hkrati pa omogočala minimalno odbojnost, do katere pride, ko se svetloba lomi pod nizkimi koti. Za svetlobo v podrasti je namreč značilno, da je bolj razpršena, ker potuje skozi krošnje. Hkrati taka ukrivljenost celic omogoči lom svetlobe, zato ta prepotuje daljšo pot, s čimer se poveča verjetnost, da vstopi v kloroplast (Vogelmann s sod., 1996). Povrhnjica pa ima še številne druge vloge. List tudi ščiti pred škodljivimi učinki svetlobe, predvsem tistimi krajše valovne dolžine. Pogosto se v njej nahajajo zaščitna barvila antociani, ki pa jih najdemo tudi v mezofilu, včasih celo v trihomih (Steyn s sod., 2002). Pri rastlinah podrasti pa jih lahko najdemo celo v spodnji povrhnjici, kjer naj bi plast antocianov omogočala večjo fotosintezno učinkovitost zaradi podaljšanja poti svetlobe v listu, ki se odbije od spodnje povrhnjice (Lee s sod., 1979). Spodnja povrhnjica se od zgornje razlikuje tudi po tem, v njej najdemo listne reže, ki omogočijo učinkovitejši vnos CO₂ v list, da lahko sodeluje v procesu fotosinteze. Pri tem se skozi listne reže izgubi 90 % vse vode, ki jo rastline izgubijo z izhlapevanjem. Iz tega razloga mora biti zapiranje listnih rež natančno uravnavno. Rastline imajo odprte reže, ko imajo na voljo dovolj vode in svetlobe. Znano je, da odprte listnih rež sproži modra svetloba, kar igra pomembno vlogo zjutraj in med sončnimi lisami (Raven s sod., 2005, str. 670).

2.2.4 Mezofil

Mezofil lahko delimo na stebričasto tkivo na adaksialni strani lista in gobasto tkivo na abaksialni strani lista. To sta tkivi v katerih se vrši fotosinteza, saj se tu nahajajo kloroplasti (Uno s sod., 2010, str. 212).

Stebričasto tkivo sestavljajo celice v obliki pokončnih kvadrov, tesno strnjene ena ob drugi, z veliko kloroplasti in malo zračnega prostora (5-20 %), medtem ko so celice gobastega tkiva bolj narazen, v njih kloroplasti niso nameščeni tako gosto, v tkivu pa 50-80 % prostora zavzemajo medcelični prostori (Wooly, 1971). Prvo ojača prodor neposrednih sončnih žarkov, kar je še posebej pomembno v obdobjih, ko je rastišče neposredno osvetljeno (Vogelmann s sod., 1993), v tem tkivu se odvije tudi večji del fotosinteze (Raven s sod., 2005, str. 564).

Gobasto tkivo ima malo drugačno vlogo. Sipa svetlobo in zato precej poveča pot, ki jo mora prepotovati foton in s tem verjetnost, da reagira s klorofilom (Vogelmann s sod., 1996). Glavna vloga tega tkiva je izmenjava plinov v listu; velik delež medceličnih prostorov omogoča, da ima ogljikov dioksid, nujno potreben za fotosintezo, prost dostop do vseh celičnih plasti (Uno s sod., 2002, str. 213).

Optične lastnosti lista so zelo odvisne od oblike celic (Terashima and Saeki, 1983; Vogelmann and Martin, 1993; DeLucia s sod., 1996 citirano po Baltzer in Thomas, 2005), vendar pa anatomija mezofila ni edina lastnost, ki je pomembna za odziv lista na svetlobo. K temu pomembno pripomorejo tudi razporeditev kloroplastov, aktivnost različnih encimov, npr. encima RubisCo ter vsebnost barvil (Lambers, 1998, str. 41,43).

2.3 SVETLOBA IN BIOKEMIJSKE LASTNOSTI

2.3.1 Klorofil

Klorofili so fotosintezna barvila, ki jih najdemo v vseh fotosinteznih organizmih (Taiz in Zeiger, 2010, str. 166). Absorbirajo svetlobo vidnih valovnih dolžin (Raven s sod., 2005, str. 120), pa tudi UV svetlobo, ki jo oddajo kot fluorescenco (Bilger s sod., 2001). Klorofili imajo največjo absorpcijo pri valovnih dolžinah 400-500 in 600-700 nm, v območju rdeče-oranžne in vijolično-modre svetlobe. Zaradi tega ti dve valovni dolžini igrata najpomembnejšo vlogo pri fotosintezi. Pri rastlinah najdemo v kloroplastih dve različici klorofila; klorofil *a* in *b*, ki imata nekoliko različnih absorpcijskih vrh; klorofil *a* ima največjo absorpcijo pri 430 in 662 nm, klorofil *b* pa je barvilo z maksimalno absorbanco pri 435 in 642 nm. Pojavlja se v nižjih koncentracijah kot klorofil *a* (Uno s sod., 2001, str. 234). Medtem ko je klorofil *a* primarno fotosintezno barvilo, je klorofil *b* pomožno barvilo, kar pomeni da slednji zbrano energijo prenese prvemu (Raven s sod., 2005, str. 120).

2.3.2 Karotenoidi

Pomožna barvila so tudi karotenoidi, med njihove vloge pa spada tudi zaščita organizma pred prostimi radikali (Raven s sod., 2005, str. 121) in pred UV-B sevanjem (Middleton in Teramura, 1993). Največ svetlobe absorbirajo v območju med 460 in 550 nm valovne dolžine, odbijejo pa v oranžnem in rumenem spektru (Uno s sod., 2001, str. 235). Koncentracije klorofila in karotenoidov imajo največji vpliv na absorpcijo in posledično tudi na odbojnost lista (Larcher, 1995, str. 50), vendar pa večja učinkovitost pri izrabi svetlobnega sevanja povzroči tudi večjo občutljivost na močno sevanje. V tem primeru dobi list več fotokemične energije, kot jo lahko porabi v fotosintezi, zaradi česar lahko pride do manjše asimilacije (fotoinhibicija), še močnejša svetloba pa lahko povzroči razpad fotosinteznega aparata in tilakoid (fotopoškodbe). Do fotoinhibicije in fotopoškodb lahko pride tudi v primeru, ko je fotosinteza onemogočena zaradi predhodnega stresa in hkrati izpostavljena sončnemu sevanju (Larcher, 1995, str. 357). Zato imajo rastline poleg asimilacijskih barvil, tudi takšne, ki zmanjšujejo negativne učinke sevanja.

2.3.2 Antociani

To so glikozidna barvila, ki spadajo med flavonoide (Taiz in Zeiger, 2010, str. 379). So nefotosintezna barvila, ki tekmujejo s fotopigmenti za protone v procesu fotosinteze, poleg tega se za izdelavo teh snovi iz njihovih predhodnikov porablja energija, zato so za rastlino metabolno velik strošek. Njihova vloga je zaščita rastlin pred fotoinhibicijo in drugimi vrstami stresa (Chalker-Scott, 1999). Znano je, da absorbirajo tudi UV-B svetlobo, zato jim pripisujejo tudi vlogo zaščite pred UV-B sevanjem, vendar so učinkovita le v velikih količinah in manj uspešno kot flavonoidi (Pfundel s sod., 2006).

2.3.3 UV absorbirajoče snovi

UV absorbirajoče snovi spadajo med flavonole (Rozema s sod., 2002) za katere je znano, da absorbirajo svetlobo in s tem ščitijo spodnje plasti lista pred UV svetlobo (Pfundel s sod., 2006), ki povzroča mutacije v DNA in oksidativni stres (Taiz in Zeiger, 2010, str. 379), hkrati pa minimalno absorbirajo fotosintezno aktivne svetlobne dolžine (Day s sod., 1992; Cladwell s sod., 1983, citirano po Holmes in Keiller, 2002). Zeleni listi namreč večino UV svetlobe absorbirajo, smo majhen del (okrog 5 %) odbijejo, skozi njih pa je ne proseva skoraj nič (Larcher, 1995, str. 50, 52). Na njihovo tvorbo vpliva prisotnost UV svetlobe (Taiz in Zeiger, 2010, str. 279). Nahajajo se lahko v trihomih (Karabourniotis, 1992), veliko jih najdemo tudi v celicah zgornje povrhnjice (Pfundel s sod., 2006).

2.4 SVETLOBNE RAZMERE V PODRASTI LISTOPADNEGA GOZDA ZMERNOTOPLEGA PASU

Svetloba je v podrasti najpomembnejši dejavnik, ki omejuje rast in razmnoževanje rastlin (Chazdon in Pearcy, 1991). Zaradi dinamičnih sprememb v krošnjah zgornjih plasti gozda pride med letom do sprememb v količini svetlobe, ki prodre do podrasti. V začetku pomladi so rastline neposredno izpostavljene sončnim žarkom, medtem ko kasneje pride do strmega zmanjšanja sončnega sevanja zaradi razvoja listov v krošnjah dreves, nato večji deli rastne sezone prevladuje temna senca, medtem ko se jeseni razsvetljenost spodnje plasti postopno povečuje zaradi senescence listov zgornjih plasti (Rothstein in Zak, 2001). Še preden se v drevesnih krošnjah pojavijo listi, je v podrasti kakovost in jakost svetlobe podobna kot v odprti pokrajini, le debla in veje jo nekoliko zasenčijo. Tudi razmerje med svetlobnimi spektri, ki dosežejo podrast je drugačno kot v obdobju olistanosti; geometrijsko povprečje presevnosti UV sevanja dreves pred olistanjem je 30 % (Brown s sod., 1994).

V obdobju, ko je zgornja plast gozda popolnoma olistana, prodre do spodnje plasti le 0,5-5 % procentov sončne svetlobe od svetlobe, ki pade na zgornjo plast krošenj (Rothstein in Zak, 2001). Ta svetloba ima nizko jakost, vsebuje malo fotosintezno aktivnih valovnih dolžin, od teh je na voljo predvsem rdeča svetloba oz. NIR (Federer in Tanner, 1966). Skozi drevesne krošnje namreč preseva svetloba z večjim deležem svetlobe valovne dolžine pod 500 nm in nad 800 nm (Larcher, 1995, str. 52), geometrijsko povprečje presevnosti pa je 1-2 %. Delež UV svetlobe v podrasti je takrat zelo majhen, saj jo velik del absorbirajo drevesne krošnje (Brown s sod., 1994).

Vendar pa je tudi v času olistanosti krošenj podrast izpostavljena zelo dinamičnim spremembam svetlobe. Večinoma prevladuje manjša jakost razpršene svetlobe, ki jo prekinjajo relativno kratki, precej nepredvidljivi prodori sončnih žarkov skozi plast krošenj, za katere je značilna precej visoka jakost (Rothstein in Zak, 2001). Ta pojav imenujemo pojav sončnih lis in do njega pride zaradi različnih vpadnih kotov svetlobe, kot posledice navideznega premikanja sonca po nebu, zaradi premikov krošenj kot posledice vetra, premikanja oblakov in drugih vzrokov (Chazdon in Pearcy, 1991). Variabilnost sončnih lis je zelo velika; v relativno redkih iglastih gozdovih lahko trajajo več kot uro (Smith s sod., 1989; citirano po Chazdon in Pearcy, 1991), medtem ko so v tropskih gozdovih večinoma krajše kot 2 minuti (Pearcy, 1983, citirano po Chazdon in Pearcy, 1991). Tudi velikost obsega je zelo raznolika, včasih je osvetljen samo manjši delež enega samega lista, drugič pa cela rastlina. Tudi spremembe jakosti sevanja so velike. Spremembe za dva velikostna razreda sevanja nastanejo samo v nekaj sekundah, zato je pričakovano, da imajo senčne rastline, ki rastejo v okolju, kjer je količina svetlobe omejena, razvite mehanizme, ki omogočajo učinkovito izrabo svetlobe v obdobju izpostavljenosti sonči lisi (Chazdon in Pearcy, 1991). Kljub temu imajo sončne lise velik pomen za fotosintezo, dokazali so namreč, da lahko pripomorejo k 9-46 % povečanju celotne vezave ogljika (Lambers s sod., 1998, str. 46; Weber s sod., 1985). To povečanje ne gre samo na račun večje gostote toka fotonov, temveč tudi na račun indukcije.

To je proces, pri katerem pride zaradi svetlobnega sevanja, ki se pojavi večkrat zapored, do večjega fotosinteznega izkoristka, kot bi ga imela rastlina pri enkratni enako dolgi osvetlitvi z enako količino svetlobe. K temu pomembno pripomore aktivacija fotosinteznega encima RubisCo, ki jo sproži svetloba, ko v obdobju sončne lise obsije rastlino, zaradi česar je ta encim pri naslednji nenadni osvetlitvi učinkovitejši. Ob večjih zaporednih sončnih lisah, se ta lastnost še potencira, rastlina vsakič uspešneje veže ogljikov dioksid. Za senčne rastline je značilno, da imajo povečane zmožnosti sprožitve in vzdrževanja indukcije in zato bolje izkoristijo sončne lise (Lambers s sod., 1998, str. 44).

Na senco prilagojene rastline so bolj občutljive na svetlobo in ob svetlobni lisi, ki traja nekoliko več časa, lahko pride do fotoinhibicije (npr. po 10 min v primeru rastline *Elatostema repens*) (Le Gouallec s sod., 1990, citirano po Chazdon in Percy, 1991). Vseeno pa je UV-B sevanje v obdobju sončne lise ponavadi manjše kot UV-B sevanje na odprtem območju. (Brown s sod., 1994).

2.5 POJAV LISTOV Z VZORCI

Vzorčavost listov lahko definiramo kot prisotnost lis različnih barv na površini lista (Aoyama s sod., 2012). Ta pojav je pogost pri rastlinah podrasti tropskih gozdov (Tsukaya s sod., 2004), veliko pa jih najdemo tudi med rastlinami v gozdovih zmerne pasu (Konoplyova s sod., 2008, La Roca s sod., 2014, Esteban s sod., 2007). Pojavljanje vzorčastih listnih površin bi lahko imelo za posledico večjo neopaznost za rastlinojedce ali pa večjo opaznost za njihove plenilce ter oprasovalce pljučnika (La Roca s sod., 2014). Možno je, da svetle lise omogočajo privabljanje oprasovalcev, saj je za žuželke, ki so glavne oprasovalke pljučnika (Oberrath in Böhning-Gaese, 1999), najbolj pomembna vizualna orientacija (Casper in La Pine, 1984, citirano po Oberrath in Böhning-Gaese, 1999). Značilno za žuželke je, da rastlino na daljše razdalje, zaradi relativno nizke prostorske ločljivosti njihovih oči, vidijo kot eno samo enoto (Knoll, 1926, Faegri in van der Pijl, 1976; Dafni s sod., 1997, citirano po Oberrath in Böhning-Gaese, 1999), kar podpirajo tudi ugotovitve, da oprasovalci z daljše razdalje ne ločujejo med različnimi barvami cvetov, s krajše pa jih (Pietsch, 1992, citirano po Oberrath in Böhning-Gaese, 1999). Zato je možno, da svetlejšje lise pripomorejo k privabljanju oprasovalcev na daljše razdalje, ko pa se ti približajo, to vlogo prevzamejo cvetovi. Možno je tudi, da so deli listov različnih barv prilagoditev na spreminjajoče se svetlobne razmere kot jih predstavljajo sončne lise. V članku Konoplyova s sodelavci (2008) predvideva, da so temnejši deli listov bolje prilagojeni na senco, na kar kaže večja koncentracija klorofila na suho maso, ter nižja razmerja med klorofilom *a* in *b* ter med celotnim klorofilom in karotenodi. Manj zeleni deli pa bi lahko bili zaradi antioksidativnih lastnosti antocianov in karotenoidov ali manjšo količino klorofila manj dovzetni za fotooskidativni stres (Esteban s sod., 2007). Znano je namreč, da bolj kot so fotopigmenti učinkoviti pri izrabi svetlobnega sevanja, bolj je rastlina občutljiva na močno sevanje, zato bi bila lahko manjša koncentracija klorofila prednost (Larcher, 1995. str. 358). Svetli deli naj bi bili manj dovzetni za svetlobni stres tudi, ker imajo večjo odbojnost svetlobe v vseh spektrih (Esteban s sod., 2007).

2.6 VPLIV SVETLOBNEGA OKOLJA NA LASTNOSTI LISTOV

2.6.1 Morfološko-anatomske prilagoditve

Rastline so na določeno svetlobno okolje prilagojene tudi anatomsko. S spreminjanjem zgradbe ali razporejenosti stebričastega tkiva se lahko rastlina prilagodi različnim svetlobnim razmeram. Listi špinače, ki so bili izpostavljeni senci, so imeli v stebričastem tkivu več zračnega prostora in manj kompaktne celice kot listi, izpostavljeni soncu (Cui s sod., 1991), medtem ko je večja debelina stebričastega tkiva značilna za rastline, ki rastejo na soncu, v debelini gobastega tkiva pa se sončni in senčni listi ne razlikujejo, zato imajo sončni listi načeloma debelejšje liste (Raven s sod., 2005, str. 569). Hkrati imajo sončni listi tudi večjo specifično težo (Filella in Penueas, 1999). Razlike se lahko kažejo tudi v poraščenosti s trihomi; nekateri listi iste vrste, izpostavljeni soncu, imajo večjo gostoto trihomov na adaksialni strani lista, vendar so ta pojav opazili smo na rastlinah, ki so rasle na nižji nadmorski višini, na rastlina na večji višini pa ne (Filella in Penueas, 1999), tako da je možno, da je poraščenost s trihomi le posredno povezana s sončnim sevanjem in je dejansko posledica spremembe v temperaturi, ki jo sevanje poveča. To potrjuje tudi podatek, da so bili listi rastline *Encelia farionsa* v toplem obdobju bolj gosto poraščeni s trihomi kot v hladnejšem (Ehleringer in Mooney, 1978).

2.6.2 Biokemijske razlike

Pomanjkanje fotosintezne svetlobe na mestih z manj sončne svetlobe in večji delež UV svetlobe na bolj sončnih mestih pomembno vpliva na barvila in UV absorbirajoče snovi. Zato imajo listi, rastoči na soncu, ponavadi večje koncentracije karotenodiov, ki sodelujejo v ksantofilnem ciklu in večjo vsebnost UV-B absorbirajočih snovi ter tudi večjo odbojnost (Filella in Penueas, 1999). Celokupna količina klorofila pri senčnih listih se nemalokrat ne razlikuje od sončnih, kar razlagamo kot posledico tega, da imajo senčni listi večje koncentracije klorofila na maso, a tudi tanjše in lažje liste. Če pa izračunamo količino klorofila na enoto površine, je pri listih, ki se razvijejo v senci, manjša (Lambers, 1998, str. 317). V obratnem primeru bi namreč prišlo do senčenja spodnjih kloroplastov zaradi kloroplastov nad njimi (Taiz in Zeiger, 2010, str. 246).

3 METODE IN MATERIALI

3.1 OPIS PREISKOVANE RASTLINE

Navadni pljučnik (*Pulmonaria officinalis* L.) spada v družno srhkolistovk (*Boraginaceae*). Najdemo ga povsod po Sloveniji od nižine do montanskega pasu v gozdovih, travnikih, visokih steblikovjih in grmovnatih mestih. Cveti od marca od maja (Martinčič s sod., 2007, str. 531, 537). Je tipičen geofit listopadnih gozdov, ki raste v podrastju: spomladi požene že pred olistanjem dreves, njegovi nadzemni deli pa se obdržijo do konca jeseni (Gaberščik s sod., 2001). Tekom tega obdobja rastlina razvije več generacij listov. Prva so listi, ki zrastejo na stebelu oziroma listi cavlisa, nakar jim sledi več generacij listov v rozeti (Larcher, 1995, str. 110). Raste v podrasti gozda, kjer se jakost svetlobe zaradi procesa olistanja plasti drevesnih krošenj zmanjšuje (Rothstein in Zak, 2001). Hkrati se spreminja tudi razmerje različnih spektrov (Brown s sod., 1994). Spada med rastline, ki imajo v zgodnjem pomladanskem obdobju lastnosti sončnih rastlin, medtem ko po olistanju drevesnih krošenj postane tipična senčna rastlina (Rothstein in Zak, 2001). Rastlina ima tudi posebnost, ki je pogosta pri rastlinah podrasti; na zelenih listih ima svetle lise.

3.2 OPIS OBMOČJA NABIRANJA

Liste pljučnika smo nabirali v gozdu v vasi Rašica na S Ljubljanske kotline. Podnebje je zmernocelinsko. Letne količine padavin se gibljejo od 1400-1600 mm, poprečne letne temperature pa med 10 in 12 °C. Na območju nabiranja raste listopadni gozd, v katerem prevladuje bukev (*Fagus sylvatica*) in beli gaber (*Carpinus betulus*) (Perko in Orožen Adamič., 1998, str. 82-88).

Preglednica 1: Meteorološke meritve v obdobju zajemanja vzorcev (ARSO, 2014)

| Leto in mesec | povprečna temperatura [°C] | povprečna relativna vlažnost [%] | Povprečna oblačnost [%] | trajanje sonca [h] | število jasnih dni | število oblačnih dni | število dni z meglo |
|---------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| 2013/05 | 14,8 | 74 | 71 | 180,8 | 1 | 15 | 2 |
| 2013/06 | 19,8 | 67 | 52 | 280,5 | 7 | 4 | 5 |
| 2013/07 | 23,5 | 60 | 33 | 350,1 | 6 | 0 | 1 |
| 2013/08 | 22,5 | 62 | 38 | 292,6 | 13 | 3 | 4 |
| 2013/09 | 16,2 | 80 | 66 | 158,6 | 1 | 8 | 9 |
| 2013/10 | 13,2 | 80 | 76 | 85,1 | 0 | 15 | 8 |
| 2013/11 | 7,3 | 82 | 82 | 56,1 | 0 | 21 | 5 |
| 2013/12 | 2,7 | 90 | 75 | 59,3 | 4 | 18 | 15 |
| 2014/01 | 5,4 | 90 | 88 | 28,6 | 0 | 23 | 15 |
| 2014/02 | 4,4 | 88 | 86 | 45,8 | 0 | 20 | 13 |
| 2014/03 | 10 | 67 | 50 | 188,3 | 8 | 9 | 2 |
| 2014/04 | 13,1 | 72 | 69 | 159,4 | 0 | 10 | 5 |
| 2014/05 | 15,7 | 65 | 56 | 233,4 | 3 | 8 | 2 |

V preglednici 1 lahko vidimo, da je v in pred avgustom in junijem 2013 bilo trajanje sonca in število sončnih dni bistveno večje kot marca, aprila in maja 2014. Hkrati pa je bila bistveno nižja tudi oblačnost in število oblačnih dni.

3.3 MERITVE PRESEVNOSTI IN ODBOJNOSTI LISTA

Presevnosti in odbojnost temnih in svetlih delov smo merili na svežih listih v laboratoriju, takoj ko smo prišli s terena. Pri tem smo uporabili spektrometer Jaz Modular Optical Sensing Suite (Ocean Optics, Inc., Dunedin, FL, USA) in merilno sfero ISP-30-6-R (Ocean Optics, Inc., FL, USA). Liste smo osvetljevali z UV-VIS-NIR svetlobo iz svetlobnega vira DH-2000 (Ocean Optics, Inc., FL, USA). Vse naprave smo med seboj povezali z optičnim kablom QP600-1-SR-BX (Ocean Optics, Inc., Dunedin, FL, USA), spektrometer pa smo z računalnikom povezali z USB kablom. Pri merjenju odbojnosti smo list osvetljevali in merili odboj iz adaksialne strani, pri merjenju presevnosti pa smo merili presevnost iz abaksialne strani.

3.4 POSTOPEK ANALIZE BIOKEMIJSKIH LASTNOSTI

Z luknjovrtom smo izrezali svetlejšje in temnejše dele lista ter jih do uporabe shranili v temnem in 3-6 °C hladnem prostoru. Analizirali smo jih po približno 1-2 mesecih.

3.4.1. Analiza količine klorofila *a* in *b* ter karotenoidov

Določili smo vsebnost klorofila *a* in *b* ter celokupnih karotenoidov po metodi Lischtenthaler in Buschmann (2001 a, 2001 b). Vzorce smo strli v terilnici, nato ekstrahirali v 3 ml 100 % acetona ter centrifugirali na 4000 rpm, 4 °C, 4 min. Nato smo z merilnim valjem odčitali prostornino ekstrakta in opravili meritve z UV/VIS spektrofotometrom (Lambda 25, Perkin-Elmer, Norwalk, CT, USA) pri valovnih dolžinah 470, 645 in 662 nm. Količino klorofilov in karotenodiov na mg suhe mase oz. cm² površine smo izračunali po spodnjih formulah:

$$Kl\ a\ (mg/g) = c_a * V / m = (11,24 * E_{662} - 2,04 * E_{645}) * V / m \quad \dots(1)$$

$$Kl\ b\ (mg/g) = c_b * V / m = (20,13 * E_{645} - 4,19 * E_{662}) * V / m \quad \dots(2)$$

$$Kar\ (mg/g) = (1000 * 1,9c_a - 63,14 * c_b) * V / m / 214 \quad \dots(3)$$

$$Kl\ a\ (mg/cm^2) = c_a * V / P = (11,24 * E_{662} - 2,04 * E_{645}) * V / P \quad \dots(4)$$

$$Kl\ b\ (mg/cm^2) = c_b * V / P = (20,13 * E_{645} - 4,19 * E_{662}) * V / P \quad \dots(5)$$

$$Kar\ (mg/cm^2) = (1000 * 1,9c_a - 63,14 * c_b) * V / P / 214 \quad \dots(6)$$

E- ekstinkcija pri izbrani valovni dolžini (nm)

V-volumen ekstrakta (ml)

C_{a,b} – konceneracija klorofila *a*,

m – suha masa vzorca (mg)

P – površina vzorca (cm²)

3.4.2 Postopek analize količine antocianov

Za določitev vsebnosti antocianov smo uporabili protokol po Khareju in Guruprasadu (1993). Postopek je podoben prejšnjemu, s to razliko, da se vzorec ekstrahira v 4 ml 100 % metanola in 37 % HCl v volumenskem razmerju 99:1. Vzorec smo za 24 ur shranili v temi pri 3-5 °C, nato pa izvedli meritev s spektrofotometrom pri valovni dolžini 530 nm. Vsebnost antocianov smo podali v relativnih enotah po formulah:

$$Ant\ (relativne\ enote) = E_{530} * V / m \quad \dots(7)$$

$$Ant\ (relativne\ enote) = E_{530} * V / P \quad \dots(8)$$

3.4.3 Postopek analize vsebnosti UV absorbirajočih snovi

Po dopoljnjeni metodi po Cladwellu (1968) smo določili vsebnost UV-B in UV-A absorbirajočih snovi. Strte sveže vzorce smo ekstrahirali v 4 ml mešanice metanol:destilirana voda: HCl (37 %) = 79:20:1 (v/v), 25 min inkubirali in centrifugirali 10 min pri 4000 rpm in 4 °C. Nato smo odčitali prostornine in z UV/VIS spektrofotometrom določili ekstinkcije. Vsebnost UV absorbirajočih snovi smo izrazili v relativnih enotah ter jih izračunali po naslednjih formulah:

$$UV (\text{relativne enote}) = I / V / m \quad \dots(9)$$

$$UV (\text{relativne enote}) = I / V / P \quad \dots(10)$$

I – integral ekstinkcijskih vrednosti v intervalu 280-400 nm

3.5 DOLOČEVANJE MASE

Iz temnejših in svetlejših delov smo z luknjovrtom izrezali material znane površine, ga v pečici sušili 24 ur pri 105 °C. Maso listov smo do desetinke miligrama natančno določili s tehtnico Sartorius (Nemčija).

3.6 FIZIOLOŠKE MERITVE

Meritve so potekale 16. 9. 2014, med 12.00 in 13.30. Merili smo potencialno fotokemično učinkovitost in dejansko fotokemično učinkovitost v senci ($< 50 \text{ mmol/cm}^2$) in na soncu ($>1500 \text{ mmol/cm}^2$). Potencialna fotokemična učinkovitost je bila merjena na vzorcih, ki so bili 10 min zatemnjeni, dejanska pa na vzorcih, ki so bili neprestano v svetli senci oz. najprej osvetljeni s šibko svetlobo, nato pa predhodno 5 min izpostavljeni polnemu soncu. Meritve smo izvedli z modulacijskim flourometrom OS-500 (Opti-Science, ZDA). S to metodo merimo fotokemično učinkovitost fotosistema II. Na ta način ocenimo učinkovitost fotosinteze na splošno, saj je ta beljakovinski kompleks najbolj občutljiv na močno svetlobo in je najšibkejši člen verige. Pri tej metodi se meri flourescenco, do katere pride, če se svetloba ne uporabi za kemične procese fotosinteze niti ne odda kot toplota; večja kot je flourescenca, manj svetlobne energije se je pretvorilo v kemično delo. Maksimalno fotokemično učinkovitost (Fm ali Fms) izmerimo tako, da s kratkim in intenzivnim (saturacijskim-v tem primeru $8000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, dolgim 0,8 s) svetlobnim bliskom osvetlimo del lista, na katerem izvajamo meritev in s tem sprožimo, da vsi prenašalci elektronov sprejmejo toliko elektronov, kot jih lahko, ostala energija pa se sprosti v obliki flourescence ali toplote. Minimalno flourescenco merimo brez sprožitve vira svetlobe. Na podlagi tako pridobljenih podatkov lahko po spodnjih formulah izračunamo dejansko in potencialno fotokemično učinkovitost (Maxwell in Johnson, 2000).

$$\text{Potencialna fotokemična učinkovitost: } F_v/F_m = (F_m - F_o)/F_m \quad \dots(11)$$

$$\text{Dejanska fotokemična učinkovitost: } Y = (F_{ms} - F_s)/F_{ms} \quad \dots(12)$$

– s tem parametrom ocenimo linearno transport elektronske verige in s tem učinkovitost fotosinteze

F_m -maksimalna flourescenca vzorca, adaptiranega na temo,

F_o -minimalna flourescenca vzorca, adaptiranega na temo

F_s -minimalna flourescenca osvetljenega vzorca

F_{ms} -maksimalna flourescenca osvetljenega vzorca

3.7 MERJENJE ANATOMSKIH STRUKTUR LISTA

Iz listov rozete smo ročno naredili prečne prereze, posebej za svetlejše in temnejše dele lista, jih položili v glicerol na objektno stekelce in pokrili s krovnikom. Nato smo jih fotografirali s programom cellSens Standard in medsebojno primerjali prereze svetlejših in temnejših delov lista. Merili smo debelino celotnega lista, palisadnega ter gobastega tkiva, spodnje in zgornje povrhnjice, kutikule ter dolžino kratkih trihomov na obeh straneh lista. Če je bilo le mogoče, smo meritve gostote in dolžin trihomov opravili na svežih vzorcih, naredili pa smo tudi odtise površine lista; manjšo površino lista smo v smeri trihomov premazali z lakom za nohte, počakali, da se je premaz posušil, nanj položili lepilni trak ter ga skupaj s tem prenesli na objektno stekelce. Na tak način smo izdelali odtis tako zgornje (adaksialne) kot tudi spodnje (abaksialne) strani lista. Na vzdolžnih odtisih listov smo izmerili dolžino trihomov, njihovo število v vidnem polju ter število listnih rež in njihovo dolžino ter izračunali gostoto za oba parametra, posebej za adaksialno in abaksialno stran lista. Pri prečnih prerezi smo izvedli vsaj 5 meritev na list na različnih delih lista, pri vzdolžnih odtisih junija pa zajeli 4 oz. 5 vidnih polij pod 100 –kratno (0,38 mm² površine) oz. 40-kратно povečavo (2,4 mm² površine) v primeru merjenja daljših trihomov. Vzorce smo pregledovali z mikroskopom Olympus CX41 pod 40 in 100 – kratno povečavo, meritve pa izvedli s programom cellSens Standard.

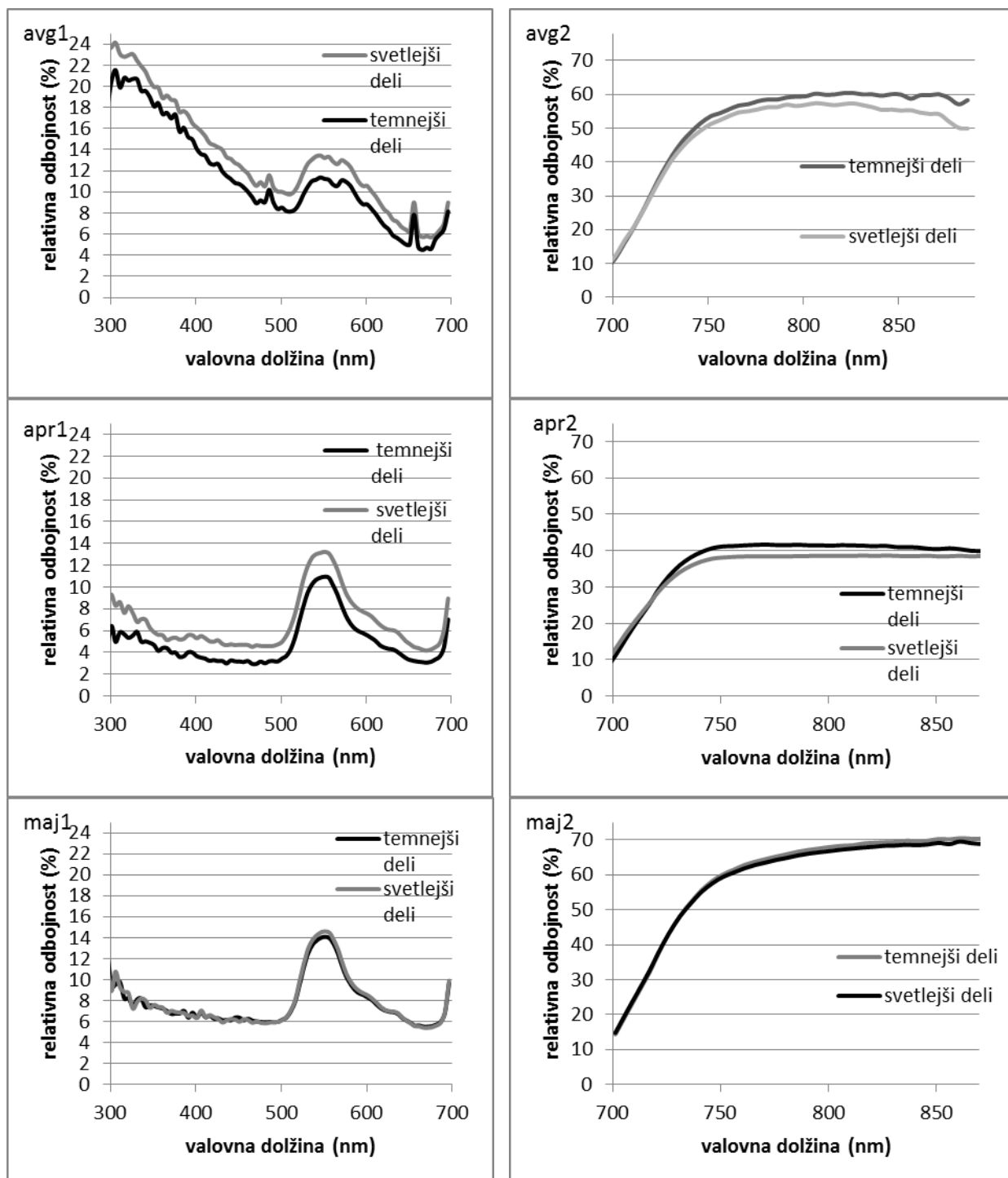
3.8 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Razlike med svetlejšimi in temnejšimi deli smo testirali s paired t-testom, če so bili podatki nenormalno porazdeljeni pa z Man-Whitney testom. Normalnost smo testirali s Kolmogorov-Smirnov-im testom z Lillieforsjevim popravkom. Te meritve smo opravili s programom SigmaPlot 11.0. Izvedli smo tudi redundančno analizo, s katero smo povezali odbojnost in prepustnost različnih svetlobnih spektrov z morfološko-anatomskimi in biokemijskimi podatki. Ali so te povezave statistično značilne, smo testirali z Monte Carlo permutacijskim testom. Uporabili smo program Canoco 4.0. Korelacijsko analizo Pearsonovega koeficienta in enosmerno ANOVA testiranje smo izvedli v programu SPSS. Za mejno vrednost statistično značilnih razlik smo določili $p < 0,05$.

4 REZULTATI

4.1 ODBOJNOST IN PRESEVNOST

4.1.1 Razlike v odbojnosti med svetlejšimi in temnejšimi deli ter med obdobji



Slika 4: Grafi prikazujejo odbojnost svetlejših in temnejših delov lista navadnega pljučnika

Na sliki 4 so rezultati podani na 5 nm natančno ($n_{\text{maj}}=9$, $n_{\text{april}}=19$, $n_{\text{avgust}}=10$).

Graf avg1 - odbojnost vzorcev avgusta 2013 od UVB do rdečega spektra.

Graf avg2 - odbojnost vzorcev avgusta 2013 v NIR spektru.

Graf apr1 - odbojnost vzorcev aprila 2014 od UVB do rdečega spektra.

Graf apr2 - odbojnost vzorcev aprila 2014 v NIR spektru.

Graf maj1 – odbojnost vzorcev maja 2014 od UVB do rdečega spektra.

Graf maj2 – odbojnost vzorcev maja 2014 v NIR spektru

Na sliki 4 vidimo, da imata krivulji svetlejših in temnejših delov enako obliko, le da imajo svetlejši deli nekoliko večjo odbojnost. Na grafih opazimo dva vrhova relativne odbojnosti in sicer med valovno dolžino 500 in 580 nm- v območju zelene svetlobe- in od 680 nm naprej- v območju bližnje infrardeče. Pri avgustovskih vzorcih je odbojnost statistično značilno različna v vseh delih spektra, razen v NIR (od 700 nm naprej), pri aprilskih le v območju vidne svetlobe (400-700 nm), pri majskih vzorcih pa ni razlik v odbojnosti.

Razlike med obdobji so prikazane v sledečih preglednicah.

Preglednica 2: Razlike v odbojnosti v posameznih delih spektra svetlejših delov v različnih obdobjih

| svetlobni spekter | obdobje | N | povprečje | SD | statistična značilnost |
|-------------------|----------|----|-----------|------|------------------------|
| UVB | avgust13 | 10 | 2391 | 1762 | a |
| | april14 | 19 | 516 | 695 | b |
| | maj14 | 9 | 1170 | 210 | b |
| UVA | avgust13 | 10 | 4366 | 1173 | a |
| | april14 | 19 | 1119 | 454 | b |
| | maj14 | 9 | 1650 | 208 | b |
| vijolična | avgust13 | 10 | 2212 | 462 | a |
| | april14 | 19 | 737 | 201 | b |
| | maj14 | 9 | 1008 | 116 | b |
| modra | avgust13 | 10 | 1414 | 279 | a |
| | april14 | 19 | 585 | 152 | b |
| | maj14 | 9 | 791 | 96 | b |
| zelená | avgust13 | 10 | 2789 | 500 | a |
| | april14 | 19 | 2428 | 645 | a |
| | maj14 | 9 | 2652 | 321 | a |
| rumena | avgust13 | 10 | 815 | 253 | a |
| | april14 | 19 | 954 | 276 | a |
| | maj14 | 9 | 1043 | 142 | a |
| rdeča | avgust13 | 10 | 1679 | 446 | a |
| | april14 | 19 | 1328 | 359 | b |
| | maj14 | 9 | 1579 | 186 | ab |
| NIR | avgust13 | 10 | 30277 | 6924 | a |
| | april14 | 19 | 21569 | 4379 | b |
| | maj14 | 9 | 38178 | 2159 | c |

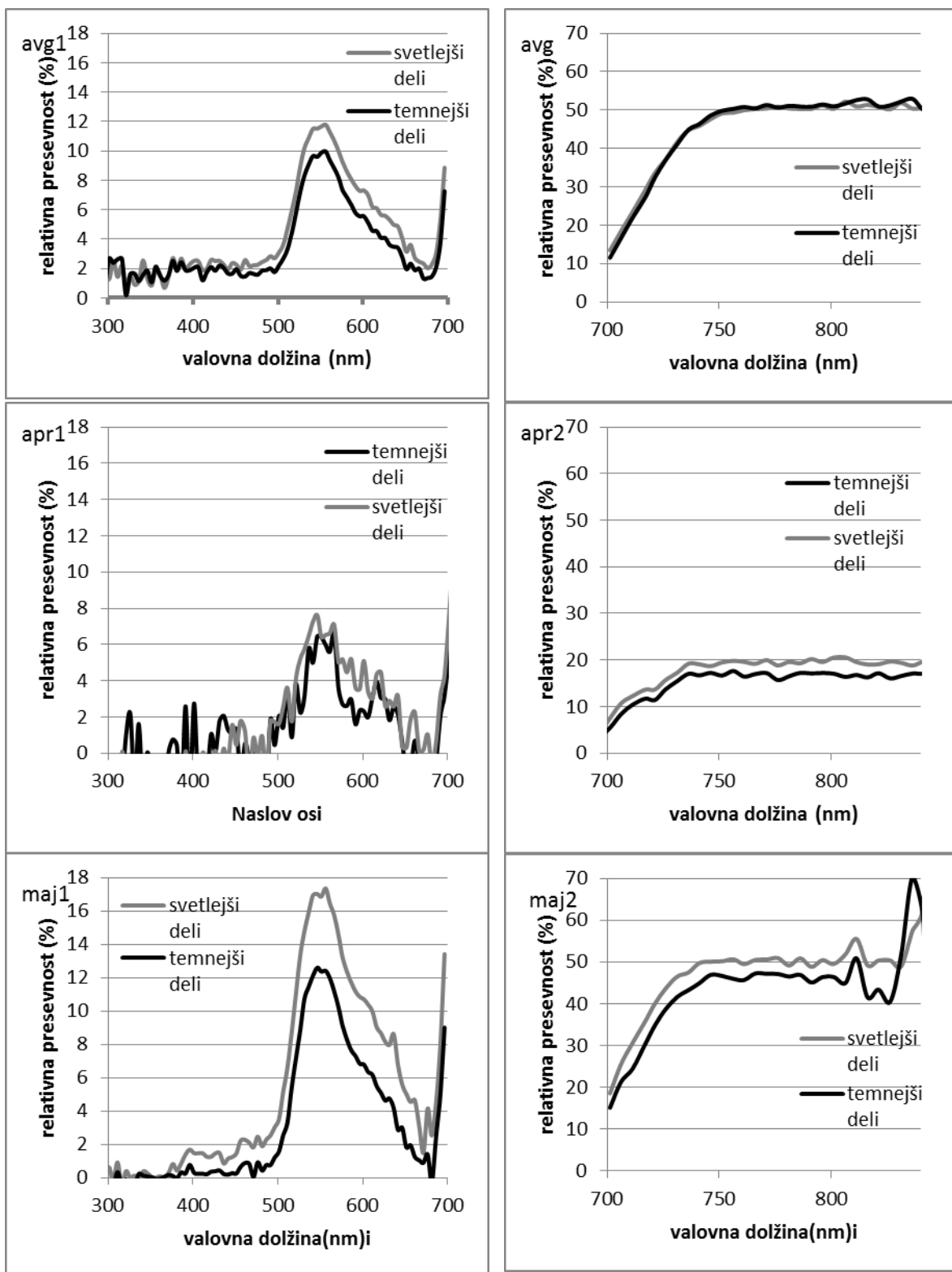
Na preglednici 2 se statistično značilne razlike pojavljajo v vseh delih spektra razen v rumenem in zelenem. V območju kratkovalovnih dolžin od UVB do modrega dela je odbojnost pri avgustovskih vzorcih večja od aprilskih in majskih, ki se med sabo ne razlikujeta, v območju rdeče svetlobe se razlikujeta le aprilski (najmanjši) in avgustovski (največji) vzorec, majski pa se ne razlikuje od nobenega. V NIR območju ima največjo odbojnost avgustovski, sledijo jim majski, na zadnjem mestu pa so aprilski. V tem območju so standardne deviacije zelo velike.

Preglednica 3: Statistične razlike v odbojnosti v posameznih delih spektra temnejših delov v različnih obdobjih

| svetlobni spekter | obdobje | N | povprečje | SD | statistična značilnost |
|-------------------|----------|----|-----------|------|------------------------|
| UVB | avgust13 | 10 | 1858 | 1974 | a |
| | april14 | 19 | 224 | 1511 | b |
| | maj14 | 9 | 1129 | 220 | ab |
| UVA | avgust13 | 10 | 3937 | 1312 | a |
| | april14 | 19 | 870 | 860 | b |
| | maj14 | 9 | 1573 | 171 | b |
| vijolična | avgust13 | 10 | 1892 | 469 | a |
| | april14 | 19 | 464 | 282 | b |
| | maj14 | 9 | 957 | 100 | c |
| modra | avgust13 | 10 | 1192 | 277 | a |
| | april14 | 19 | 368 | 168 | b |
| | maj14 | 9 | 747 | 74 | c |
| zelená | avgust13 | 10 | 2278 | 428 | a |
| | april14 | 19 | 1798 | 380 | b |
| | maj14 | 9 | 2546 | 275 | c |
| rumena | avgust13 | 10 | 1044 | 130 | a |
| | april14 | 19 | 651 | 137 | b |
| | maj14 | 9 | 989 | 108 | ab |
| rdeča | avgust13 | 10 | 1318 | 416 | a |
| | april14 | 19 | 874 | 199 | b |
| | maj14 | 9 | 1493 | 133 | a |
| NIR | avgust13 | 10 | 29577 | 5041 | a |
| | april14 | 19 | 22365 | 4332 | b |
| | maj14 | 9 | 38054 | 1659 | c |

Na preglednici 3 vidimo, da se statistično značile razlike v odbojnosti pojavljajo v vseh delih spektra med vsaj dvema obdobjema z izjemo rumenega in zelenega spektra pri svetlejših delih. V večjem delu spektra temnejših delov je odbojnost avgustovskih vzorcev večja od vsaj enega spomladanskega vzorca, izjeme so le zeleno območje in NIR, kjer imajo najvišjo odbojnost majski vzorci. Statistično značilne razlike v odbojnostih v svetlejših in temnejših delih sledijo istemu vzorcu, večinoma je odbojnost večja v avgustovskem obdobju, razen v zelenem in NIR območju, kjer je pri svetlejših delih odbojnost enaka v vseh obdobjih, pri temnejših pa največja v maju, manjša v aprilu in najmanjša v avgustu. Razlike so tudi v tem, da je v vijoličnem, modrem in rdečem delu spektra pri svetlejših lisah aprilski vzorec enak majskemu, pri temnejših delih pa malo večji. Tako pri svetlejših in temnejših delih lista so razlike v odbojnosti največje v kratkovalonih delih spektra.

4.1.2 Razlike v presevnosti med temnejšimi in svetlejšimi deli in obdobji



Slika 5: Grafi prikazujejo presevnost svetlejših in temnejših delov lista navadnega pljučnika

Na sliki 5 so rezultati podani na 5 nm natančno. ($n_{\text{maj}}=9$, $n_{\text{april}}=19$, $n_{\text{avgust}}=10$).

Graf avg1 - presevnost vzorcev avgusta 2013 od UVB do rdečega spektra.

Graf avg2 - presevnost vzorcev avgusta 2013 v NIR spektru.

Graf apr1 - presevnost vzorcev aprila 2014 od UVB do rdečega spektra.

Graf apr2 - presevnost vzorcev aprila 2014 v NIR spektru

Graf maj1 – presevnost vzorcev maja 2014 od UVB do rdečega spektra.

Graf maj2 – presevnost vzorcev maja 2014 v NIR spektru

Na sliki 5 vidimo, da imajo grafi dva vrhova relativne presevnosti in sicer med valovno dolžino 500 in 580 nm - v območju zelene svetlobe- in od 680 nm naprej - v območju bližnjega rdečega dela spektra. Krivulji svetlejših in temnejših delov imata enako obliko, le da imajo svetlejši deli nekoliko večjo presevnost. V vseh obdobjih imajo večjo presevnost svetlejši deli v vidnem spektru (400-700 nm), razen v maju pri rdečem delu spektra. Pri aprilu je presevnost pri svetlejših delih večja še v UV-A in NIR območju, medtem ko je v maju večja le še v NIR. Zanimivo je, da je v maju v UV območju presevnost večja pri temnejših delih.

Preglednica 4: Statistične razlike presevnosti v posameznih delih spektra med različnimi obdobjih pri temnejših listih.

| del svetlobnega spektra | obdobje | N | povprečje | SD | statistična značilnost |
|-------------------------|----------|----|-----------|-----|------------------------|
| zelena | avgust13 | 10 | 1554 | 434 | a |
| | april14 | 19 | 2142 | 635 | b |
| | maj14 | 7 | 1964 | 285 | b |
| rumena | avgust13 | 10 | 606 | 195 | a |
| | april14 | 19 | 830 | 260 | b |
| | maj14 | 7 | 780 | 109 | ab |
| rdeča | avgust13 | 10 | 614 | 240 | a |
| | april14 | 19 | 762 | 269 | ab |
| | maj14 | 7 | 1077 | 563 | b |

Preglednica 5: Statistične razlike presevnosti v posameznih delih spektra med različnimi obdobji pri svetlejših delih lista

| del svetlobnega spektra | obdobje | N | povprečje | SD | statistična značilnost |
|-------------------------|---------|----|-----------|-----|------------------------|
| zelena | avgust | 10 | 1962 | 704 | a |
| | april | 19 | 3252 | 696 | b |
| | maj | 9 | 2983 | 444 | b |
| rumena | avgust | 10 | 827 | 338 | a |
| | april | 19 | 1390 | 314 | b |
| | maj | 9 | 1294 | 215 | ab |
| rdeča | avgust | 10 | 927 | 372 | a |
| | april | 19 | 1520 | 389 | b |
| | maj | 9 | 1562 | 115 | ab |

Na preglednicah 4 in 5 vidimo, da so se razlike v presevnosti med posameznimi obdobji pokazale le v rumenem, zelenem in rdečem območju.

Pri temnejših delih so imeli aprilski vzorci pri zelenem in rumenem delu spektra bistveno večjo presevnost kot avgustovski, v prvem spektru so se od avgustovskih vzorcev razlikovali tudi majski. V rdečem spektru pa se aprilski vzorci niso razlikovali niti od majskih niti od avgustovskih, prisotna pa je bila razlika med majskimi in avgustovskimi; majski vzorci so imeli večjo presevnost.

Pri svetlejših delih je bila največja presevnost v aprilskem obdobju, medtem ko se majski vzorci niso nikoli statistično značilno razlikovali od avgustovskih, v rdečem delu spektra pa tudi ne od aprilskih.

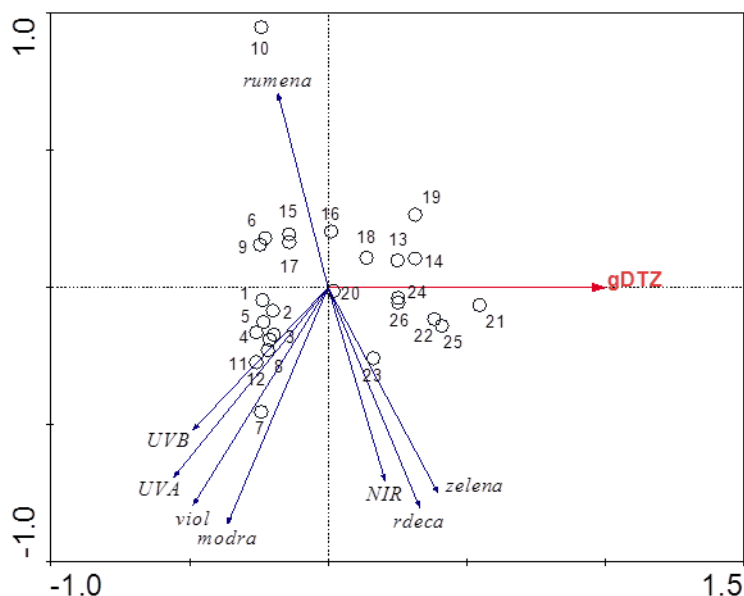
4.1.3 Splošne razlike v presevnosti in odbojnosti

Svetlejšje lise se od temnejših pomembno razlikujejo po manjši absorpciji vsaj v območju vidne svetlobe, medtem ko je razlika v absorpciji med različnimi obdobji bolj nejasna. Kljub vsemu pa lahko iz slik 3 in 4 razberemo, da so bile razlike tako v presevnosti kot v odbojnosti med različnimi obdobji relativno majhne-največje niso bile niti 10 %, razen v UVB spektru in NIR, za katere pa je značilno veliko nihanje (preglednice 2, 3,4 in 5), medtem ko so bile razlike med svetlejšimi in temnejšimi deli še manjše.

4.1.4 Povezava odbojnosti z drugimi lastnostmi

Pearsonov koeficient korelacije (preglednice 12-18) je pokazal, da odbojnost najbolj korelira z morfološko-anatomskimi spremenljivkami, ni pa bilo opaziti nobene korelacije z biokemijskimi. Gostota in dolžina kratkih trihomov tako na spodnji kot na zgornji strani lista nista korelirali z odbojnostjo z izjemo zmerne pozitivne korelacije v zelenem delu spektra (preglednice 12 in 13). Daljši dolgi trihomi na zgornji strani lista vplivajo na večjo odbojnost

v kratkovalovnih dolžinah do modre, medtem ko tisti na spodnji strani niso imeli statistično značilnega vpliva (preglednica 13). Debelina kutikule na obeh straneh lista ima zelo značilen vpliv na odbojnost svetlobe valovnih dolžin od UV-B svetlobe do rumene. Debelejši sloj pomeni tudi večjo odbojnost (preglednica 12). Celotna dolžina lista korelira z odbojnostjo delov spektra krajših valovnih dolžin do vključno modre, isto velja za gobasto tkivo (preglednica 12). Debelejše stebričasto tkivo je povezano z manjšo odbojnostjo v rdečem delu spektra (preglednica 12).



Slika 6: Graf redundančne analize odbojnosti S krogi so označeni podatki listov: z 1-6 so označeni podatki za avgust temnejši deli, 7-12 avgust svetlejši deli, 13-22 maj temnejši deli, 23-32 maj svetlejši deli.
gDTZ – gostota dolgih trihomov zgoraj.

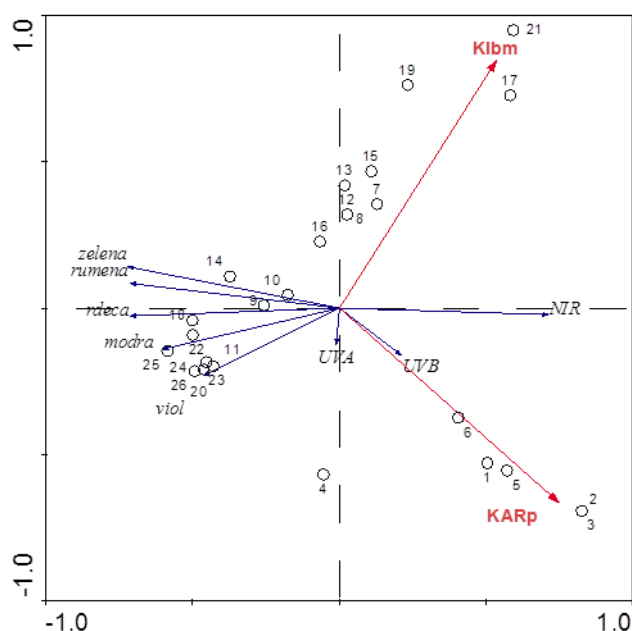
Na sliki 6 vidimo, da odbojnost najbolje pojasni gostota dolgih trihomov na adaksialni strani. Z rdečo puščico so označene značilne spremenljivke, z modro pa različni spektri svetlobe. Gostota dolgih trihomov na zgornji strani listov pljučnika rahlo pozitivno korelira z svetlobo dolge valovne dolžine in negativno s svetlobo kratke valovne dolžine.

4.1.5 Povezava presevnosti z drugimi lastnostmi

S preglednic 12 in 13 lahko razberemo, da gostota kratkih in dolgih trihomov na kateri koli strani lista nima nikakršne statistično značilne korelacije s presevnostjo, medtem ko dolžina kratkih in dolgih trihomov na adaksialni strani zmeroma pozitivno korelirata (preglednica 12 in 13). Dolžina kratkih trihomov pozitivno korelira z vsemi deli spektra razen UV svetlobe, medtem ko dolžina dolgih trihomov zgoraj pozitivno korelira z višjimi valovnimi dolžinami od zelene naprej. Z UV spektrom je povezana tudi kutikula na adaksialni strani lista, saj debelejša ko je, manj UV-B svetlobe preseva skozi list. Isto velja za infrardečo svetlobo.

Kutikula na spodnji strani pa kaže pozitivno korelacijo le z svetlobo infrardeče valovne dolžine (preglednica 12).

Večja debelina zgornje povrhnjice je pozitivno povezana s presevnostjo v območju vijoličaste, modre in rdeče svetlobe (preglednica 12). Debelina celotnega lista in gobastega tkiva ne kažeta nikakršne korelacije z debelino tkiva, medtem ko je daljše stebričasto tkivo povezano z manjšo presevnostjo za modro svetlobno območje (preglednica 12).



Slika 7: Graf redundančne analize presevnosti Z rdečo puščico so označene značilne spremenljivke, z modrimi pa različne svetlobne dolžine. S krogi so označeni podatki listov: z 1-6 so označeni podatki za avgust temnejši deli, 7-12 avgust svetlejši deli, 13-22 maj temnejši deli, 23-32 maj svetlejši deli.

KARp – količina karotenoidov podana v mg/cm² KlBm – količina klorofila b podana v mg/g

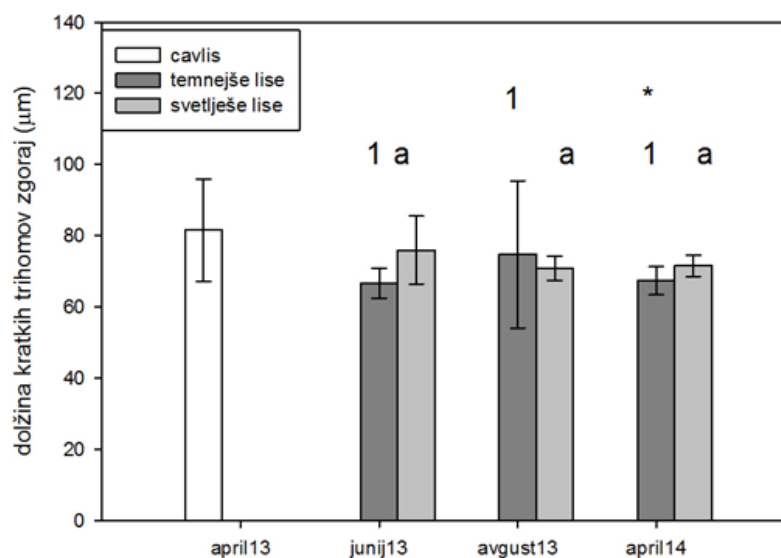
Slika 7 pojasnjuje, da presevnost najboljše pojasnita količina klorofila *b*, podana na enoto mase, in količina karotenoidov na površinsko enoto. Razberemo lahko, da pri merjenju presevnosti klorofil *b*, podan na enoto mase, negativno korelira z deli spektra UV-A, modre, vijoličaste in rdeče, rahlo pozitivno pa z infrardečim spektrom. Karotenoidi, podani na enoto površine, pa pozitivno korelirajo z UV in infrardečim delom spektra in negativno korelirajo z rdečim, še posebej pa z zelenim in rumenim delom spektra, medtem ko z modrim samo blago negativno.

4.2. POVEZAVE ZNOTRAJ MOFROLOŠKO-ANATOMSKO-BIOKEMIJSKIH LASTNOSTI

Posebej bi izpostavila močno korelacijo med debelino zgornje kutikule in povrhnjice z UV absorbirajočimi snovmi, podanimi na površino (mg/cm^2). Pomembna pa je tudi močna pozitivna korelacija med gobastim tkivom in dolžino celotnega lista (preglednica 12)

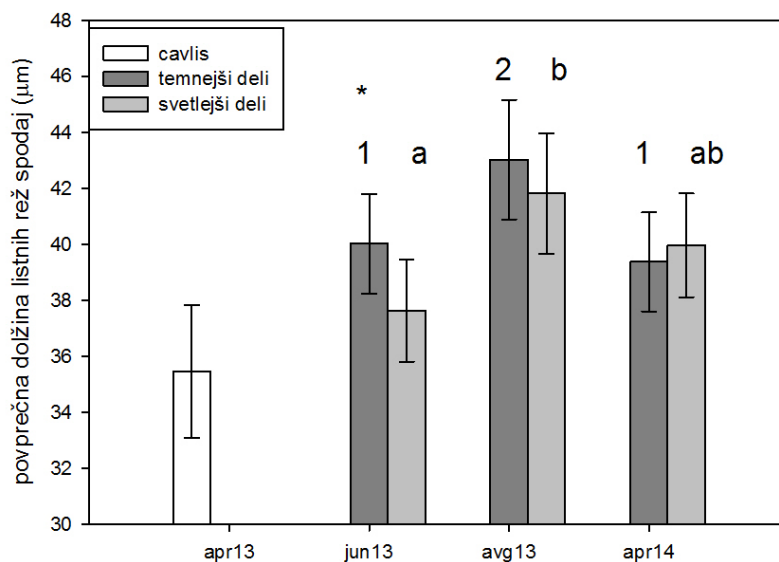
4.3 RAZLIKE MED SVETLEJŠIMI IN TEMNEJŠIMI DELI LISTA

4.3.1 Anatomoško - morfološke razlike



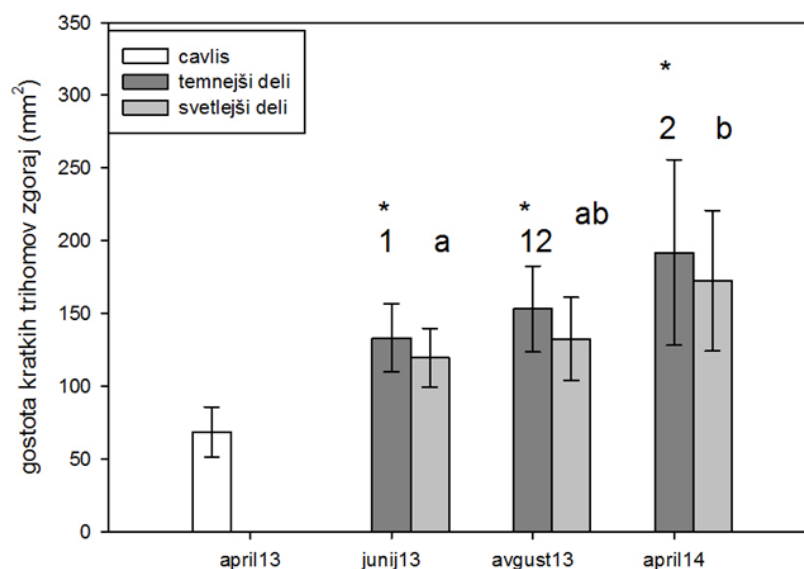
Slika 8: Razlike v dolžini kratkih trihomov med temnejšimi in svetlejšimi deli lista na adaksialni strani lista na listih navadnega pljučnika ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=6$, $n_{\text{avgust13}}=6$, $n_{\text{april14}}=8$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s številkami, statistično značilne razlike svetlejših delov pa s črkami.

Na sliki 8 vidimo, da se statistično značilne razlike med svetlejšimi in temnejšimi deli kažejo samo v aprilu, daljši so trihomi svetlejših delov. Med posameznimi obdobji ni pomembnih razlik v dolžini kratkih trihomov.



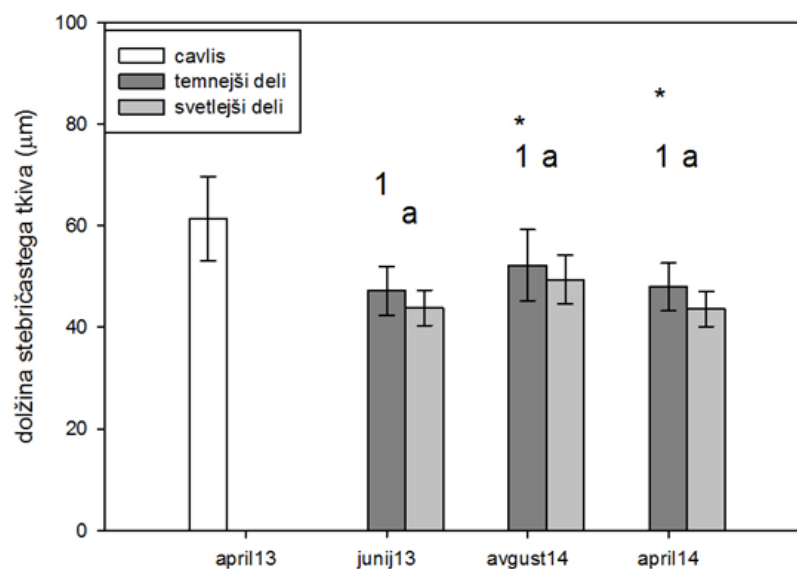
Slika 9: Razlike v dolžina listnih rež temnejših in svetlejših delov lista na abaksialni strani listov navadnega pljučnika v različnih obdobjih ($n_{\text{april}13}=10$, $n_{\text{juni}13}=10$, $n_{\text{avgust}13}=11$, $n_{\text{april}14}=7$). Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s številkami, svetlejših pa s črkami.

S slike 9 lahko razberemo, da so statistično značilne razlike med svetlejšimi in temnejšimi deli v dolžini listnih rež le v junijskem obdobju, ko so te daljše pri temnejših delih. Med obdobji se razlikuje le dolžina listnih rež avgusta, ki je večja kot v drugih dveh obdobjih kar se tiče temnejših delov lista, medtem ko so pri svetlejših delih lista razlike le v junijskih in avgustovskih vzorcih, v katerih so listne reže najdaljše.



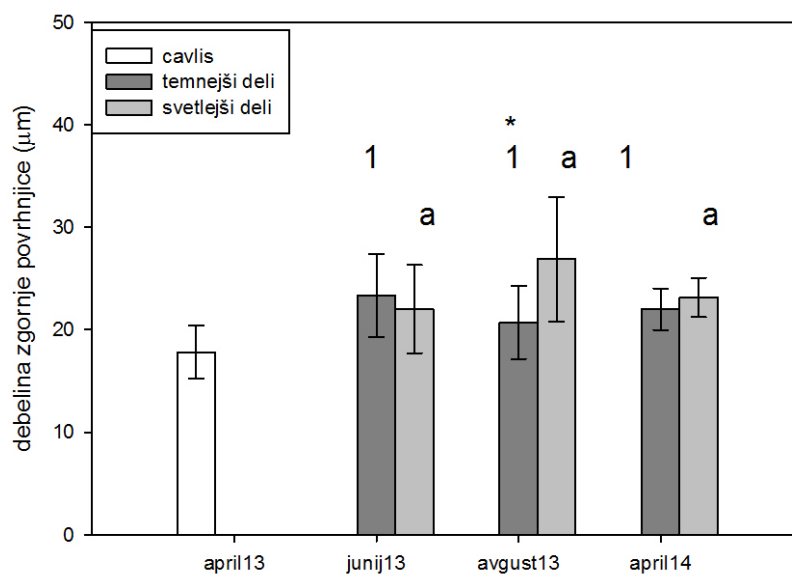
Slika 10: Razlika v gostoti kratkih trihomov temnejših in svetlejših delov lista na adaksialni strani listov navadnega pljučnika v različnih obdobjih ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=9$, $n_{\text{avgust13}}=10$, $n_{\text{april14}}=6$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistične razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s števkami, svetlejših delov pa s črkami.

Na sliki 10 vidimo, da so kratki trihomi statistično značilno gostejši na temnejših delih listov v vseh treh obdobjih. Najgostejši so aprila, najmanj gosti pa junija, medtem ko se avgustovski vzorci ne razlikujejo od drugih dveh.



Slika 11: Razlike v dolžini stebričastega tkiva med temnejšimi in svetlejšimi deli lisov navadnega pljučnika v različnih obdobjih ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=6$, $n_{\text{avgust13}}=6$, $n_{\text{april14}}=8$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s števkami, svetlejših delov pa s črkami.

S slike 11 je razvidno, da je stebričasto tkivo v dveh od treh obdobjih statistično značilno daljše pri temnejših delih. V vseh treh obdobjih se dolžina tega tkiva ni bistveno spreminjala.



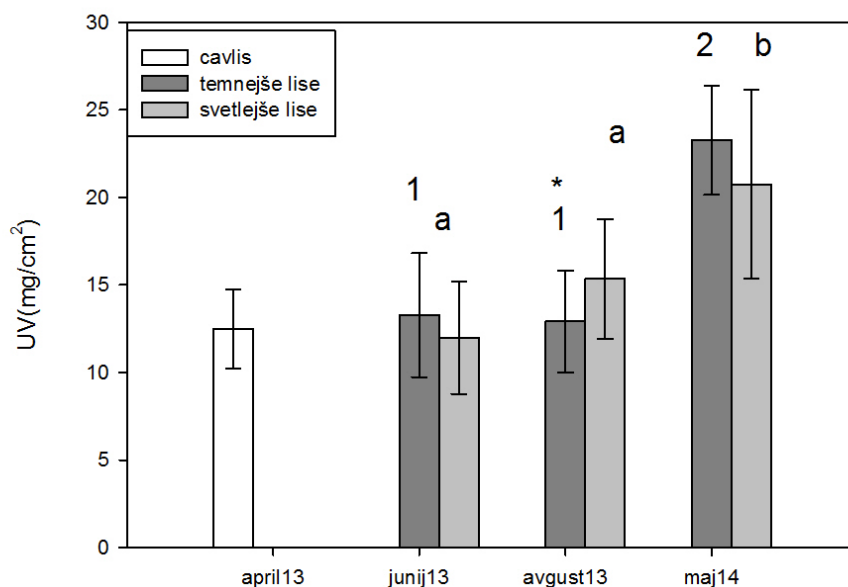
Slika 12: Razlike v debelini zgornje povrhnjice temnejših in svetlejših delov lista navadnega pljučnika v različnih obdobjih ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=6$, $n_{\text{avgust13}}=6$, $n_{\text{april14}}=8$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s števkami, razlike svetlejših delov pa s črkami.

Na sliki 12 vidimo, da je debelina zgornje povrhnjice statistično značilno daljša le pri svetlejših delih avgusta. Med različnimi obdobji ni bilo razlik v debelini tega tkiva.

Razlike v specifični listni masi so se pokazale le v majskem obdobju, ko so bili svetlejši deli težji od temnejših (preglednici 6 in 9).

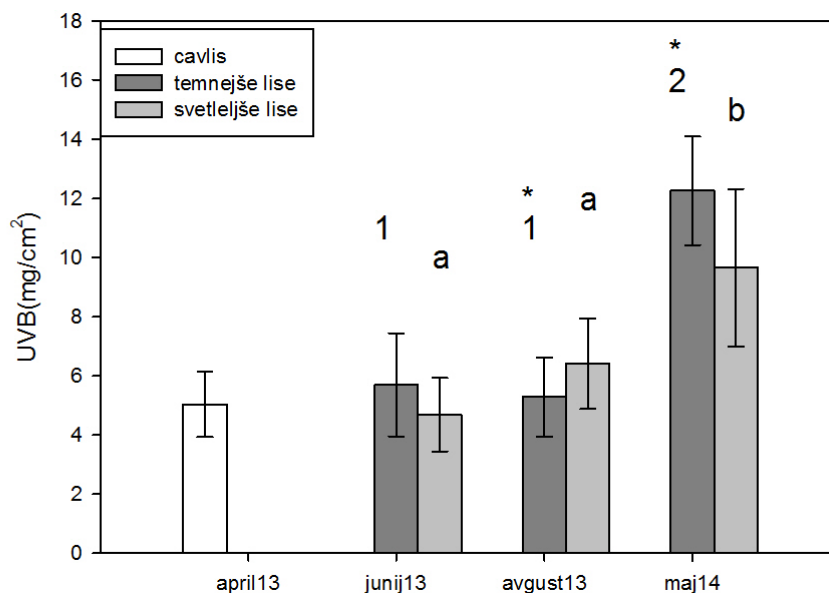
Opazimo lahko kar nekaj anatomskih razlik med svetlejšimi in temnejšimi lisami v različnih obdobjih: v dolžini in gostoti kratkih trihomov na adaksialni strani lista, debelini stebričastega tkiva in debelini zgornje povrhnjice. Najbolj očitne so razlike v gostoti kratkih trihomov na adaksialni strani lista, saj se pojavijo v vseh treh obdobjih ter v debelini stebričastega tkiva, ki se pojavijo pri rastlinah, vzorčenih avgusta in aprila. Debelina stebričastega tkiva se v vseh treh obdobjih ni statistično značilno spremenila.

4.3.2 Biokemijske razlike



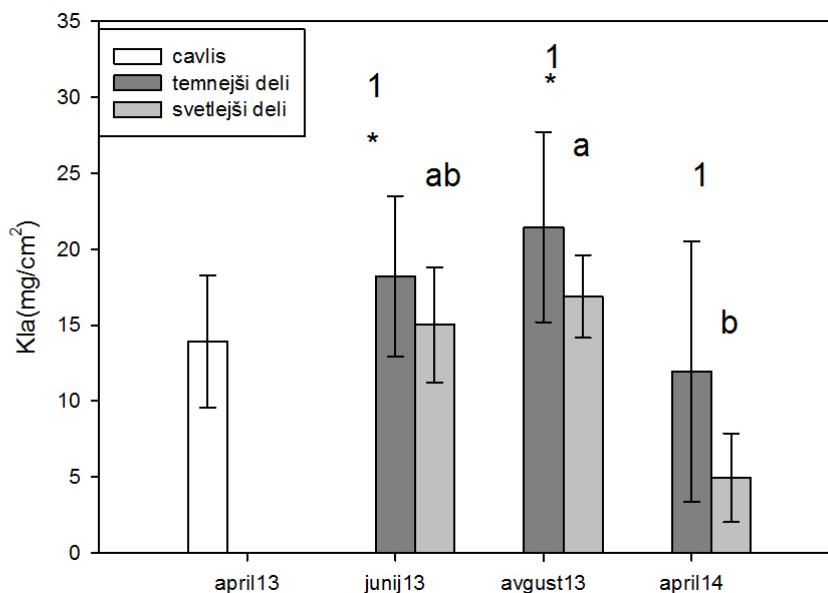
**Slika 13: Razlike v količini UV absorbirajočih snovi temnejših in svetlejših delov lista navadnega pljučnika v različnih obdobjih. ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=10$, $n_{\text{avgust13}}=10$, $n_{\text{maj14}}=9$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s številkami, svetlejših delov pa s črkami
UV(mg/cm²) - UV absorbirajoče snovi**

Na sliki 13 vidimo, da so vrednosti UV absorbirajočih snovi statistično značilno manjše pri temnejših delih samo avgusta. Največje količine UV absorbirajočih snovi se pojavljajo maja, med junijem in avgustom pa ni razlik.



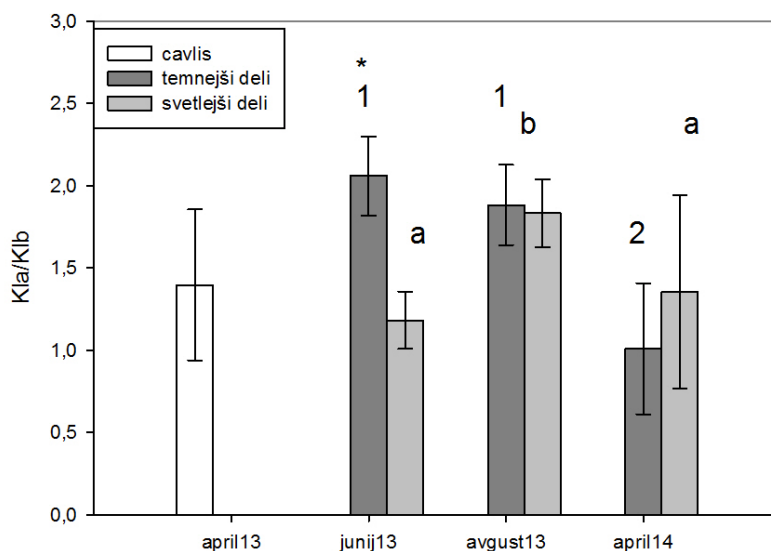
Slika 14: Razlike v količini UV-B absorbirajočih snovi temnejših in svetlejših delov lista navadnega pljučnika v različnih obdobjih ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=10$, $n_{\text{avgust13}}=10$, $n_{\text{maj14}}=9$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s številkami, svetlejših delov pa s črkami UV-B – UV-B absorbirajoče snovi

Na sliki 14 vidimo statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli lista, ki se kažejo v avgustu in maju, vendar so ravno obratne; v avgustu je večja koncentracija UV-B absorbirajočih snovi v svetleje obarvanih delih, medtem ko je v aprilu v temnejših delih. Večje koncentracije UV-B absorbirajočih snovi se pojavljajo v aprilskih vzorcih, medtem ko so v junijskih in avgustovskih približno enako nizke.



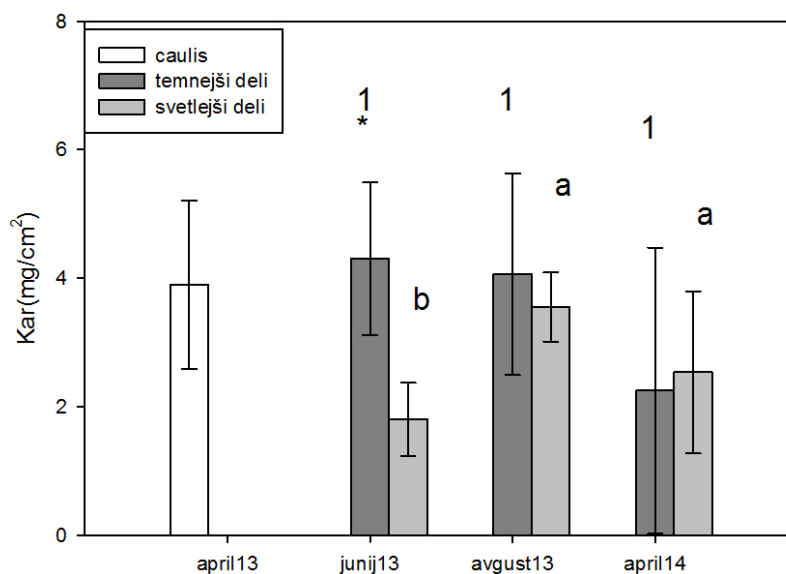
Slika 15: Značilne razlike v količini klorofila *a* temnejših in svetlejših delov listov navadnega pljučnika v različnih obdobjih. ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=9$, $n_{\text{avgust13}}=8$, $n_{\text{april14}}=7$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s številkami, razlike svetlejših delov pa s črkami
Kla –koncentracija klorofila *a*

Na sliki 15 vidimo, da se statistično značilne razlike v koncentraciji klorofila *a* na enoto površine med svetlejšimi in temnejšimi deli pojavljajo avgusta in junija, kjer je več klorofila v temnejših delih. Rezultati analiz svetlejših in temnejših delov se nekoliko razlikujejo med vzorčevanji: med temnejšimi deli ni bilo razlik, medtem ko so pri svetlejših delih najmanjše koncentracije klorofila *a* aprila, največje pa avgusta, medtem ko se junijski vzorci ne razlikujejo bistveno od ostalih dveh.



**Slika 16: Prikaz razmerja med klorofiloma *a* in *b* v svetlejših in temnejših delih listov navadnega pljučnika med različnimi obdobji ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=9$, $n_{\text{avgust13}}=8$, $n_{\text{april14}}=7$). Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s števkami, svetlejših delov pa s črkami
Kla –količina klorofila *a*,
Klb- količina klorofila *b***

S slike 16 lahko razberemo, da so statistično značilne razlike med svetlejšimi in temnejšimi lisami prisotne le v junijskem obdobju. Najmanjše razmerje med klorofiloma je prisotno v temnejših delih. Med posameznimi obdobji se med temnejšimi in svetlejšimi deli pojavljajo razlike; pri temnejših delih je najmanjše razmerje prisotno v aprilskih vzorcih, medtem ko je pri drugih dveh obdobjih večje, med njima pa ni razlik, pri svetlejši pa je razmerje v aprilu in juniju manjše kot v avgustu, tudi med njima pa ni razlik.

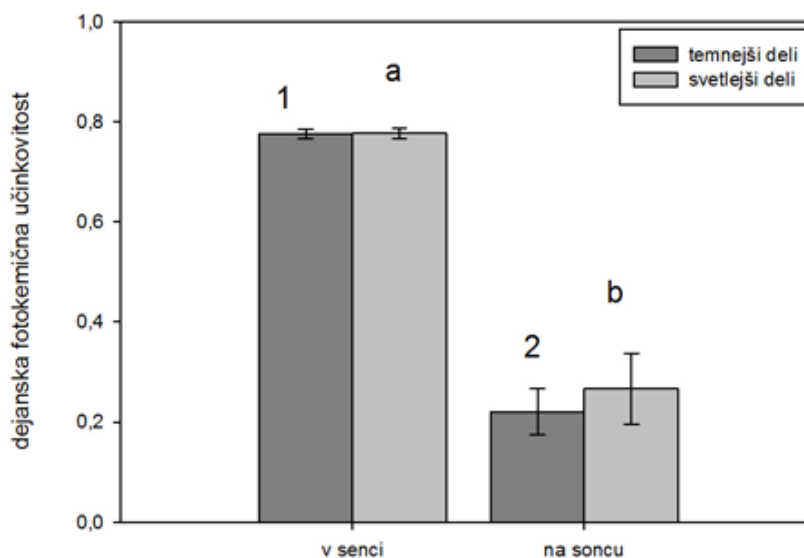


Slika 17: Razlike v količini karotenoidov (mg/cm²) temnejših in svetlejših delov listov navadnega pljučnika v različnih obdobjih (napril13=10, njunij13=9, navgust13 =8, napril14=7). Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s števkami, razlike svetlejših delov pa s črkami
Kar (mg/cm²) – količina karotenoidov

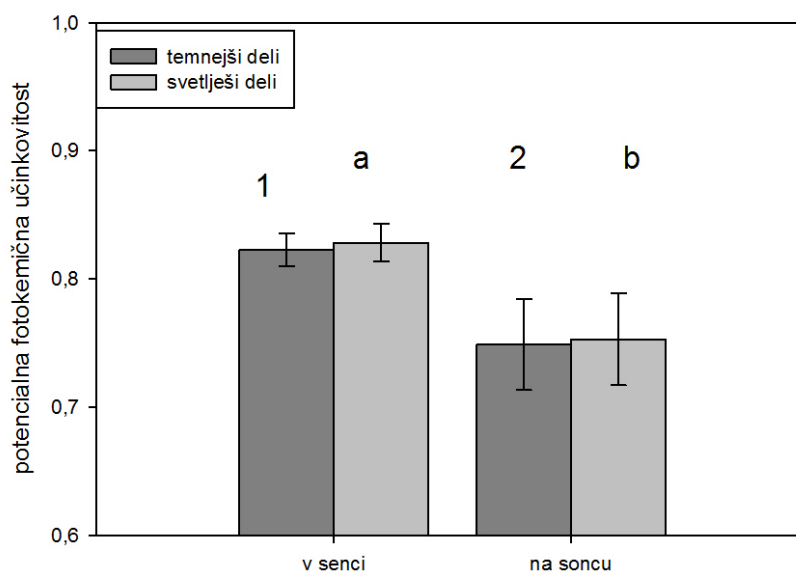
Na sliki 17 so prikazane statistično značilne razlike v količini karotenoidov na enoto površine med temnejšimi in svetlejšimi deli, ki se pojavljajo samo junija, takrat večjo količino karotenoidov najdemo v temnejših lisah. Med obdobji se razlike pojavljajo samo pri svetlejših lisah, kjer je koncentracija karotenoidov nekoliko nižja pri junijskih vzorcih, med drugima vzorcema pa ni razlik.

Rezultati kažejo, da so se v posameznih obdobjih pokazale biokemijske razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli listov navadnega pljučnika predvsem pri koncentracijah klorofila *a* in *b*, karotenoidov in UV in UV-B absorbirajočih snovi. Ti parametri se razlikujejo tudi med različnimi obdobji.

4.3.3 Fiziološke razlike



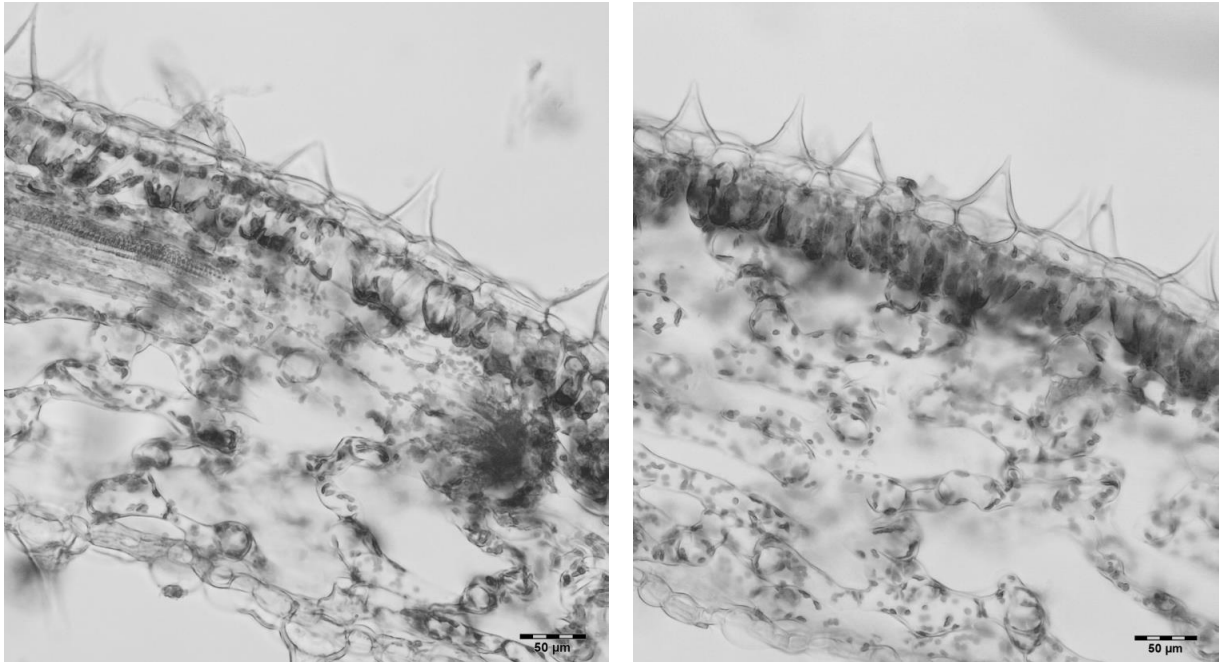
Slika 18: Dejanska fotokemična učinkovitost pri temnejših in svetlejših delih lista navadnega pljučnika tako v senci kot tudi na soncu ($n_{\text{svetlejši deli v senci}}=10$, $n_{\text{temnejši deli v senci}}=10$, $n_{\text{temnejši deli na soncu}}=10$, $n_{\text{svetlejši deli na soncu}}=10$, $n_{\text{temnejšiji deli na soncu}}=10$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s številkami, svetlejših delov pa s črkami



Slika 19: Potencialna fotokemična učinkovitost temnejših in svetlejših delih listov navadnega pljučnika tako v senci kot tudi na soncu ($n_{\text{svetlejši deli v senci}}=9$, $n_{\text{temnejši deli v senci}}=10$, $n_{\text{temnejši deli na soncu}}=11$, $n_{\text{svetlejši deli na soncu}}=11$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s številkami, svetlejših delov pa s črkami

S slik 18 in 19 lahko razberemo, da obstajajo statistično značilne razlike med fotokemično učinkovitostjo na soncu in v senci, medtem ko glede na obarvanost delov ni razlike, ne glede na to ali gre za dejansko ali potencialno fotokemično učinkovitost.

4.4.3 VIZUALNA PRIMERJAVA SVETLEJŠIH IN TEMNEJŠIH DELOV



Sliki 20 in 21: Slika levo prikazuje prečni prerez svetlejšega dela lista navadnega pljučnika slika desno pa prečni prerez temnejšega dela lista istega lista (Prelogar Popit, 2014)

Pri prečnih prerezih svetlejših in temnejših delov (slika 20 in 21) nismo opazili razlik v razporeditvi celic stebričastega tkiva, če pa so bile prisotne so bile precej manjše kot razlike med enako temnimi deli.

4.4 RAZLIKE MED OBDOBJI

Preglednica 6: Lastnosti temnejših delov lista, ki se razlikujejo med posameznimi obdobji

| parameter | obdobje | N | povprečje | SD | statistična značilnost |
|---|---------|----|-----------|---------|------------------------|
| debelina lista (μm) | junij | 6 | 302,015 | 45,210 | a |
| | avgust | 6 | 351,674 | 48,514 | b |
| | april | 8 | 272,485 | 37,204 | a |
| debelina gobastega tkiva (μm) | junij | 6 | 202,694 | 44,914 | a |
| | avgust | 6 | 249,644 | 38,205 | b |
| | april | 8 | 177,787 | 40,246 | a |
| debelina zgornje kutikule (μm) | junij | 6 | 5,383 | 0,492 | a |
| | avgust | 6 | 5,104 | 0,749 | a |
| | april | 8 | 3,320 | 1,038 | b |
| debelina spodnje kutikule (μm) | junij | 6 | 4,869 | 0,424 | a |
| | avgust | 6 | 4,536 | 0,660 | a |
| | april | 8 | 2,711 | 0,254 | b |
| dolžina dolgih trihomov zgoraj ($\text{število}/\text{mm}^2$) | junij | 10 | 812,306 | 128,787 | a |
| | avgust | 16 | 1117,547 | 225,523 | b |
| | april | 8 | 645,395 | 117,109 | a |
| gostota dolgih trihomov zgoraj ($\text{število}/\text{mm}^2$) | junij | 10 | 0,770 | 0,323 | a |
| | avgust | 11 | 0,414 | 0,074 | a |
| | april | 7 | 2,064 | 0,930 | b |
| gostota dolgih trihomov spodaj ($\text{število}/\text{mm}^2$) | junij | 9 | 0,333 | 0,189 | a |
| | avgust | 12 | 0,271 | 0,117 | a |
| | april | 7 | 2,119 | 1,166 | b |
| antociani (mg/cm^2) | junij | 11 | 0,483 | 0,084 | a |
| | avgust | 11 | 0,392 | 0,084 | b |
| | april | 8 | 0,487 | 0,036 | a |
| UV-B (mg/g) | junij | 10 | 1,648 | 0,376 | a |
| | avgust | 11 | 1,479 | 0,351 | a |
| | maj | 9 | 4,336 | 1,380 | b |
| UV-A (mg/g) | junij | 10 | 2,393 | 0,494 | a |
| | avgust | 11 | 2,132 | 0,407 | a |
| | maj | 9 | 3,743 | 0,730 | b |

se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 6.

Preglednica 6: Lastnosti temnejših delov lista, ki se razlikujejo med posameznimi obdobji

| parameter | obdobje | N | povprečje | SD | statistična značilnost |
|---------------------------------------|---------|----|-----------|-------|------------------------|
| UV (mg/g) | junij | 10 | 4,041 | 0,860 | a |
| | avgust | 11 | 3,611 | 0,755 | a |
| | maj | 9 | 7,887 | 1,423 | b |
| UV-A (mg/cm ²) | junij | 10 | 7,825 | 2,001 | a |
| | avgust | 11 | 7,991 | 1,891 | a |
| | maj | 9 | 11,000 | 1,351 | b |
| specifična masa (mg/cm ²) | junij | 10 | 3,428 | 0,825 | ac |
| | avgust | 11 | 3,759 | 0,616 | a |
| | april | 9 | 2,346 | 0,271 | bd |
| | maj | 9 | 2,998 | 0,434 | bc |

V preglednici 6 vidimo, da se temnejši deli lista od svetlejših razlikujejo le v dolžini dolgih trihomov in količini UV-A absorbirajočih snovi, podanih na enoto površine, specifični masi in količini antocianov na enoto površin, a vzorec ostaja enak, zato so prikazani v prilogi (preglednica 9).

Parametri, v katerih se poleg razlik med obdobji kažejo tudi razlike med svetlejšimi in temnejšimi deli, so prikazani grafično v rezultatih. To so: razlike med dolžino listnih rež, razlike v gostoti kratkih trihomov zgoraj, razlike v količini klorofila *a* in razmerja med klorofilom *a* in *b* ter razlike v količini UV in UV-B absorbirajočih snovi.

Iz preglednic 6 in 9 ter slik 13 in 14 lahko razberemo, da je vsebnost celokupnih, UV-A in UV-B absorbirajočih snovi ne glede na to, ali so podane na maso ali površino, večja pri pomladanskih vzorcih kot poletnih (z izjemo UV-A (mg/g) absorbirajočih snovi), ne glede na obarvanost delov. Podoben vzorec opazimo tudi pri antocianih v temnejših delih listov, v tem primeru je količina na enoto površine avgusta manjša od količine junija in aprila, medtem ko je pri svetlejših delih na enoto mase najnižja junija, pri ostalih dveh pa se ne razlikuje. Pri koncentraciji klorofila *a*, podanega na površino (slika 15), lahko vidimo, da je vrednost najnižja aprila, najvišja pa avgusta, medtem ko se junijski vzorci ne razlikujejo od ostalih dveh, vendar to velja le za svetlejše lise, medtem ko se vrednosti temnejših delov ne razlikujejo med obdobji. Pri razmerju med klorofilom *a* in *b* temnejših delov imata največje razmerje poletna vzorca, pri svetlejših lisah pa je največje razmerje prisotno avgusta, junijski in aprilski vzorec se ne razlikujeta (slika 16). V preglednici 6 in 9 lahko vidimo, da je kutikula najtanjša aprila, medtem ko se v preostalih dveh mesecih debelina ne razlikuje. Gostota dolgih trihomov na adakisalni in abaksialni strani ter kratkih zgoraj (preglednici 6 in 9) je največja spomladi, s tem da se pri kratkih trihomih avgustovski vzorec ne razlikuje niti od

junijskega niti aprilskega. Pri gostoti dolgih trihomih pa sta junijski in avgustovski statistično značilno različna od aprilskega in enaka med seboj. Parametri kot so debelina celotnega lista, gobastega tkiva in dolžina dolgih trihomov na zgornji strani so statistično značilno večji pri avgustovskih vzorcih, medtem ko se ostala dva vzorca ne razlikujeta (preglednica 6). Iz preglednice 6 lahko razberemo tudi, da je specifična masa junija in avgusta večja kot pri aprilskih vzorcih, ter da je masa avgusta večja kot maja, medtem ko v preglednici 9 vidimo, da je specifična masa svetlejših delov največja avgusta, med ostalimi obdobji pa se ne razlikuje.

5 RAZPRAVA

5.1 RAZLIKE MED SVETLEJŠIMI IN TEMNEJŠIMI DELI

Kljub temu, da razlike med svetlejšimi in temnejšimi deli lista niso prisotne v vseh obdobjih, bi lahko zaključili, da morfološko-anatomske in biokemijske razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli vsekakor obstajajo. Vzroki, zakaj smo jih izmerili samo v nekaterih obdobjih, so lahko različni. Eden izmed njih je majhnost vzorca, zaradi česar je moč testa šibkejša in obstaja znatna verjetnost, da vzorec ne bo zaznan kot statistično značilen, čeprav je. Ker se temnejši in svetlejši deli nahajajo na istih listih, lahko pričakujemo relativno majhne razlike, ki jih je težje zaznati. Tretji razlog je, da na parametre, ki smo jih merili, vpliva mnogo dejavnikov, kot npr. vlažnost, dostopnost mikro in makro hranil, temperatura in stres (Chalker-Scott, 1999, Taiz in Zeiger, 2010: 763, 114-116). Poleg tega primerjavo otežijo relativno velike razlike v svetlosti svetlejših delov med osebki.

Vzrok za bolj zeleno barvo temnejših delov je zelo verjetno večja vsebnost klorofila *a* na enoto površine v temnejših delih, saj je to barvilo, ki ga je v listih največ. V juniju in avgustu ga je v temnejših delih po vsebnosti na enoto površine statistično pomembno več kot v svetlejših, medtem ko v aprilskih vzorcih temnejših delov njegova vsebnost precej varira, kar je lahko razlog, da se ti kot skupina niso statistično pomembno razlikovali od svetlejših, čeprav so se pri posameznih listih. K razliki doprinese tudi debelejšo stebričasto tkivo, ki je značilno za temnejše dele. Večja debelina lista je povezana z večjo absorpcijo v modrih in rdečih delih spektra, zaradi česar tkivo izgleda bolj zeleno. To je posredno povezano s klorofilom, katerega večji del se nahaja v stebričastem tkivu (Raven s sod, 2005 str. 564). Kljub temu, da nekateri avtorji poročajo, da so celice stebričastega tkiva pri temnejših delih listov bolj tesno strnjene kot celice svetlejših delov (npr. Konoplyova s sod., 2008; Esteban s sod., 2007 – slednja celo na listih pljučnika), tega mi nismo opazili v nobenem obdobju. Lahko, da so razlike tako zelo majhne, da jih je mogoče opaziti le, če so preprati narejeni na bolj standardiziran način. Možno je tudi, da razlik nismo opazili, ker smo vzorce pregledovali s svetlobnim mikroskopom in ne z elektronskim kot Konoplyova s sod. (2008) vendar je Esteban s sod. (2007) vzorce pregledovala na isti način kot mi.

Razlika med svetlejšimi in temnejšimi deli lista v dolžini kratkih trihomov na adaksialni strani lista v aprilu je najverjetneje naključje, saj razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli ni niti v preostalih dveh obdobjih niti se dolžina ne razlikuje med posameznimi obdobji, statistično pomembne razlike v dolžini pa nismo zaznali niti pri dolgih trihomih. Poleg tega nismo našli nobenega članka, pri katerem bi med različno obarvanimi deli listov dobili podobne rezultate, tega ne navajajo niti članki, ki govorijo specifično o pljučniku (Gaberščik s sod., 2001; Esteban s sod., 2007). Isti argument bi uporabili za večjo debelino zgornje povrhnjice svetlejših delov v avgustovskem obdobju. Pri temnejših delih smo res odkrili, da je odbojnost v večini delov spektra manjša, kar je značilno za liste, rastoče v senci (Filella in Penuelas,

1999). Tak vzorec so opazili tudi v članku Esteban s sodelavci (2007). Vendar je to edina odkrita lastnost, ki nakazuje, da so temnejši deli bolj prilagojeni nizki intenziteti svetlobe, poleg tega tako majhne razlike verjetno ne igrajo pomembne vloge (Knapp in Carter, 1998). Debelejše stebričasto tkivo, ki smo ga izmereili pri temnejših delih, je tipična značilnost rastlin, ki uspevajo na mestih z večjo intenziteto svetlobe (Raven s sod., 2005 str. 569). Temnejši deli poleg tega niso bili niti tanjši od svetleje obarvanih niti niso imeli manjše gostote listnih rež, v suhi masi so se razlikovali le v eni od štirih meritev in takrat je bila višja pri svetlejših, na boljšo prilagojenost na šibkejšo svetlobo ne kažejo niti biokemijski podatki. Koncentracija klorofila *a* na enoto površine je bila pri vseh obdobjih višja pri zelenih lisah, čeprav bi pri na senco prilagojenih delih po pričakovanjih morala biti nižja, razmerje med klorofilom *a* in *b* pa je bilo statistično zančljivo različno samo v enem obdobju in še takat je bilo nižje pri svetlih delih. Tudi koncentracija karotenoidov se je razlikovala samo v enem obdobju in to pri temnejših delih, čeprav lahko zmanjšajo učinkovitost fotosinteze (Middleton in Teramura, 1993), zato ni verjetno, da bi se nahajali v večjih količinah na senco prilagojenih delih kot prilagojenih na sonce, medtem ko je analiza razlik v UV-B absorbirajočih snovi pokazala večjo vsebnost v temnejših v enem in večjo vsebnost v svetlejših v drugem obdobju. Zaradi teh razlogov domnevamo, da ne drži, da so zeleni deli bolj prilagojeni na obdobja z manj svetlobe, beli pa na obdobja z več svetlobe. Tudi kar v primeru fizioloških razlik smo dobili podobne rezultate – med svetlejšimi in temnejšimi deli lista pri naravnih pogojih ni razlik v fotokemični učinkovitosti kot so pokazali že Konoplylova s sod. (2008) in Esteban s sod. (2007). Slednji pa so odkrili razlike v fotokemični učinkovitosti v laboratoriju. Takrat so imeli temnejši deli večjo fotokemično učinkovitost. Verjetneje se nam zdi, da so razlike med svetlejšimi ali temnejšimi deli povezane s privabljanjem opraševalcev, vendar na podlagi zbranih podatkov tega ne moremo ne potrditi ne ovreči.

5.2 POVEZAVA PRESEVNOSTI IN ODBOJNOSTI Z DRUGIM LASTNOSTMI

5.2.1 Trihomi

Opazili smo, da gostota in dolžina kratkih trihomov nimata vpliva na odbojnost ter da gostota teh trihomov nima vpliva na presevnost, kar se sklada z navedbami Gaberščik s sodelavci (2001). Verjeten razlog za to je, da se v trihomih nahajajo UV absorbirajoče snovi (Karabourniotis, 1992; Johnson, 1975). To pojasni tudi zmanjšano odbojnost v kratkovalonih delih spektra do vključno modrega pri večji gostoti dolgih trihomov. Absorpcija v UV območju pojasni tudi zakaj so rezultati pokazali pozitivno korelacijo med presevnostjo in dolžino kratkih ter dolgih trihomov na zgornji strani lista pri daljših valovnih dolžinah, ne pa tudi pri krajših. Da daljši trihomi na zgornji strani lista odbijajo več svetlobe v kratkovalonih delih spektra bi lahko pripisali njihovemu položaju glede na list. Gostota trihomov pa je lahko povezana z UV svetlobo tudi le posredno, saj so bolj osvetljeni listi izpostavljeni višji temperaturi. Takšen primer so npr. listi rastline *Encelia farionsa*, ki so v toplem obdobju bolj gosto poraščeni s trihomi kot v hladnejšem in manj sončnem (Ehleringer in Mooney, 1978).

Možno je, da je vloga kratkih trihomov povezana s temperaturo, vloga dolgih pa je zaščita pred škodljivimi učinki kratkovalovnega sevanja.

5.2.2 Debelina kutikule

Rezultati potrjujejo, da debelejša kutikula odbije več svetlobe krajših valovnih dolžin, ki so nevarnejše za list, ne pa tudi drugih valovnih dolžin. Za to naj bi bili odgovorni voski (Clark in Lister, 1975). Ker je korelacija debeline kutikule in presevnosti v UV-B spektru negativna, sklepamo, da se v kutikuli nahajajo tudi UV-B absorbirajoče snovi, kar so potrdili tudi v drugih člankih (Yeats in Rose, 2010; Clark in Lister, 1975). Na to kaže tudi korelacija debeline zgornje kutikule in vsebnosti UV absorbirajočih snovi na enoto površine. Kutikula liste pljučnika dobro ščiti pred vplivi svetlobe kratkih valovnih dolžin tako z absorpcijo kot z odbojnostjo v tem spektru.

5.2.3 Debelina zgornje povrhnjice

Večja debelina zgornje povrhnjice je povezana z večjo presevnostjo v vijoličastem, rdečem in modrem delu spektra, ker se v njej ne nahajajo fotosintezna barvila, ki bi absorbirala tako svetlobo (Vogelmann s sod., 1996).

5.2.4 Debelina stebričastega tkiva

Vzrok v tem, da debelina stebričastega tkiva negativno korelira z odbojnostjo v rdečem delu spektra in negativno s presevnostjo v modrem delu spektra, je, da je v tem tkivu največja absorpcija v teh dveh delih spektra. Stebričasto tkivo je namreč mesto, kjer so vrši večji deli fotosinteze za katero sta najpomembnejši ravno modra in rdeča svetloba (Raven s sod., 2005 str. 119).

5.2.5 Vsebnost barvil in UV absorbirajočih snovi

Odbojnost listov je lahko neodvisna od barvil zaradi parametrov kot so debelina lista, voski in trihomov (Sims in Gamon, 2002), kar je razlog, da tudi v primeru pljučnika ni bilo korelacije z vsebnostjo barvil. Pri karotenoidih sta rumen in rdeč del spektra, ki negativno korelirata s presevnostjo, pričakovan rezultat, saj sta to dela spektra, v katerih karotenoidi odbijajo svetlobo (Uno s sod., 2001, str. 235), zelena svetloba ima največjo presevnost preprosto zato, ker je svetloba z najmanjšo absorbanco (Larcher s sod., 1995, str. 50). Rahla negativna korelacija z modro in odsotnost korelacije z vijoličasto je posledica tega, da imajo karotenoidi v pri valovnih dolžinah absorpcijskih vrh (Uno s sod., 2001, str. 235). Nenavadna pozitivna korelacija z UV-B je verjetno posledica naključja ali pa kaže na posredno povezavo s kako drugo lastnostjo. Da ima presevnost in vsebnost klorofila *b* izrazito negativno korelacijo z vijoličastim, modrim in rdečim spektrom je pričakovano, saj so to valovne dolžine, pri katerih ima to barvilo največjo absorpcijo (Uno s sod., 2001, str. 235). Manjša negativna korelacija

rumene in zelene svetlobe kažeta, da v manjši meri to pomožno barvilo absorbira tudi ti valovni dolžini.

5.3 RAZLIKE MED OBDOBJI

5.3.1 Razlike v presevnosti in odbojnosti

Večja odbojnost v vidnem delu spektra, delno pa tudi v UV delu svetlobe je verjetno razlog, zakaj so nekateri deli videti svetlejši kot drugi. Zanimivo je, da imajo največjo odbojnost ravno vzorci listov, ki se razvijajo v avgustovskem obdobju, ko je sevanje šibkejše in zasenčenost najvišja. Razlog je mogoče večja količina sončnega sevanja, saj je bilo avgusta in julija trajanje sonca ter število sončnih dni bistveno večje kot marca, aprila in maja (Preglednica 1). Po drugi stani pa je takrat tudi presevnost daljših valovnih dolžin od zelene do rdeče najmanjša, zaradi česar lahko sklepamo, da je pozno poleti v daljših valovnih dolžinah absorpcija večja. To je pričakovano, saj nakazuje, da so te valovne dolžine bolje izkoriščene v obdobjih, ko je svetlobe manj. V primeru zelenega in rumenega spektra gre za valovni dolžini, ki imata slabšo absorpcijo in zato prodre tudi v plast pod krošnjami (Larcher, 1995, str. 50), v primeru rdečega spektra k večji absorpciji najbrž prispeval delež dolgovalovne rdeče. To je namreč del spektra, ki prodre globlje v podrast (Taiz in Zeiger, 2010, str. 512).

Pomembno je omeniti, da so bile razlike v odbojnosti in presevnosti med obdobji relativno majhne. Podobno majhne razlike sta opazila tudi Knapp in Carter (1998), ko sta primerjala rastline zmernotoplega pasu, ki rastejo na različno osvetljenih območjih in zaključila, da te razlike niso pomembno vplivale na optične lastnosti.

5.3.2 Anatomske, morfološke in biokemijske lastnosti

Snovi, kot so antociani in UV absorbirajoče snovi, se tvorijo, ko so rastline izpostavljene večjemu sevanju UV (Chalker-Scott, 1999; Gaberščik s sod., 2002). Višje koncentracije teh spojin v temnejših delih pri antocianih ter tako svetlejših kot tudi temnejših delih pri UV absorbirajočih snovi torej kažejo na intenzivnejše sončno sevanje oz. večji delež UV spektra v spomladanskem času. Da pri vsebnosti antocianov nismo opazili takega vzorca tudi pri svetlejših delih, pripisujemo dejstvu, da je potreba po zaščiti večja v delih, za katere je značilna večja vsebnost klorofila, saj se s sposobnostjo izkoriščanja svetlobnega sevanja povečuje tudi občutljivost nanj. Povečano odpornost na UV svetlobno sevanje v obdobjih z večjim deležem UV spektra potrjuje tudi večja gostota dolgih trihomov, za katero smo že pri primerjavi svetlejših in temnejših delov ugotovili, da se v njih verjetno nahajajo UV absorbirajoče snovi. Izrazito daljši trihomi v avgustovskem obdobju so zaradi tega rahlo nepričakovani, vendar pa imajo trihomi veliko vlog, med katerimi večina ni povezana s sončnim sevanjem, kar bi lahko pojasnilo take rezultate (Johnson, 1975). Podobno kot gostoto dolgih lahko interpretiramo tudi večjo gostoto krajših trihomov zgoraj. Tudi če je njihovo pojavljanje povezano z višjimi temperaturami, je lahko njihova gostota aprila pojasnimo z

višjo temperaturo mikroklima kot posledico večje osončenosti. Najnižje koncentracije karotenodiov se pojavijo le v juniju, samo pri svetlejših delih in še to samo če karotenoide podamo na enoto površine, zato smo te razlike pripisali naključnemu nihanju. Količina klorofila pa ne potrjuje večje količine sončnega sevanja v pomladanskem času, saj razmerje med klorofilom *a* in *b* kaže, da so rastline takrat bolj prilagojene svetlobi nižje jakosti. Tudi iz same vsebnosti klorofila *a* ne moremo potrditi, da bi bili spomladanski listi bolj prilagojeni na bolj sončno okolje, saj je pri temnejših delih ta v vseh obdobjih enaka, razlikuje se edino v svetlejših delih, ki pa imajo v dveh od treh obdobjih manjšo količino klorofila *a* od zelenih delov, zaradi česar so manj pomembni kazalci razlik. Neujemanje z našimi pričakovanji pripisujemo temu, da se je vpliv manjše olistanosti spomladi zmanjšal zaradi slabega vremena, saj lahko opazimo, da je bilo spomladi 2014 manj jasnih dni in je sončno sevanje trajalo manj časa kot poleti 2013 (preglednica 1). Tanjšo kutikulo aprila v primerjavi s poletnimi meseci lahko pripišemo istemu vzroku, možno pa je tudi, da je razlika posledica naključja, saj je pri tako tankem in prosojnem sloju napaka, ki nastane pri meritvi, precej velika. Ker je za liste, ki se razvijejo na soncu, značilna večja debelina listov v primerjavi z listi, razvitimi v senci, je najdaljša debelina listov v avgustovskem obdobju nepričakovana. Vendar pa naj bi bila razlog za večjo debelino listov, ki so se razvijali na soncu, večja debelina palisadnega tkiva (Raven s sod., 2005; str. 569), v našem primeru pa je bila debelina palisadnega tkiva ves čas enaka, spreminjala se je debelina gobastega tkiva in tudi korelacijska analiza je pokazala veliko pozitivno korelacijo med debelino celotnega lista in omenjenega tkiva. Ker gobasto tkivo omogoči večjo absorpcijo razpršene svetlobe (Vogelmann in Martin, 1993) in bolj enakomerno razporeditev svetlobe (Zeiger in Taiz, 2010, str. 246), bi lahko sklepali tudi, da je večja debelina tega tkiva v okolju, kjer je več razpršene svetlobe in je osvetljenost listov zaradi sončnih lis bolj neenakomerna, pričakovane. Tudi specifična masa listov, ki je v poletnem času večja kot v spomladanskem, kaže na prilagoditev na bolj senčno obdobje (Lambers, 1998, str. 317), posredno pa na to nakazuje tudi večja dolžina listnih rež, ki je največja avgusta. Večja dolžina listnih rež je namreč značilna za rastline, ki rastejo v senci, vendar pa je ta lastnost povezana tudi z manjšo gostoto, ki je v naših rezultatih nismo izmerili (Larcher, 1995, str. 97). Do teh sprememb pride zaradi večje vlažnosti v mikrookolju, ki je posledica gostejše olistanosti drevesnih krošenj v poletnem času (Larcher, 1995, str. 410).

Na podlagi rezultatov lahko zaključimo, da so se lastnosti listov, ki so značilne za liste, razvite v razmerah z večjo količino svetlobe, večinoma res pojavljale spomladi in so z zastiranjem krošenj v poletnem obdobju pojavljale redkeje, vendar pa nekateri podatki tega ne potrjujejo, razmerje klorofila *a* in *b* pa celo zavračajo. Zaradi tega lahko našo predpostavko potrdimo le delno. Zagotovo pa smo dokazali, da se kakovost svetlobe, ki jo rastline prejmejo, spreminja od tiste z večjim deležem UV sevanja spomladi do manjšega v poletnih mesecih.

6 SKLEPI

Razlike med svetlejšimi in temnejšimi deli lista so v presevnosti in odbojnosti, morfološko-anatomskimi in biokemijskimi lastnostmi, a so relativno majhne, v fotokemični učinkovitosti fotosistema II pa jih sploh ni.

Ni nam uspelo dokazati, da so temnejši deli bolje prilagojeni za učinkovitejšo izrabo sončnega sevanja, svetlejši pa za zaščito pred škodljivimi učinki svetlobe. Vzrok za temnejšo obarvanost temnejših delov lista navadnega pljučnika je najverjetneje večja količina klorofila *a*. Razlik v zgradbi stebričastega tkiva nismo opazili, smo pa opazili, da je stebričasto tkivo pri temnejši delih debelejša in da ima list na tem mestu nekoliko manjšo odbojnost.

Listi, ki so se razvili v različnih obdobjih, v večjem delu meritev niso kazali tipičnih prilagoditev na spremembe jakosti svetlobe, ki se pojavi zaradi spreminjanja olistanosti drevesnih krošenj. Vzrok za to pripisujemo relativno večji osončenosti v poletnih mesecih leta 2013 v primerjavi s pomladjo 2014. So pa listi kazali prilagoditve na spreminjanje spektralnih lastnosti svetlobe; aprilski vzorci so imeli večje vsebnosti snovi, ki ščitijo pred škodljivimi učinki UV svetlobe.

Menimo, da bi bilo poskus dobro ponoviti v laboratoriju, kjer bi lahko bolje uravnavali svetloben razmere.

7 POVZETEK

Navadni pljučnik je rastlina gozdne podrasti, ki tekom leta razvije več generacij listov. Tik pred olistanjem drevesnih krošenj se razvijejo manjši listi, ki rastejo na stebelu oziroma na cavlisu, aprila jim tik po olistanju sledijo večji listi rozete, kakršne razvijajo do konca sezone. Na listih so v vseh obdobjih prisotni manjše ovalne svetlejše lise. Zanimalo nas je, zakaj izgledajo svetleje oziroma kako se razlikujejo od temnejših delov lista in kakšno vlogo imajo. Želeli smo ugotoviti tudi, kako na presevnost in odbojnost vplivajo druge lastnosti listov. Ker se svetlobne razmere v gozdu zaradi zastiranja, ki ga povzroči razvoj drevesnih krošenj, spreminjajo, nas je zanimalo, kako se bodo različne generacije listov na to prilagodile. Zato smo junija in avgusta 2013 in aprila in maja 2014 na listih rozete izvedli različne meritve; meritve optičnih lastnost, morfološko-anatomske in biokemijske meritve. Pri meritvi optičnih lastnosti listov pljučnika smo merili odbojnost in presevnost svetlobe od 280 do 887 nm valovne dolžine. Pri morfološko-anatomskih meritvah smo merili dolžino in gostoto kratkih in dolgih trihomov, gostoto in dolžino listnih rež, debelino celotnega lista, debelino zgornje in spodnje kutikule, zgornje in spodnje povrhnjice in debelino stebričastega ter gobastega tkiva. Pri biokemijskih meritvah smo ugotavljali količino klorofila *a* in *b*, razmerje med njima in količino karotenoidov po metodi Lichtenthaler in Buschmann 2000 *a*, 2000 *b* in količino antocianov po metodi Khare in Guruprasad, 1993. Izvedli smo tudi meritve UV-A, UV-B in celokupnih UV absorbirajočih snovi po nekoliko prilagojeni metodi Cladwell-a (1968). Vse biokemijske meritve smo podali v miligramu na gram suhe mase ali pa na miligram na cm². Vse meritve smo izvajali ločeno na svetlejših in temnejših delih. Na listih cavlisa smo izvedli samo morfološko-anatomske in biokemijske meritve, a jih zaradi majhnosti listov nismo mogli izvajati ločeno. Fiziološke meritve učinkovitosti fotosistema II smo zaradi neugodnih vremenskih razmer izvedli samo enkrat, meseca septembra ob 12.00. Merili smo dejansko in potencialno fotokemično učinkovitost na vzorcih adaptiranih na temo in na svetlobo. Zanimale so nas razlike med svetlejšimi in temnejšimi deli.

Ugotovili smo, da je za temnejši odtenek temnejših delov odgovorna večja količina klorofila *a* in debelejša palisadno tkivo pa tudi manjša odbojnost, medtem ko razlik v organizaciji stebričastega tkiva med svetlejšimi in temnejšimi deli nismo odkrili. Med pomembnejšimi razlikami bi omenila še večjo gostoto kratkih trihomov na adaksialni strani lista. Razlike med njimi so se pokazale tudi v dolžini listnih rež na abaksialni strani lista, debelini zgornje povrhnjice, dolžini kratkih trihomov, v količini UV absorbirajočih snovi na enoto površine, v količini karotenodiov, količini klorofila *b* na enoto površine ter razmerju med klorofilom *a* in *b*, a so se pojavile samo v enem obdobju. Izjema so podatki o količin UV-B absorbirajočih snovi na cm² in količino klorofila *b* na enoto suhe mase, kjer so količine enkrat večje pri temnejših, drugič pri svetlejših delih. Nismo pa opazili nobenih razlik v fotokemični učinkovitosti fotosistema II.

Rezultati meritev, ki smo jih opravili na listih, ne kažejo na pomembnejšo vlogo temnejših delov pri izkoriščanju svetlobe v obdobjih večje osenčenosti niti ne na večjo vlogo svetlejših v obdobjih večje osončenosti. Po odbojnosti, koncentraciji barvil in morfološko-anatomskih podatkih (z izjemo gostote dolgih trihomov in specifične mase listov) v obdobjih večje olistanosti zgornjih plasti gozda, ne moremo sklepati, da se lastnosti rastlin spremenijo glede na razmere v katerih prevladujejo svetloba manjše jakosti. Je pa večja gostota dolgih trihomov in vsebnosti UV absorbirajočih snovi v obdobju manjše olistanosti znak, da so rastline takrat bolj prilagojene na razmere z večjim deležom UV spektra.

Ko smo opazovali vpliv morfološko-anatomskih in biokemičnih lastnosti na presevnost in odbojnost smo ugotovili, da barvila (klorofil, karotenoidi in antociani) nimajo vpliva na odbojnost, vplivajo pa na manjšo presevnost v spektrih, v katerih imajo svoj absorpcijski vrh. Odbojnost najboljše pojasni gostota dolgih trihomov na adaksialni strani lista, presevnost pa količina klorofila *b* (mg/g) in količina karotenoidov (mg/cm²). Na absorpcijo v rdečem in modrem delu spektra ima pomemben vpliv debelina stebričastega tkiva. Opazili smo tudi vpliv kutikule na večjo odbojnost krajših valovnih dolžin in zmanjšano presevnost, domnevno zaradi UV absorbirajočih snovi. Na presevnost in odbojnost imajo vpliv daljši trihomi, medtem ko pri krajših to ni jasno.

8 VIRI:

- Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), Arhiv meteoroloških meritev za Ljubljano maj 2013 – maj 2014
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (16. 8. 2014)
- Aoyama E. M., Indriunas A., Maciel Monterio M. 2012. Anatomical aspects of leaf variegation – a review. *Communications in Plant Sciences*, 2, 3-4: 41-43
- Baltzer J. L. and Thomas S. C. 2005. Leaf optical responses to light and soil nutrient availability in temperate deciduous tree. *American Journal of Botany*, 92: 214-223
- Bilger W., Johnsen T., Schreiber U. 2001. UV-excited chlorophyll fluorescence as a tool for the assessment of UV-protection by the epidermis of plants. *Journal of Experimental Botany*, 52, 363: 2007–2014
- Bilings W. E., Morris R. J. 1951. Reflection of visible and infrared radiation from leaves of differing ecological groups. *American Journal of Botany*, 38: 273-285
- Brewer C. A., Smith W. K., Vogelmann T. C. 1991. Functional interaction between leaf trichomes, leaf wettability and the optical properties of water droplets. *Plant, Cell & Environment*, 14: 955–962
- Brown M. J., Parker G. G., Posner N. E. 1994. A Survey of Ultraviolet-B Radiation in Forests. *The Journal of Ecology*, 82, 4: 843-854
- Carter G. A., Knapp A. K. 2001. Leaf optical properties in higher plants: linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. *American Journal of Botany*, 88, 4: 677–684
- Chalker-Scott L. 1999. Environmental Significance of Anthocyanins in Plant Stress Responses. *Photochemistry and Photobiology*, 70, 1: 1-9
- Chazdon R. L. and Pearcy R. W. 1991. The Importance of Sunflecks of Forest Understory Plants. *BioScience*, 41, 11: 760-766
- Clark J. B., Lister G. R. 1975. Photosynthetic Action Spectra of Trees. II The relationship of cuticle structure to the visible and ultraviolet spectral properties of needles from four coniferous species. *Plant Physiology*, 55: 407- 413
- Cui M., Vogelmann T. C., Smith W. K. 1991. Chlorophyll and light gradients in sun and shade leaves of *Spinacia oleracea*. *Plant, Cell & Environment*, 14: 493–500
- Ehleringer J. R. and Mooney H. A. 1978. Leaf Hairs: effects on Physiological Activity and Adaptive Value to a Desert Shrub. *Oecologia*, 37: 183-200

- Esteban R., Fernández-Marín B., Becerril J. M., García-Plazaola J. I. 2008. Photoprotective implication of leaf variegation in *E. dens-canis* L. and *P. officinalis* L. *Journal of Plant Physiology*, 165: 1255-1263
- Federer C. A., Tanner L. B. 1966. Spectral distribution of light in the forest. *Ecology*, 47: 555-560
- Filella I., Penuelas J. 1999. Altitudinal differences in UV absorbance, UV reflectance and related morphological traits of *Quercus ilex* and *Rhododendron ferrugineum* in the Mediterranean region. *Plant Ecology*, 145: 157-165
- Gaberščik A., Novak M., Trošt T., Mazej Z., Germ M., Björn L. O. 2001. The influence of enhanced UV-B radiation on the spring geophyte *Pulmonaria officinalis*. *Plant Ecology*, 154, 51: 56
- Imanishi J., Nakayama A., Suzuki Y., Imanishi A., Ueda N., Morimoto Y., Yoneda M. 2010. Nondestructive determination of leaf chlorophyll content in two flowering cherries using reflectance and absorbance spectra. *Landscape and Ecology Engineering*, 6: 219–234
- Karabourniotis G., Papadopoulos K., Papmarkou M., Manetas Y. 1992. Ultraviolet-B absorbing capacity of leaf hairs. *Physiologia Plantarum*, 86: 414–418
- Khare M., Guruprasad K. N. 1993. UV-B induced anthocyanin synthesis in maize regulated by FMN and inhibitors of FMN photoreactions. *Plant Science*, 91: 1-5
- Knapp A. K. in Carter G. A. 1998. Variability in leaf optical properties among 26 species from a broad range of habitats. *American Journal of Botany*, 85, 7: 940-946
- Knipling E. B. 1970. Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 11: 327–331.
- Konoplyova A., Petropoulou Y., Charilaos Yiotis Y., Psaras G. K., Manetas Y. 2008. The fine structure and photosynthetic cost of structural leaf variegation. *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 203, 8: 653-662
- La Rocca N., Pupillo P., Puppi G, Rascio N. 2014. *Erythronium dens-canis* L. (Liliaceae): An unusual case of change of leaf motiling. *Plant Physiology and Biochemistry*, 74: 108-117
- La Rocca N., Rascio N., Pupillo P. 2011. Variegation in *Atum italicum* leaves: a structural-functiona study. *Plant physiology and Biochemistry*, 49: 1392-1398
- Lambers H., Chapin F. S., Pons. T. L. 1998. *Plant physiological ecology*. New York, Springer-Verlag: 634 str.
- Larcher W. 1995. *Physiological Plant Ecology, Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. 4th ed. Berlin, Springer Verlag: 513 str.

- Lee D. W., Lowry J. B., Stone B. C. 1979. Abaxial Anthocyanin Layer in Leaves of Tropical Rain Forest Plants: Enhancer of Light Capture in Deep Shade. *Biotropica*, 11, 1: 70-77
- Holmes M. G. and Keiller D. R. 2002. Effects of pubescence and waxes on the reflectance of leaves in the ultraviolet and photosynthetic wavebands a comparison of a range of species. *Plant, Cell and Environment*, 25: 85-93
- Martinčič, A., Wraber, T., Ravnik, V., Jogan, N., Podobnik, A., Turk, B., Vreš, B., Frajman, B., Strgulc-Krajšek, S., Trščak, B., Bačič, T., Fischer, M. A., Eler, K., Surina, B. 2007. Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk, 4. dopolnjena in spremenjena izdaja. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 967 str.
- Maxwell K., Johnson G. N. 2000. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51, 345: 659-668
- Middleton E. M. and Teramura A. H. 1993. The Role of Flavonol Glycosides and Carotenoids in Protecting Soybean from Ultraviolet-B damage. *Plant Physiology*, 103: 741-752
- Oberrath R. in Böhning-Gaese K. 1999. Floral color change and the attraction of insect pollinators in lungwort (*Pulmonaria collina*). *Oecologia*, 121: 383-391
- Perko D., Orožen Adamič, M. M. 1998. Slovenija - pokrajine in ljudje. Ljubljana, Mladinska knjiga: 735 str.
- Pfündel E. E., Agati G., Cerovic Z. G. 2006. Optical properties of plant surfaces. V: M. Riderer, C. Müller. (eds.). *Biology of the Plant Cuticle*. Oxford, UK, Blackwell: 216-249
- Raven P., Evert R. F., Eichhorn S. E. 2005. *Biologiy of Plants*. 7th ed. New York, W.H Freeman and Company: 686 str.
- Rothstein D. E., Zak D. R. 2001. Photosynthetic adaptation and acclimation to exploit seasonal periods of direct irradiance in three temperate decidous-forest herbs. *Functional Ecology*, 15: 722-731
- Rozema J., Björn L. O., Bornman J. F., Gaberščik A., Häder D. P., Trošt T., Germ M., Klisch M., Gröniger A., Sinha R. P., Lebert M., He Y. Y., Buffoni-Hall R., de Bakker N.V.J., van de Staaij, Mijkamp B. B. 2002. The role of UV-B radiation in aquanatic and terrestrial ecosystem- an experimental and functional analysis of the evolution of UV-absorbing compounds. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 66: 2-12
- Sims D. A., Gamon J. A. 2002. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. *Remote Sensing of Environment*, 81: 337-354

- Smith J. L., Burritt D. J., Bannister P. 2000. Shoot Dry Weight, Chlorophyll and UV-B-absorbing Compounds as Indicators of a Plant's Sensitivity to UV-B Radiation. *Annals of Botany*, 86: 1057 – 1063
- Steyn S. J., Wand E., Holcroft D. M., Jacobs. G. 2002. Anthocyanins in vegetative tissues: a proposed unified function in photoprotection. *New Phytologist*, 155: 349-361
- Taiz L., Zeiger E. 2010. *Plant Physiology*. 5th ed. Sunderland, Sinauer associates: 782 str.
- Tsukaya H., Okada H., Mohamed M. 2004. *Journal of Plant Resrch*, 117: 477-480
- Uno G., Storey R., Moore R., *Principles of Botany*. 2001. 1st ed. New York, The McGraw-Hill Company: 551 str.
- Vogelmann T. C., Nishio J. N., Smith W. 1996. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. *Trends in plant science*, 1, 2: 65-70
- Vogelmann, T. C. and Martin G. 1993. The functional significance of palisade tissue: penetration of directional versus diffuse light. *Plant, Cell & Environment*, 16: 65–72
- Weber J. A., Jurik T. W., Tenhunen J. D., Gates D. M. 1985. Analysis of gas exchange in seedlings of *Acer saccharum*: integration of field and laboratory studies. *Oecologia*, 65: 338-347
- Wooly J. T., 1971. Reflectance and Transmittance of Light by Leaves. *Plant Physiology*, 47: 656-662
- Yates T. H. and Rose J. K. C. 2013. The Formation and Function of Plant Cuticles. *Plant Physiology*, 163, 1: 5-20
- .

ZAHVALA

Zahvaljujem se Draganu Abramcu za pomoč pri izvanju meritev in obdelavi podatkov ter Ninu Rodetu za pomoč pri statistični obdelavi podatkov in interpretaciji. Zahvaljujem se tudi članom komisije: Alenki Gaberščik, Mateji Germ in Alešu Kladniku, ki so mi omogočili hiter zagovor magistrske naloge.

PRILOGA

PRILOGA A

Razlike v presevnosti in odbojnosti v različnih obdobjih

Preglednica 7: Presevnost temnejših delov v različnih obdobjih

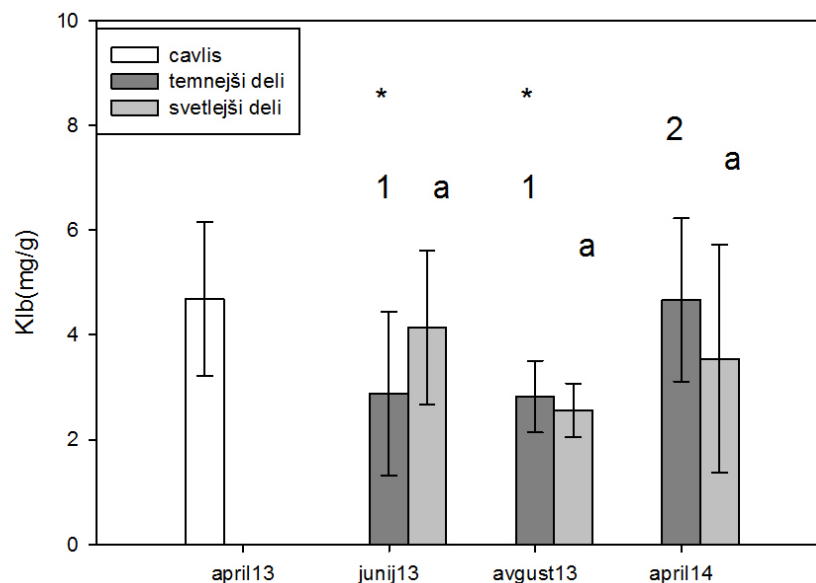
| del svetlobnega spektra | obdobje | N | povprečje | SD |
|-------------------------|---------|----|-----------|-------|
| UV-B | avgust | 10 | -136 | 219 |
| | april | 19 | -77 | 258 |
| | maj | 7 | -375 | 560 |
| UV-A | avgust | 10 | -31 | 204 |
| | april | 19 | 26 | 267 |
| | maj | 7 | -331 | 552 |
| vijola | avgust | 10 | 100 | 95 |
| | april | 19 | 63 | 119 |
| | maj | 7 | -26 | 100 |
| modra | avgust | 10 | 105 | 94 |
| | april | 19 | 94 | 95 |
| | maj | 7 | 2 | 127 |
| zelena | avgust | 10 | 1554 | 435 |
| | april | 19 | 2142 | 635 |
| | maj | 7 | 1964 | 285 |
| rumena | avgust | 10 | 606 | 195 |
| | april | 19 | 830 | 260 |
| | maj | 7 | 780 | 109 |
| rdeča | avgust | 10 | 615 | 240 |
| | april | 19 | 763 | 269 |
| | maj | 7 | 1077 | 564 |
| NIR | avgust | 10 | 27765 | 3304 |
| | april | 19 | 25684 | 6399 |
| | maj | 7 | 22758 | 10761 |

Preglednica 8: Presevnost svetlejših delov v različnih obdobjih

| del svetlobnega spektra | obdobje | N | pvporečje | stendardna deviacija |
|-------------------------|---------|----|-----------|----------------------|
| UV-b | avgust | 10 | -84 | 252 |
| | april | 19 | -113 | 109 |
| | maj | 2 | 35 | 38 |
| UV-A | avgust | 10 | -24 | 199 |
| | april | 19 | 43 | 97 |
| | maj | 2 | 78 | 105 |
| vijola | avgust | 10 | 175 | 112 |
| | april | 19 | 213 | 91 |
| | maj | 2 | 144 | 157 |
| modra | avgust | 10 | 198 | 111 |
| | april | 19 | 287 | 114 |
| | maj | 2 | 181 | 112 |
| zelena | avgust | 10 | 1962 | 704 |
| | april | 19 | 3252 | 696 |
| | maj | 2 | 1875 | 324 |
| rumena | avgust | 10 | 827 | 338 |
| | april | 19 | 1390 | 314 |
| | maj | 2 | 762 | 135 |
| rdeča | avgust | 10 | 927 | 372 |
| | april | 19 | 1520 | 389 |
| | maj | 2 | 817 | 298 |
| NIR | avgust | 10 | 27767 | 3829 |
| | april | 19 | 29749 | 4527 |
| | maj | 2 | 28379 | 5327 |

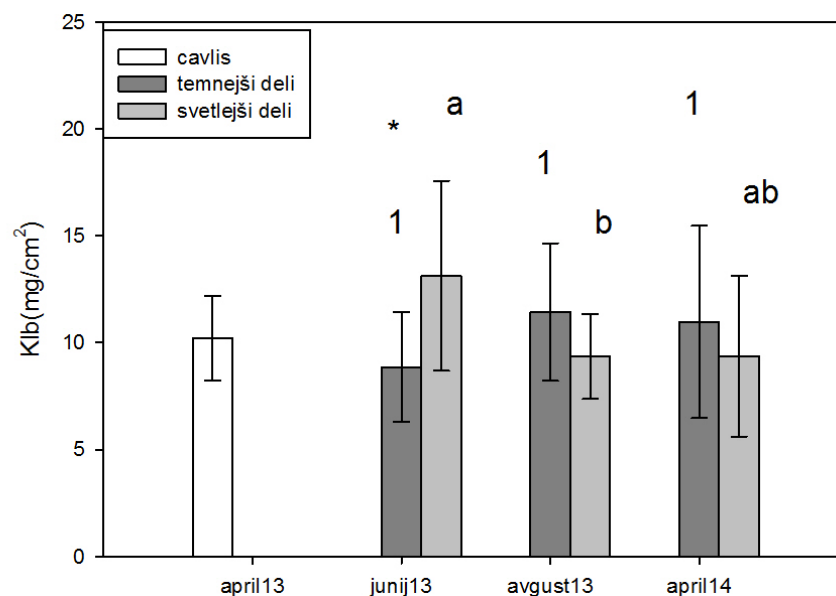
Priloga B

RAZLIKE MED SVETLEJŠIMI IN TEMNEJŠIMI DELI LISTA



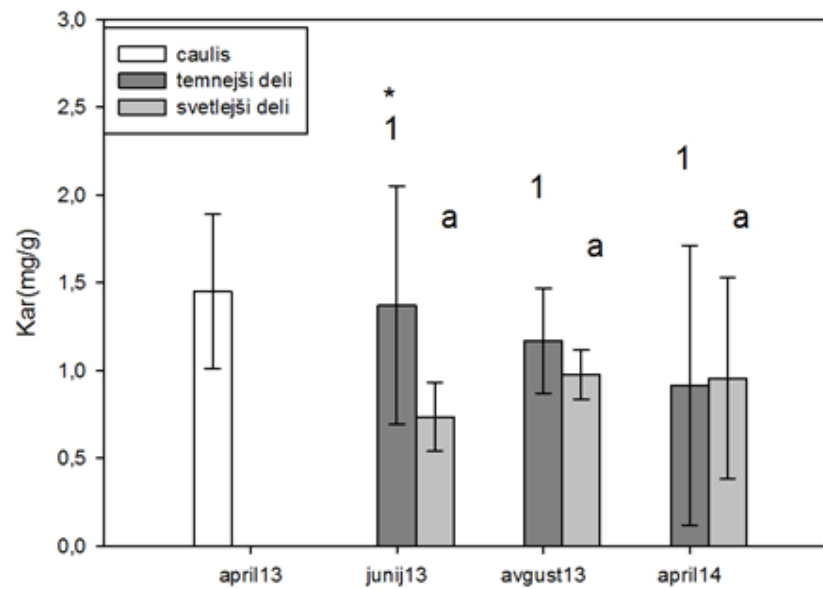
Slika 22: Razlike v količini klorofila *b* (mg/g) listov navadnega pljučnika ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=9$, $n_{\text{avgust13}}=8$, $n_{\text{april14}}=7$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s številkami, svetlejših delov pa s črkami

Razlike v koncentraciji klorofila *b* so prisotne v juniju in avgustu, v prvem primeru so večje v svetlejših, v drugem pa v temnejših delih. Razlika med obdobji se pokaže le pri temnejših lisah, ko je količina klorofila *b* največja aprila.



Slika 23: Količina klorofila *b* (mg/cm²) v listih navadnega pljučnika ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=9$, $n_{\text{avgust13}}=8$, $n_{\text{april14}}=7$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s števkami, svetlejših delov pa s črkami.

Statistično značilna razlika med klorofilom *b* med temnejšimi in svetlejšimi lisami se je pojavlja le v junijskih vzorcih, kjer je večja koncentracija v svetlejših delih. Med obdobji se statistično značilne razlike kažejo le pri svetlejših delih. Vidimo lahko, da so največje količine klorofila *b* prisotne v junijskem obdobju, najmanjše pa v avgustovskem, medtem ko se aprilski vzorci ne razlikujejo od ostalih dveh.



Slika 24: Količina karotenoidov (mg/g) listov navadnega pljučnika ($n_{\text{april13}}=10$, $n_{\text{junij13}}=9$, $n_{\text{avgust13}}=8$, $n_{\text{april14}}=7$) Obdobje, v katerem so se pokazale statistično značilne razlike med temnejšimi in svetlejšimi deli, je označeno z zvezdico. Statistično značilne razlike temnejših delov v različnih obdobjih so označene s številkami, svetlejših delov pa s črkami.

Edina statistično pomembna razlika med temnejšimi in svetlejšimi obdobji se pojavi junija. Temnejše lise imajo takrat večjo vsebnost karotenoidov kot svetlejše. Med posameznimi obdobji ni statistično značilnih razlik v koncentraciji karotenoidov, podanih na maso.

Priloga C

RAZLIKE MED OBDOBJI

Preglednica 9: Lastnosti svetlejših delov lista, ki se razlikujejo med posameznimi obdobji.

| parameter | obdobje | N | povprečje | SD | statistična značilnost |
|---|---------|----|-----------|---------|------------------------|
| debelina lista (μm) | junij | 6 | 262,132 | 36,505 | a |
| | avgust | 6 | 371,574 | 34,637 | b |
| | april | 7 | 292,188 | 49,264 | a |
| debelina gobstega tkiva (μm) | junij | 6 | 180,641 | 45,385 | a |
| | avgust | 6 | 268,554 | 30,880 | b |
| | april | 7 | 194,925 | 44,657 | a |
| debelina zgornje kutikule (μm) | junij | 6 | 5,032 | 0,753 | a |
| | avgust | 6 | 5,344 | 0,762 | a |
| | april | 7 | 3,383 | 0,400 | b |
| debelina spodnje kutikule (μm) | junij | 6 | 4,618 | 0,622 | a |
| | avgust | 6 | 4,769 | 0,750 | a |
| | april | 7 | 2,998 | 0,471 | b |
| dolžina dolgih trihomov zgoraj (mm^2) | junij | 10 | 860,848 | 120,020 | a |
| | avgust | 16 | 1151,044 | 222,169 | b |
| | april | 8 | 582,810 | 180,695 | c |
| gostota dolgih trimov zgoraj ($\text{število}/\text{mm}^2$) | junij | 9 | 0,794 | 0,315 | a |
| | avgust | 11 | 0,327 | 0,092 | a |
| | april | 7 | 2,656 | 0,825 | b |
| gostota dolgih trihomov spodaj ($\text{število}/\text{mm}^2$) | junij | 9 | 0,694 | 0,280 | a |
| | avgust | 11 | 0,414 | 0,074 | a |
| | april | 7 | 1,638 | 0,518 | b |
| UVB(mg/g) | junij | 10 | 1,590 | 0,482 | a |
| | avgust | 10 | 1,735 | 0,425 | a |
| | maj | 9 | 3,705 | 1,462 | b |
| UVA(mg/g) | junij | 10 | 2,495 | 0,831 | a |
| | avgust | 10 | 2,511 | 0,565 | a |
| | maj | 9 | 3,935 | 1,064 | b |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 9.

Preglednica 9: Lastnosti svetlejših delov lista, ki se razlikujejo med posameznimi obdobji

| parameter | obdobje | N | povprečje | SD | statistična značilnost |
|---------------------------------------|---------|----|-----------|-------|------------------------|
| antociani (mg/g) | junij | 9 | 0,126 | 0,070 | b |
| | avgust | 11 | 0,190 | 0,046 | a |
| | april | 8 | 0,182 | 0,032 | a |
| UV(mg/g) | junij | 10 | 4,085 | 1,305 | a |
| | avgust | 10 | 4,166 | 0,962 | a |
| | maj | 9 | 7,371 | 2,037 | b |
| UVA(mg/cm ²) | junij | 10 | 7,302 | 1,996 | a |
| | avgust | 10 | 8,958 | 1,923 | ab |
| | maj | 9 | 11,107 | 2,893 | b |
| specifična masa (mg/cm ²) | junij | 10 | 3,030 | 0,480 | a |
| | avgust | 10 | 3,701 | 0,175 | b |
| | april | 9 | 2,614 | 0,199 | a |
| | maj | 9 | 2,848 | 0,419 | a |

Preglednica 10: Lastnosti temnejših delov lista, ki se ne razlikujejo med obdobji in od svetlejših delov listov

| parameter | obdobje | N | povprečje | SD |
|---|---------|----|-----------|--------|
| debelina spodnje povrhnjice (µm) | junij | 6 | 24,23 | 4,01 |
| | avgust | 6 | 21,96 | 4,21 |
| | april | 8 | 21,84 | 3,88 |
| dolžina kratkih trihomov spodaj (µm) | junij | 4 | 106,06 | 6,23 |
| | avgust | 6 | 101,88 | 21,45 |
| | april | 8 | 110,37 | 8,00 |
| dolžina dolgih trihomov spodaj (µm) | junij | 10 | 647,79 | 132,01 |
| | avgust | 9 | 662,51 | 220,96 |
| | april | 8 | 579,89 | 130,45 |
| gostota listnih rež spodaj (število/mm ²) | junij | 10 | 68,363 | 11,842 |
| | avgust | 11 | 59,569 | 2,234 |
| | april | 7 | 69,64 | 21,93 |
| antociani (mg/g) | junij | 10 | 0,152 | 0,054 |
| | avgust | 11 | 0,188 | 0,060 |
| | april | 8 | 0,207 | 0,028 |

Preglednica 11: Lastnosti svetlejših delov lista, ki se ne razlikujejo med obdobji in od temnejših delov listov

| parameter | obdobje | N | povprečje | SD |
|---|---------|----|-----------|---------|
| debelina spodnje povrhnjice (μm) | junij | 6 | 21,397 | 4,937 |
| | avgust | 6 | 24,667 | 3,105 |
| | april | 7 | 22,659 | 4,075 |
| dolžina kratkih trihomovspodaj(μm) | junij | 4 | 102,659 | 29,701 |
| | avgust | 6 | 110,831 | 10,690 |
| | april | 7 | 111,405 | 10,628 |
| dolžina dolgih trihomov spodaj | junij | 10 | 620,299 | 139,748 |
| | avgust | 9 | 622,143 | 123,883 |
| | april | 8 | 591,936 | 134,948 |
| gostota listnih rež spodaj | junij | 10 | 68,416 | 11,791 |
| | avgust | 11 | 61,145 | 12,859 |
| | april | 7 | 67,710 | 16,265 |
| antociani (mg/cm^2) | junij | 9 | 0,384 | 0,209 |
| | avgust | 11 | 0,390 | 0,072 |
| | april | 8 | 0,480 | 0,087 |

Priloga D

PEARSONOVA KORELACIJA

LEGENDA

| | |
|--------------------|--|
| dL | debelina lista |
| dST | debelina stebričastega tkiva |
| dGO | debelina gobastega tkiva |
| dZPO | debelina zgornje povrhnjice |
| dZKU | debelina zgornje kutikul |
| dSPO | debelina spodnje povrhnjice |
| dSKU | debelina spodnje kutikule |
| dKTZ | dolžina kratkih trihomov zgoraj |
| dKTS | dolžina kratkih trihomov spodaj |
| dDTZ | dolžina dolgih trihomov zgoraj |
| dDTS | dolžina dolgih trihomov spodaj |
| gDTZ | gostota dolgih trihomov zgoraj |
| gDTS | gostota dolgih trihomov spodaj |
| gKTZ | gostota kratkih trihomov zgoraj |
| gKTS | gostota kratkih trihomov spodaj |
| dLRZ | dolžina listnih rež zgoraj |
| dLRS | dolžina listnih rež spodaj |
| gLRS | gostota listnih rež spodaj |
| KARm | količina karotenodiov na enoto mase |
| Klam | količina klorofila <i>a</i> na enoto mase |
| Kl _{bm} | količina klorofila <i>b</i> na enoto mase |
| KARp | količina karotenoidov na enoto mase |
| Klap | količina klorofila <i>a</i> na enoto površine |
| Kl _{bp} | količina klorofila <i>b</i> na enoto površine |
| KlaKl _b | razmerje med količino klorofila <i>a</i> in <i>b</i> |

| | |
|-------------------|--|
| UVB _m | količina UV-B absorbirajočih snovi na enoto mase |
| UV _{Am} | količina UV-A absorbirajočih snovi na enoto mase |
| UV _m | količina UV absorbirajočih snovi na enoto mase |
| UVB _p | količina UV-B absorbirajočih snovi na enoto površine |
| UV _{Ap} | količina UV-A absorbirajočih snovi na enoto površine |
| UV _p | količina UV absorbirajočih snovi na enoto površine |
| Ant _m | količina antocianov na enoto mase |
| Ant _{cm} | količina antocianov na enoto površine |
| masa | specifična suha masa |
| TUVB _c | presevnost UV-B dela spektra od 300 nm naprej |
| TUVA | presevnost UV-A dela spektra |
| TVI | presevnost vijoličastnega dela spektra |
| TMO | presevnost modrega dela spektra |
| TZE | presevnost zelenega dela spektra |
| TRU | presevnost rumenega dela spektra |
| TRD | presevnost rdečega dela spektra |
| TIN | presevnost NIR dela spektra |
| RUVB _c | odbojnost UV-B dela spektra od 300 nm naprej |
| RUVA | odbojnost UV-A dela spektra |
| RVI | odbojnost vijoličastnega dela spektra |
| RMO | odbojnost modrega dela spektra |
| RZE | odbojnost zelenega dela spektra |
| RRU | odbojnost rumenega dela spektra |
| RRD | odbojnost rdečega dela spektra |
| RIN | odbojnost NIR dela spektra |

Preglednica 12: Pearsonova korelacija dL, dST, dGO, dZPO, dZKU, dSPO, dSKU, dKTZ

| | | dL | dST | dGO | dZPO | dZKU | dSPO | dSKU | dKTZ |
|------|--------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| dL | Pears. | 1 | 0,088037 | ,973** | ,604** | ,455** | ,480** | ,338* | -0,03269 |
| | N | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 39 | 49 |
| dST | Pears. | 0,08804 | 1 | -0,01416 | -0,20789 | -,412** | -,307* | ,331* | ,282* |
| | N | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 39 | 49 |
| dGO | Pears. | ,973** | -0,01416 | 1 | ,601** | ,452** | ,436** | 0,290426 | -0,03561 |
| | N | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 39 | 49 |
| dZPO | Pears. | ,604** | -0,20789 | ,601** | 1 | ,361* | ,587** | 0,115544 | -0,2672 |
| | N | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 39 | 49 |
| dZKU | Pears. | ,455** | -,412** | ,452** | ,361* | 1 | ,562** | ,855** | -0,1379 |
| | N | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 39 | 49 |
| dSPO | Pears. | ,480** | -,307* | ,436** | ,587** | ,562** | 1 | 0,195918 | -0,17453 |
| | N | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 39 | 49 |
| dSKU | Pears. | ,338* | ,331* | 0,290426 | 0,115544 | ,855** | 0,195918 | 1 | 0,222309 |
| | N | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| dKTZ | Pears. | -0,0327 | ,282* | -0,03561 | -0,2672 | -0,1379 | -0,17453 | 0,222309 | 1 |
| | N | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 39 | 49 |
| dKTS | Pears. | ,306* | -,337* | ,301* | ,549** | ,364* | ,418** | -0,09967 | -,480** |
| | N | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 35 | 45 |
| dDTZ | Pears. | ,534** | 5,48E-05 | ,515** | ,368* | ,579** | ,330* | ,664** | -0,01396 |
| | N | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 28 | 38 |
| dDTS | Pears. | -0,1606 | 0,147119 | -0,19581 | 0,021125 | -0,11364 | -0,05937 | 0,05629 | 0,048411 |
| | N | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 24 | 34 |
| gDTZ | Pears. | -,446** | ,424* | -,443** | -,530** | -,861** | -,661** | -,756** | 0,295914 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 26 | 36 |
| gDTS | Pears. | -,425* | ,435** | -,446** | -,441** | -,747** | -,572** | -,727** | 0,329074 |
| | N | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 25 | 35 |
| gKTZ | Pears. | 0,26306 | -,551** | 0,294007 | ,436** | ,594** | ,444** | -,504** | -0,29849 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 26 | 36 |
| gKTS | Pears. | 0,23736 | -,473** | 0,258978 | 0,257136 | ,613** | ,396* | -0,06982 | -0,24335 |
| | N | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 29 | 39 |
| dLRZ | Pears. | 0,03864 | -0,07719 | 0,064195 | -0,04304 | 0,125587 | 0,013998 | .c | -0,11908 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0 | 10 |
| dLRS | Pears. | ,545** | -,368* | ,537** | ,574** | ,544** | ,581** | -0,02981 | -0,23855 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 26 | 36 |
| gLRS | Pears. | 0,16241 | -,611** | 0,204185 | ,342* | ,664** | ,390* | -0,07348 | -,386* |
| | N | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 27 | 37 |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 12

Preglednica 12: Pearsonova korelacija dL, dST, dGO, dZPO, dZKU, dSPO, dSKU, dKTZ

| | | dL | dST | dGO | dZPO | dZKU | dSPO | dSKU | dKTZ |
|--------|--------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| KARm | Pears. | -0,0857 | 0,390299 | -0,12713 | -0,05632 | -,508* | -0,29509 | -0,52374 | -0,22903 |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 12 | 22 |
| Klam | Pears. | -0,1448 | 0,299136 | -0,17299 | -0,03302 | -,493* | -0,34645 | -0,50095 | -0,06188 |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 12 | 22 |
| Klbm | Pears. | -0,3492 | 0,255971 | -0,35525 | -0,23672 | -,626** | -,544** | -,579* | 0,395918 |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 12 | 22 |
| KARp | Pears. | 0,29961 | -,542** | 0,330279 | ,521* | ,435* | ,529* | -0,44877 | -,543** |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 12 | 22 |
| Klap | Pears. | 0,35432 | 0,068684 | 0,321394 | 0,416223 | 0,03618 | 0,226717 | -0,1581 | -,520* |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 12 | 22 |
| Klbp | Pears. | -0,1104 | 0,114585 | -0,11246 | -0,12112 | -0,36702 | -0,18723 | -0,40863 | 0,005281 |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 12 | 22 |
| KlaKlb | Pears. | ,502* | -0,11588 | ,476* | ,673** | ,434* | ,457* | 0,333522 | -,550** |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 12 | 22 |
| UVBm | Pears. | -0,2236 | 0,035785 | -0,23516 | -0,03607 | -0,28368 | -0,40341 | 0,593054 | 0,272246 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 11 | 21 |
| UVAm | Pears. | -0,2897 | 0,039064 | -0,2874 | -0,15263 | -0,36621 | -,480* | 0,348474 | 0,318705 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 11 | 21 |
| UVm | Pears. | -0,2615 | 0,037438 | -0,26548 | -0,10063 | -0,33071 | -,447* | 0,472781 | 0,299887 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 11 | 21 |
| UVBp | Pears. | ,479* | -0,22824 | ,449* | ,694** | ,563** | ,445* | ,627* | -0,14052 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 11 | 21 |
| UVAp | Pears. | ,572** | -0,3028 | ,570** | ,662** | ,620** | ,535* | 0,465527 | -0,14177 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 11 | 21 |
| UVp | Pears. | ,568** | -0,28489 | ,560** | ,660** | ,613** | ,505* | 0,55783 | -0,1521 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 11 | 21 |
| Antm | Pears. | -,442* | 0,165226 | -,447* | -,418* | -,532** | -,572** | -0,33757 | 0,293526 |
| | N | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 14 | 24 |
| Antcm | Pears. | -,473* | -0,08812 | -,471* | -0,34357 | -0,29431 | -0,29257 | -0,23289 | -0,00878 |
| | N | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 14 | 24 |
| masa | Pears. | ,801** | ,883** | ,745** | 0,359672 | 0,26387 | 0,405713 | 0,376343 | 0,413625 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |

Se nadaljuje

Preglednica 13: Pearsonova korelacija dKTS, gKTZ, dDTZ, dDTS, gDTZ

| | | dKTS | gKTZ | gKTS | dDTZ | dDTS | gDTZ |
|------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| dL | Pears. | ,306* | 0,263064 | 0,23736 | ,534** | -0,16062 | -,446** |
| | N | 45 | 36 | 39 | 38 | 34 | 36 |
| dST | Pears. | -,337* | -,551** | -,473** | 5,48E-05 | 0,147119 | ,424* |
| | N | 45 | 36 | 39 | 38 | 34 | 36 |
| dGO | Pears. | ,301* | 0,294007 | 0,258978 | ,515** | -0,19581 | -,443** |
| | N | 45 | 36 | 39 | 38 | 34 | 36 |
| dZPO | Pears. | ,549** | ,436** | 0,257136 | ,368* | 0,021125 | -,530** |
| | N | 45 | 36 | 39 | 38 | 34 | 36 |
| dZKU | Pears. | ,364* | ,594** | ,613** | ,579** | -0,11364 | -,861** |
| | N | 45 | 36 | 39 | 38 | 34 | 36 |
| dSPO | Pears. | ,418** | ,444** | ,396* | ,330* | -0,05937 | -,661** |
| | N | 45 | 36 | 39 | 38 | 34 | 36 |
| dSKU | Pears. | -0,09967 | -,504** | -0,06982 | ,664** | 0,05629 | -,756** |
| | N | 35 | 26 | 29 | 28 | 24 | 26 |
| dKTZ | Pears. | -,480** | -0,29849 | -0,24335 | -0,01396 | 0,048411 | 0,295914 |
| | N | 45 | 36 | 39 | 38 | 34 | 36 |
| dKTS | Pears. | 1 | ,564** | ,474** | -0,05166 | -0,01744 | -,556** |
| | N | 45 | 32 | 35 | 34 | 30 | 32 |
| dDTZ | Pears. | -0,05166 | ,303* | 0,185125 | 1 | ,419** | -,610** |
| | N | 34 | 48 | 50 | 78 | 64 | 53 |
| dDTS | Pears. | -0,01744 | -0,03977 | 0,026953 | ,419** | 1 | 0,052096 |
| | N | 30 | 36 | 38 | 64 | 64 | 39 |
| gDTZ | Pears. | -,556** | -,725** | -,587** | -,610** | 0,052096 | 1 |
| | N | 32 | 52 | 55 | 53 | 39 | 65 |
| gDTS | Pears. | -,382* | -,618** | -,558** | -,530** | 0,16876 | ,860** |
| | N | 32 | 52 | 55 | 52 | 38 | 64 |
| gKTZ | Pears. | ,564** | 1 | ,782** | ,303* | -0,03977 | -,725** |
| | N | 32 | 62 | 62 | 48 | 36 | 52 |
| gKTS | Pears. | ,474** | ,782** | 1 | 0,185125 | 0,026953 | -,587** |
| | N | 35 | 62 | 66 | 50 | 38 | 55 |
| dLRZ | Pears. | -0,11626 | -0,18295 | -0,24325 | 0,246543 | 0,003901 | 0,163856 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| dLRS | Pears. | ,587** | ,499** | ,269* | ,541** | -0,06457 | -,568** |
| | N | 32 | 56 | 59 | 51 | 37 | 56 |
| gLRS | Pears. | ,601** | ,812** | ,605** | 0,253683 | 0,054943 | -,721** |
| | N | 33 | 58 | 62 | 52 | 38 | 57 |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 13

Preglednica 13: dKTS, gKTS dDTZ, dDTS, gDTZ

| | | dKTS | gKTS | gKTS | dDTZ | dDTS | gDTZ |
|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| KARm | Pears. | -0,06153 | -0,31611 | -0,31987 | -0,05368 | 0,06266 | 0,284493 |
| | N | 21 | 30 | 33 | 36 | 28 | 34 |
| Klam | Pears. | -0,15884 | -0,26261 | -0,29628 | -0,0326 | 0,092234 | 0,226595 |
| | N | 21 | 30 | 33 | 36 | 28 | 34 |
| Klbm | Pears. | -0,33078 | -,510** | -0,30359 | -,368* | -0,0977 | ,373* |
| | N | 21 | 30 | 33 | 36 | 28 | 34 |
| KARp | Pears. | ,503* | ,697** | ,439* | ,464** | 0,133747 | -,643** |
| | N | 21 | 30 | 33 | 36 | 28 | 34 |
| Klap | Pears. | 0,166847 | 0,307597 | 0,00772 | ,479** | 0,047833 | -0,29805 |
| | N | 21 | 30 | 33 | 36 | 28 | 34 |
| Klbp | Pears. | -0,19252 | -0,13589 | -0,15326 | -0,02956 | -0,21125 | 0,064696 |
| | N | 21 | 30 | 33 | 36 | 28 | 34 |
| KlaKlb | Pears. | 0,416439 | ,366* | 0,258475 | ,367* | 0,194859 | -,344* |
| | N | 21 | 31 | 34 | 37 | 28 | 35 |
| UVBm | Pears. | 0,064684 | -,446** | -0,29425 | -0,22319 | 0,076638 | ,358* |
| | N | 20 | 33 | 35 | 36 | 25 | 34 |
| UVAm | Pears. | 0,003923 | -,501** | -0,31473 | -0,30458 | 0,038786 | ,454** |
| | N | 20 | 33 | 35 | 36 | 25 | 34 |
| UVm | Pears. | 0,030978 | -,493** | -0,3185 | -0,27012 | 0,056254 | ,413* |
| | N | 20 | 33 | 35 | 36 | 25 | 34 |
| UVBp | Pears. | ,458* | 0,232921 | 0,161244 | ,403* | -0,00174 | -0,22841 |
| | N | 20 | 33 | 35 | 36 | 25 | 34 |
| UVAp | Pears. | ,498* | 0,229737 | 0,238078 | ,389* | -0,28166 | -0,23101 |
| | N | 20 | 33 | 35 | 36 | 25 | 34 |
| UVp | Pears. | ,520* | 0,232616 | 0,249144 | ,403* | -0,23855 | -0,24422 |
| | N | 20 | 33 | 35 | 36 | 25 | 34 |
| Antm | Pears. | -,523* | -,414* | -0,23355 | -0,17378 | -0,00901 | ,369* |
| | N | 23 | 35 | 38 | 38 | 26 | 38 |
| Antcm | Pears. | -,584** | -,428* | -0,23673 | -,376* | -0,17609 | ,489** |
| | N | 23 | 35 | 38 | 38 | 26 | 38 |
| masa | Pears. | -0,34129 | 0,3006 | -,572** | ,660** | 0,123579 | -,451** |
| | N | 15 | 28 | 32 | 25 | 14 | 32 |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 13

Preglednica 13: Pearsonova korelacija dKTS, gKTS dDTZ, dDTS, gDTZ

| | | dKTS | gKTZ | gKTS | dDTZ | dDTS | gDTZ |
|-------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TUVBc | Pears. | 0,037623 | 0,33483 | 0,130161 | -0,08816 | 0,258577 | ,467* |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| TUVA | Pears. | 0,090814 | 0,021477 | -0,08924 | -0,0444 | 0,242875 | ,525* |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| TVI | Pears. | 0,303355 | -0,30989 | -0,30027 | -0,09746 | 0,067347 | 0,161425 |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| TMO | Pears. | 0,205692 | -0,31207 | -0,18258 | -0,18897 | 0,015359 | 0,205559 |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| TZE | Pears. | 0,352261 | -0,26567 | -0,18221 | -,658** | -0,23205 | 0,357031 |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| TRU | Pears. | 0,343891 | -0,28421 | -0,17589 | -,615** | -0,22966 | 0,317339 |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| TRD | Pears. | 0,298713 | -0,29219 | -0,16454 | -,462** | -0,15163 | 0,298673 |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| TIN | Pears. | 0,403838 | -0,36434 | -0,43246 | -,429* | -0,18228 | -0,09984 |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| RUVBc | Pears. | -0,28065 | -0,03177 | -0,08237 | ,498** | 0,015815 | -,573** |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| RUVA | Pears. | -0,00319 | -0,14043 | -0,19445 | ,684** | 0,124163 | -,747** |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| RVI | Pears. | 0,020478 | -0,21784 | -0,29398 | ,714** | 0,137082 | -,732** |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| RMO | Pears. | 0,015654 | -0,20956 | -0,32811 | ,691** | 0,12303 | -,684** |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| RZE | Pears. | 0,042203 | 0,00295 | -0,24717 | 0,203006 | -0,09247 | -0,26086 |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| RRU | Pears. | 0,078425 | -0,22654 | -0,137 | 0,149066 | 0,010842 | -0,28522 |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| RRD | Pears. | -0,13683 | -0,07607 | -0,2378 | ,344* | -0,00413 | -0,27752 |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |
| RIN | Pears. | -0,2067 | 0,256533 | -0,11584 | ,492** | -0,03231 | -,543* |
| | N | 21 | 18 | 20 | 34 | 32 | 20 |

Preglednica 14: Pearsonova korelacija gDTS, masa, dLRZ, dLRS, gLRS

| | | gDTS | masa | dLRZ | dLRS | gLRS |
|------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| dL | Pears. | -,425* | ,801** | 0,038639 | ,545** | 0,162408 |
| | N | 35 | 15 | 10 | 36 | 37 |
| dST | Pears. | ,435** | ,883** | -0,07719 | -,368* | -,611** |
| | N | 35 | 15 | 10 | 36 | 37 |
| dGO | Pears. | -,446** | ,745** | 0,064195 | ,537** | 0,204185 |
| | N | 35 | 15 | 10 | 36 | 37 |
| dZPO | Pears. | -,441** | 0,359672 | -0,04304 | ,574** | ,342* |
| | N | 35 | 15 | 10 | 36 | 37 |
| dZKU | Pears. | -,747** | 0,26387 | 0,125587 | ,544** | ,664** |
| | N | 35 | 15 | 10 | 36 | 37 |
| dSPO | Pears. | -,572** | 0,405713 | 0,013998 | ,581** | ,390* |
| | N | 35 | 15 | 10 | 36 | 37 |
| dSKU | Pears. | -,727** | 0,376343 | .c | -0,02981 | -0,07348 |
| | N | 25 | 15 | 0 | 26 | 27 |
| dKTZ | Pears. | 0,329074 | 0,413625 | -0,11908 | -0,23855 | -,386* |
| | N | 35 | 15 | 10 | 36 | 37 |
| dKTS | Pears. | -,382* | -0,34129 | -0,11626 | ,587** | ,601** |
| | N | 32 | 15 | 10 | 32 | 33 |
| dDTZ | Pears. | -,530** | ,660** | 0,246543 | ,541** | 0,253683 |
| | N | 52 | 25 | 10 | 51 | 52 |
| dDTS | Pears. | 0,16876 | 0,123579 | 0,003901 | -0,06457 | 0,054943 |
| | N | 38 | 14 | 10 | 37 | 38 |
| gDTZ | Pears. | ,860** | -,451** | 0,163856 | -,568** | -,721** |
| | N | 64 | 32 | 10 | 56 | 57 |
| gDTS | Pears. | 1 | -,429* | -0,28568 | -,504** | -,609** |
| | N | 65 | 33 | 10 | 56 | 57 |
| gKTZ | Pears. | -,618** | 0,3006 | -0,18295 | ,499** | ,812** |
| | N | 52 | 28 | 10 | 56 | 58 |
| gKTS | Pears. | -,558** | -,572** | -0,24325 | ,269* | ,605** |
| | N | 55 | 32 | 10 | 59 | 62 |
| dLRZ | Pears. | -0,28568 | .c | 1 | -0,19479 | 0,343699 |
| | N | 10 | 0 | 10 | 10 | 10 |
| dLRS | Pears. | -,504** | ,398* | -0,19479 | 1 | ,297* |
| | N | 56 | 32 | 10 | 66 | 63 |
| gLRS | Pears. | -,609** | -0,19563 | 0,343699 | ,297* | 1 |
| | N | 57 | 31 | 10 | 63 | 66 |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 14

Preglednica 14: Pearsonova korelacija gDTS, masa, dLRZ, dLRS, gLRS

| | | gDTS | masa | dLRZ | dLRS | gLRS |
|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| KARm | Pears. | 0,137885 | 0,22375 | ,636* | -0,20288 | -,347* |
| | N | 34 | 43 | 10 | 36 | 34 |
| Klam | Pears. | 0,292827 | 0,121595 | 0,311289 | -0,17404 | -0,32064 |
| | N | 34 | 43 | 10 | 36 | 34 |
| KlBm | Pears. | ,449** | -0,25496 | -0,27424 | -,428** | -,448** |
| | N | 34 | 43 | 10 | 36 | 34 |
| KARp | Pears. | -,624** | ,439** | 0,57908 | ,556** | ,581** |
| | N | 34 | 43 | 10 | 36 | 34 |
| Klap | Pears. | -0,28117 | ,573** | 0,359976 | ,334* | 0,184772 |
| | N | 34 | 43 | 10 | 36 | 34 |
| Klbp | Pears. | 0,073453 | 0,109545 | -0,26904 | -0,16052 | -0,13403 |
| | N | 34 | 43 | 10 | 36 | 34 |
| KlaKlb | Pears. | -0,29134 | ,369* | 0,468767 | ,341* | ,335* |
| | N | 35 | 43 | 10 | 37 | 35 |
| UVBm | Pears. | ,520** | -,572** | -0,11213 | -,364* | -,426* |
| | N | 34 | 50 | 10 | 35 | 35 |
| UVAm | Pears. | ,596** | -,577** | -0,11058 | -,403* | -,486** |
| | N | 34 | 50 | 10 | 35 | 35 |
| UVm | Pears. | ,564** | -,554** | -0,11043 | -,404* | -,462** |
| | N | 34 | 50 | 10 | 35 | 35 |
| UVBp | Pears. | -0,12619 | -0,22402 | -0,14498 | 0,251114 | 0,150776 |
| | N | 34 | 50 | 10 | 35 | 35 |
| UVAp | Pears. | -0,14279 | -0,10185 | -0,14053 | 0,218444 | 0,166508 |
| | N | 34 | 50 | 10 | 35 | 35 |
| UVp | Pears. | -0,14668 | -0,17763 | -0,14196 | 0,224089 | 0,17673 |
| | N | 34 | 50 | 10 | 35 | 35 |
| Antm | Pears. | ,369* | -,409** | 0,114268 | -,366* | -,459** |
| | N | 38 | 46 | 10 | 38 | 38 |
| Antcm | Pears. | ,375* | -,399** | 0,200738 | -,506** | -,456** |
| | N | 38 | 46 | 10 | 38 | 38 |
| masa | Pears. | -,429* | 1 | .c | ,398* | -0,19563 |
| | N | 33 | 77 | 0 | 32 | 31 |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 14

Preglednica 14: Pearsonova korelacija gDTS, masa, dLRZ, dLRS, gLRS

| | | gDTS | masa | dLRZ | dLRS | gLRS |
|-------|--------|----------|----------|------|----------|----------|
| TUVBc | Pears. | 0,423396 | -0,10418 | .c | -0,03214 | 0,072601 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| TUVA | Pears. | 0,380596 | -0,07522 | .c | -0,02874 | -0,06008 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| TVI | Pears. | -0,04858 | 0,031017 | .c | 0,062864 | -0,2472 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| TMO | Pears. | -0,01203 | 0,08848 | .c | -0,04199 | -0,26416 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| TZE | Pears. | 0,158935 | 0,014767 | .c | -0,17839 | -0,06328 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| TRU | Pears. | 0,108902 | 0,06577 | .c | -0,17599 | -0,0861 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| TRD | Pears. | 0,069158 | 0,303028 | .c | -0,14691 | -0,14518 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| TIN | Pears. | -0,21276 | -0,06453 | .c | 0,078398 | -0,22595 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| RUVBc | Pears. | -,593** | ,466** | .c | 0,38274 | -0,13471 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| RUVA | Pears. | -,782** | 0,234173 | .c | ,529* | -0,30217 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| RVI | Pears. | -,767** | ,465** | .c | ,517* | -0,33694 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| RMO | Pears. | -,742** | ,501** | .c | ,493* | -0,32117 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| RZE | Pears. | -0,39011 | 0,319119 | .c | 0,092768 | -0,10111 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| RRU | Pears. | -0,21633 | ,352* | .c | ,469* | -0,15005 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| RRD | Pears. | -,473* | ,460** | .c | 0,136124 | -0,16146 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |
| RIN | Pears. | -,515* | ,558** | .c | 0,200223 | -0,02623 |
| | N | 20 | 36 | 0 | 20 | 20 |

Preglednica 15: Pearsonova korelacija TUVB, TUVA, TVI, TMO, TZE, TRU, TRD TIN

| | | TUVB | TUVA | TVI | TMO | TZE | TRU | TRD | TIN |
|------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| dL | Pears. | -0,40277 | -0,29647 | 0,065183 | -0,00658 | -0,15478 | -0,12688 | -0,0996 | 0,161663 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dST | Pears. | -0,04861 | -0,20482 | -0,34979 | -,438* | -0,19394 | -0,23368 | -0,31913 | 0,118952 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dGO | Pears. | -0,40841 | -0,31217 | 0,044743 | -0,03692 | -0,19707 | -0,16834 | -0,13613 | 0,129208 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dZPO | Pears. | 0,359154 | 0,358895 | ,596** | ,547* | 0,371685 | 0,397598 | ,487* | 0,365663 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dZKU | Pears. | -,443* | -0,30255 | 0,135135 | 0,112879 | 0,114728 | 0,126822 | 0,086699 | ,495* |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dSPO | Pears. | 0,31747 | 0,30227 | 0,370528 | 0,421107 | 0,327425 | 0,338383 | 0,3855 | 0,192414 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dSKU | Pears. | -0,34582 | -0,18103 | 0,430074 | 0,268121 | 0,160389 | 0,191855 | 0,22467 | ,600** |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dKTZ | Pears. | 0,151571 | 0,164351 | ,499* | ,552** | ,697** | ,712** | ,680** | ,559** |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dKTS | Pears. | 0,037623 | 0,090814 | 0,303355 | 0,205692 | 0,352261 | 0,343891 | 0,298713 | 0,403838 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dDTZ | Pears. | -0,08816 | -0,0444 | -0,09746 | -0,18897 | -,658** | -,615** | -,462** | -,429* |
| | N | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |
| dDTS | Pears. | 0,258577 | 0,242875 | 0,067347 | 0,015359 | -0,23205 | -0,22966 | -0,15163 | -0,18228 |
| | N | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| gDTZ | Pears. | ,467* | ,525* | 0,161425 | 0,205559 | 0,357031 | 0,317339 | 0,298673 | -0,09984 |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| gDTS | Pears. | 0,423396 | 0,380596 | -0,04858 | -0,01203 | 0,158935 | 0,108902 | 0,069158 | -0,21276 |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| gKTZ | Pears. | 0,33483 | 0,021477 | -0,30989 | -0,31207 | -0,26567 | -0,28421 | -0,29219 | -0,36434 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| gKTS | Pears. | 0,130161 | -0,08924 | -0,30027 | -0,18258 | -0,18221 | -0,17589 | -0,16454 | -0,43246 |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| dLRZ | Pears. | .c | .c | .c | .c | .c | .c | .c | .c |
| | N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| dLRS | Pears. | -0,03214 | -0,02874 | 0,062864 | -0,04199 | -0,17839 | -0,17599 | -0,14691 | 0,078398 |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| gLRS | Pears. | 0,072601 | -0,06008 | -0,2472 | -0,26416 | -0,06328 | -0,0861 | -0,14518 | -0,22595 |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 15

Preglednica 15: Pearsonov koeficient TUVB, TUVA, TVI, TMO, TZE, TRU, TRD TIN

| | | TUVB | TUVA | TVI | TMO | TZE | TRU | TRD | TIN |
|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| KARm | Pears. | -0,25443 | -0,25104 | -0,14437 | -0,14046 | -0,0915 | -0,09225 | -0,10661 | 0,031809 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Klam | Pears. | -0,21588 | -0,25288 | -0,30678 | -0,31966 | -0,23829 | -0,2598 | -0,28007 | -0,08545 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Klbn | Pears. | 0,192608 | -0,20937 | -,561* | -,598* | -0,50156 | -0,50855 | -,518* | -0,21879 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| KARp | Pears. | -0,4366 | -0,36764 | -0,14754 | -0,10678 | -0,08395 | -0,0764 | -0,08573 | -0,04106 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Klap | Pears. | -0,43883 | -0,40175 | -0,28233 | -0,25341 | -0,20216 | -0,21146 | -0,22632 | -0,14327 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Klbp | Pears. | -0,00271 | -0,40441 | -,593* | -,604* | -0,51225 | -0,51301 | -,523* | -0,27908 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| KlaKlb | Pears. | -,556* | 0,066466 | 0,46303 | ,518* | 0,443644 | 0,452886 | 0,467534 | 0,219204 |
| | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| UVBm | Pears. | 0,123108 | 0,082599 | -0,20144 | -0,27256 | -0,27335 | -0,26823 | 0,393198 | -0,32742 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| UVAm | Pears. | 0,24995 | 0,271926 | 0,166008 | 0,056239 | 0,13259 | 0,138093 | 0,424822 | -0,0198 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| UVm | Pears. | 0,157507 | 0,130307 | -0,1004 | -0,17224 | -0,10526 | -0,09515 | 0,323526 | -0,21509 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| UVBp | Pears. | -0,04002 | -0,15841 | -0,45584 | -0,41676 | -0,33294 | -0,31526 | -0,12264 | -0,31255 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| UVAp | Pears. | 0,17889 | 0,161171 | 0,116742 | 0,057718 | 0,187086 | 0,197493 | 0,152264 | 0,079111 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| UVp | Pears. | 0,064495 | -0,01301 | -0,20756 | -0,21376 | -0,10165 | -0,08629 | 0,003386 | -0,1427 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Antm | Pears. | -0,11092 | -0,24737 | -0,35875 | -0,42643 | -0,49131 | -0,49958 | -0,48842 | -0,41498 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Antcm | Pears. | -0,10062 | -0,25597 | -0,23411 | -0,2557 | -0,38527 | -0,35624 | -0,33419 | -0,42046 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| masa | Pears. | -0,10418 | -0,07522 | 0,031017 | 0,08848 | 0,014767 | 0,06577 | 0,303028 | -0,06453 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |

Se nadaljuje

Preglednica 16: Pearsonovova korelacija: RUVB, RUVA, RVI, RMO, RZE, RRU, RRD, RIN

| | | RUVBc | RUVA | RVI | RMO | RZE | RRU | RRD | RIN |
|------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| dL | Pears. | ,494* | ,605** | ,606** | ,577** | 0,242485 | 0,365501 | 0,260658 | 0,329032 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dST | Pears. | -0,12748 | -0,07242 | -0,15452 | -0,20738 | -0,37226 | -0,33939 | -,505* | -0,14163 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dGO | Pears. | ,491* | ,614** | ,619** | ,597** | 0,269857 | 0,392987 | 0,289252 | 0,371959 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dZPO | Pears. | -0,00246 | 0,191027 | 0,254756 | 0,288255 | 0,32782 | 0,37558 | 0,286934 | -0,07236 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dZKU | Pears. | ,615** | ,628** | ,652** | ,612** | 0,331375 | ,454* | 0,335899 | 0,294423 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dSPO | Pears. | -0,14313 | -0,08434 | -0,0658 | -0,068 | -0,05966 | -0,04406 | -0,0656 | -0,35494 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dSKU | Pears. | ,502* | ,754** | ,801** | ,777** | ,443* | ,634** | 0,423469 | 0,357896 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dKTZ | Pears. | 0,062319 | 0,138427 | 0,199083 | 0,230013 | ,484* | 0,421697 | 0,381431 | -0,02275 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dKTS | Pears. | -0,28065 | -0,00319 | 0,020478 | 0,015654 | 0,042203 | 0,078425 | -0,13683 | -0,2067 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dDTZ | Pears. | ,498** | ,684** | ,714** | ,691** | 0,203006 | 0,149066 | ,344* | ,492** |
| | N | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |
| dDTS | Pears. | 0,015815 | 0,124163 | 0,137082 | 0,12303 | -0,09247 | 0,010842 | -0,00413 | -0,03231 |
| | N | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| gDTZ | Pears. | -,573** | -,747** | -,732** | -,684** | -0,26086 | -0,28522 | -0,27752 | -,543* |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| gDTS | Pears. | -,593** | -,782** | -,767** | -,742** | -0,39011 | -0,21633 | -,473* | -,515* |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| gKTZ | Pears. | -0,03177 | -0,14043 | -0,21784 | -0,20956 | 0,00295 | -0,22654 | -0,07607 | 0,256533 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| gKTS | Pears. | -0,08237 | -0,19445 | -0,29398 | -0,32811 | -0,24717 | -0,137 | -0,2378 | -0,11584 |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| dLRZ | Pears. | .c | .c | .c | .c | .c | .c | .c | .c |
| | N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| dLRS | Pears. | 0,38274 | ,529* | ,517* | ,493* | 0,092768 | ,469* | 0,136124 | 0,200223 |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| gLRS | Pears. | -0,13471 | -0,30217 | -0,33694 | -0,32117 | -0,10111 | -0,15005 | -0,16146 | -0,02623 |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 16

Preglednica 16: RUVB, RUVA, RVI, RMO, RZE, RRU, RRD, RIN

| | | RUVBc | RUVA | RVI | RMO | RZE | RRU | RRD | RIN |
|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| KARm | Pears. | 0,163769 | 0,185828 | 0,048567 | -0,0323 | -0,16019 | -0,17781 | -0,12456 | 0,079969 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Klam | Pears. | 0,090379 | 0,061493 | -0,13952 | -0,22544 | -0,33533 | -0,36161 | -0,32257 | -0,02752 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Klbn | Pears. | -0,09523 | -0,16031 | -0,35773 | -0,4246 | -0,46313 | -0,49788 | -0,46882 | -0,08558 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| KARp | Pears. | 0,194936 | 0,261068 | 0,18065 | 0,119203 | 0,007026 | -0,00632 | 0,040582 | 0,230275 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Klap | Pears. | 0,131312 | 0,164114 | 0,045651 | -0,01505 | -0,09981 | -0,1181 | -0,08904 | 0,162453 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Klbp | Pears. | -0,08969 | -0,10571 | -0,24481 | -0,29602 | -0,30871 | -0,33545 | -0,31906 | 0,041208 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| KlaKlb | Pears. | -0,02129 | 0,08681 | 0,137336 | 0,186418 | 0,275011 | 0,269539 | 0,30541 | 0,101796 |
| | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| UVBm | Pears. | 0,112791 | 0,006626 | -0,17492 | -0,15232 | 0,270267 | 0,200644 | 0,004992 | 0,001287 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| UVAm | Pears. | 0,236718 | 0,132763 | -0,01884 | 0,016761 | 0,346366 | 0,299479 | 0,166284 | 0,154266 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| UVm | Pears. | 0,063155 | -0,05302 | -0,20008 | -0,15893 | 0,256936 | 0,200096 | 0,026349 | 0,059654 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| UVBp | Pears. | -0,36516 | -0,43182 | -0,44224 | -0,38543 | -0,06882 | -0,09601 | -0,21304 | -0,08833 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| UVAp | Pears. | -0,00404 | -0,06915 | -0,10613 | -0,05635 | 0,138895 | 0,124357 | 0,071925 | 0,124865 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| UVp | Pears. | -0,2141 | -0,28472 | -0,30898 | -0,25157 | 0,028062 | 0,005137 | -0,08854 | 0,010053 |
| | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Antm | Pears. | 0,145305 | 0,076048 | -0,11214 | -0,19291 | -0,34542 | -0,39794 | -0,32957 | 0,176834 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Antcm | Pears. | 0,02195 | 0,070982 | 0,10531 | 0,090726 | -0,03088 | -0,06854 | -0,00963 | 0,314542 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| masa | Pears. | ,466** | 0,234173 | ,465** | ,501** | 0,319119 | ,352* | ,460** | ,558** |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |

Se nadaljuje

Preglednica 17: Pearsova korelacija Karm, Klam, Klb, KARp, Klap, Klbp, KlaKlb

| | | KARm | Klam | Klbm | KARp | Klap | Klbp | KlaKlb |
|------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| dL | Pears. | -0,08568 | -0,14475 | -0,34917 | 0,299609 | 0,35432 | -0,11041 | ,502* |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| dST | Pears. | 0,390299 | 0,299136 | 0,255971 | -,542** | 0,068684 | 0,114585 | -0,11588 |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| dGO | Pears. | -0,12713 | -0,17299 | -0,35525 | 0,330279 | 0,321394 | -0,11246 | ,476* |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| dZPO | Pears. | -0,05632 | -0,03302 | -0,23672 | ,521* | 0,416223 | -0,12112 | ,673** |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| dZKU | Pears. | -,508* | -,493* | -,626** | ,435* | 0,03618 | -0,36702 | ,434* |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| dSPO | Pears. | -0,29509 | -0,34645 | -,544** | ,529* | 0,226717 | -0,18723 | ,457* |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| dSKU | Pears. | -0,52374 | -0,50095 | -,579* | -0,44877 | -0,1581 | -0,40863 | 0,333522 |
| | N | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| dKTZ | Pears. | -0,22903 | -0,06188 | 0,395918 | -,543** | -,520* | 0,005281 | -,550** |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| dKTS | Pears. | -0,06153 | -0,15884 | -0,33078 | ,503* | 0,166847 | -0,19252 | 0,416439 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| dDTZ | Pears. | -0,05368 | -0,0326 | -,368* | ,464** | ,479** | -0,02956 | ,367* |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 37 |
| dDTS | Pears. | 0,06266 | 0,092234 | -0,0977 | 0,133747 | 0,047833 | -0,21125 | 0,194859 |
| | N | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| gDTZ | Pears. | 0,284493 | 0,226595 | ,373* | -,643** | -0,29805 | 0,064696 | -,344* |
| | N | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 35 |
| gDTS | Pears. | 0,137885 | 0,292827 | ,449** | -,624** | -0,28117 | 0,073453 | -0,29134 |
| | N | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 35 |
| gKTZ | Pears. | -0,31611 | -0,26261 | -,510** | ,697** | 0,307597 | -0,13589 | ,366* |
| | N | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 31 |
| gKTS | Pears. | -0,31987 | -0,29628 | -0,30359 | ,439* | 0,00772 | -0,15326 | 0,258475 |
| | N | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 34 |
| dLRZ | Pears. | ,636* | 0,311289 | -0,27424 | 0,57908 | 0,359976 | -0,26904 | 0,468767 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| dLRS | Pears. | -0,20288 | -0,17404 | -,428** | ,556** | ,334* | -0,16052 | ,341* |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 37 |
| gLRS | Pears. | -,347* | -0,32064 | -,448** | ,581** | 0,184772 | -0,13403 | ,335* |
| | N | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 35 |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 17

Preglednica 17: Pearsova korelacija Karm, Klam, Klmb, KARp, Klap, Klbp, KlaKlb

| | | KARm | Klam | Klmb | KARp | Klap | Klbp | KlaKlb |
|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| KARm | Pears. | 1 | ,859** | ,452** | ,542** | ,661** | ,415** | 0,141555 |
| | N | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Klam | Pears. | ,859** | 1 | ,669** | ,478** | ,738** | ,633** | 0,042655 |
| | N | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Klmb | Pears. | ,452** | ,669** | 1 | -0,02007 | 0,21818 | ,785** | -,448** |
| | N | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| KARp | Pears. | ,542** | ,478** | -0,02007 | 1 | ,748** | ,250* | ,399** |
| | N | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Klap | Pears. | ,661** | ,738** | 0,21818 | ,748** | 1 | ,564** | ,300* |
| | N | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Klbp | Pears. | ,415** | ,633** | ,785** | ,250* | ,564** | 1 | -,472** |
| | N | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| KlaKlb | Pears. | 0,141555 | 0,042655 | -,448** | ,399** | ,300* | -,472** | 1 |
| | N | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 66 |
| UVBm | Pears. | 0,100909 | 0,201887 | ,481** | -,359* | -0,22805 | 0,036082 | -0,189 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| UVAm | Pears. | 0,088871 | 0,195564 | ,492** | -,417** | -0,27617 | 0,011406 | -0,15665 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| UVm | Pears. | 0,102052 | 0,208821 | ,502** | -,395** | -0,25152 | 0,043299 | -0,20386 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| UVBp | Pears. | -0,06122 | -0,08019 | -0,15414 | 0,089351 | 0,120655 | -0,12283 | 0,166702 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| UVAp | Pears. | -0,07478 | -0,06095 | -0,10171 | 0,031257 | 0,122215 | -0,07652 | 0,1596 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| UVp | Pears. | -0,06953 | -0,06434 | -0,11119 | 0,048399 | 0,127018 | -0,08604 | 0,158507 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| Antm | Pears. | ,314* | ,305* | ,346** | -0,22415 | -0,08937 | -0,04054 | 0,035408 |
| | N | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 |
| Antcm | Pears. | ,292* | ,262* | 0,250765 | -0,15958 | -0,00253 | 0,060909 | -0,13038 |
| | N | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 |
| masa | Pears. | 0,22375 | 0,121595 | -0,25496 | ,439** | ,573** | 0,109545 | ,369* |
| | N | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 17

Preglednica 17: Pearsova korelacija Karm, Klam, Klmb, KARp, Klap, Klbp, KlaKlb

| | | KARm | Klam | Klmb | KARp | Klap | Klbp | KlaKlb |
|-------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TUVBc | Pears. | -0,25443 | -0,21588 | 0,192608 | -0,4366 | -0,43883 | -0,00271 | -,556* |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| TUVA | Pears. | -0,25104 | -0,25288 | -0,20937 | -0,36764 | -0,40175 | -0,40441 | 0,066466 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| TVI | Pears. | -0,14437 | -0,30678 | -,561* | -0,14754 | -0,28233 | -,593* | 0,46303 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| TMO | Pears. | -0,14046 | -0,31966 | -,598* | -0,10678 | -0,25341 | -,604* | ,518* |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| TZE | Pears. | -0,0915 | -0,23829 | -0,50156 | -0,08395 | -0,20216 | -0,51225 | 0,443644 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| TRU | Pears. | -0,09225 | -0,2598 | -0,50855 | -0,0764 | -0,21146 | -0,51301 | 0,452886 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| TRD | Pears. | -0,10661 | -0,28007 | -,518* | -0,08573 | -0,22632 | -,523* | 0,467534 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| TIN | Pears. | 0,031809 | -0,08545 | -0,21879 | -0,04106 | -0,14327 | -0,27908 | 0,219204 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| RUVBc | Pears. | 0,163769 | 0,090379 | -0,09523 | 0,194936 | 0,131312 | -0,08969 | -0,02129 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| RUVA | Pears. | 0,185828 | 0,061493 | -0,16031 | 0,261068 | 0,164114 | -0,10571 | 0,08681 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| RVI | Pears. | 0,048567 | -0,13952 | -0,35773 | 0,18065 | 0,045651 | -0,24481 | 0,137336 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| RMO | Pears. | -0,0323 | -0,22544 | -0,4246 | 0,119203 | -0,01505 | -0,29602 | 0,186418 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| RZE | Pears. | -0,16019 | -0,33533 | -0,46313 | 0,007026 | -0,09981 | -0,30871 | 0,275011 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| RRU | Pears. | -0,17781 | -0,36161 | -0,49788 | -0,00632 | -0,1181 | -0,33545 | 0,269539 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| RRD | Pears. | -0,12456 | -0,32257 | -0,46882 | 0,040582 | -0,08904 | -0,31906 | 0,30541 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |
| RIN | Pears. | 0,079969 | -0,02752 | -0,08558 | 0,230275 | 0,162453 | 0,041208 | 0,101796 |
| | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 |

Preglednica 18: Pearsonova korelacija UVBm, UVAm, UVm, UVBp, UVAp, UVp, Antm, Antcm

| | | UVBm | UVAm | UVm | UVBp | UVAp | UVp | Antm | Antcm |
|------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| dL | Pears. | -0,22365 | -0,28967 | -0,26148 | ,479* | ,572** | ,568** | -,442* | -,473* |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 24 | 24 |
| dST | Pears. | 0,035785 | 0,039064 | 0,037438 | -0,22824 | -0,3028 | -0,28489 | 0,165226 | -0,08812 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 24 | 24 |
| dGO | Pears. | -0,23516 | -0,2874 | -0,26548 | ,449* | ,570** | ,560** | -,447* | -,471* |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 24 | 24 |
| dZPO | Pears. | -0,03607 | -0,15263 | -0,10063 | ,694** | ,662** | ,660** | -,418* | -0,34357 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 24 | 24 |
| dZKU | Pears. | -0,28368 | -0,36621 | -0,33071 | ,563** | ,620** | ,613** | -,532** | -0,29431 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 24 | 24 |
| dSPO | Pears. | -0,40341 | -,480* | -,447* | ,445* | ,535* | ,505* | -,572** | -0,29257 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 24 | 24 |
| dSKU | Pears. | 0,593054 | 0,348474 | 0,472781 | ,627* | 0,465527 | 0,55783 | -0,33757 | -0,23289 |
| | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 14 | 14 |
| dKTZ | Pears. | 0,272246 | 0,318705 | 0,299887 | -0,14052 | -0,14177 | -0,1521 | 0,293526 | -0,00878 |
| | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 24 | 24 |
| dKTS | Pears. | 0,064684 | 0,003923 | 0,030978 | ,458* | ,498* | ,520* | -,523* | -,584** |
| | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 23 | 23 |
| dDTZ | Pears. | -0,22319 | -0,30458 | -0,27012 | ,403* | ,389* | ,403* | -0,17378 | -,376* |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 38 | 38 |
| dDTS | Pears. | 0,076638 | 0,038786 | 0,056254 | -0,00174 | -0,28166 | -0,23855 | -0,00901 | -0,17609 |
| | N | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 |
| gDTZ | Pears. | ,358* | ,454** | ,413* | -0,22841 | -0,23101 | -0,24422 | ,369* | ,489** |
| | N | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 38 | 38 |
| gDTS | Pears. | ,520** | ,596** | ,564** | -0,12619 | -0,14279 | -0,14668 | ,369* | ,375* |
| | N | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 38 | 38 |
| gKTZ | Pears. | -,446** | -,501** | -,493** | 0,232921 | 0,229737 | 0,232616 | -,414* | -,428* |
| | N | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 35 | 35 |
| gKTS | Pears. | -0,29425 | -0,31473 | -0,3185 | 0,161244 | 0,238078 | 0,249144 | -0,23355 | -0,23673 |
| | N | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 38 | 38 |
| dLRZ | Pears. | -0,11213 | -0,11058 | -0,11043 | -0,14498 | -0,14053 | -0,14196 | 0,114268 | 0,200738 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| dLRS | Pears. | -,364* | -,403* | -,404* | 0,251114 | 0,218444 | 0,224089 | -,366* | -,506** |
| | N | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 38 | 38 |
| gLRS | Pears. | -,426* | -,486** | -,462** | 0,150776 | 0,166508 | 0,17673 | -,459** | -,456** |
| | N | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 38 | 38 |

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 18

Preglednica 18: Pearsonova korelacija UVBm, UVAm, UVm, UVBp, UVAp, UVp, Antm, Antcm

| | | UVBm | UVAm | UVm | UVBp | UVAp | UVp | Antm | Antcm |
|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| KARm | Pears. | 0,100909 | 0,088871 | 0,102052 | -0,06122 | -0,07478 | -0,06953 | ,314* | ,292* |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 57 | 57 |
| Klam | Pears. | 0,201887 | 0,195564 | 0,208821 | -0,08019 | -0,06095 | -0,06434 | ,305* | ,262* |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 57 | 57 |
| KlBm | Pears. | ,481** | ,492** | ,502** | -0,15414 | -0,10171 | -0,11119 | ,346** | 0,250765 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 57 | 57 |
| KARp | Pears. | -,359* | -,417** | -,395** | 0,089351 | 0,031257 | 0,048399 | -0,22415 | -0,15958 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 57 | 57 |
| Klap | Pears. | -0,22805 | -0,27617 | -0,25152 | 0,120655 | 0,122215 | 0,127018 | -0,08937 | -0,00253 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 57 | 57 |
| Klbp | Pears. | 0,036082 | 0,011406 | 0,043299 | -0,12283 | -0,07652 | -0,08604 | -0,04054 | 0,060909 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 57 | 57 |
| KlaKlb | Pears. | -0,189 | -0,15665 | -0,20386 | 0,166702 | 0,1596 | 0,158507 | 0,035408 | -0,13038 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 57 | 57 |
| UVBm | Pears. | 1 | ,868** | ,944** | ,771** | ,639** | ,733** | ,430** | ,286* |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 49 | 49 |
| UVAm | Pears. | ,868** | 1 | ,967** | ,645** | ,677** | ,678** | ,435** | ,288* |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 49 | 49 |
| UVm | Pears. | ,944** | ,967** | 1 | ,780** | ,720** | ,775** | ,438** | ,293* |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 49 | 49 |
| UVBp | Pears. | ,771** | ,645** | ,780** | 1 | ,870** | ,963** | -0,04362 | 0,090671 |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 49 | 49 |
| UVAp | Pears. | ,639** | ,677** | ,720** | ,870** | 1 | ,963** | -0,03684 | 0,086845 |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 49 | 49 |
| UVp | Pears. | ,733** | ,678** | ,775** | ,963** | ,963** | 1 | -0,02452 | 0,085745 |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 49 | 49 |
| Antm | Pears. | ,430** | ,435** | ,438** | -0,04362 | -0,03684 | -0,02452 | 1 | ,684** |
| | N | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 67 | 67 |
| Antcm | Pears. | ,286* | ,288* | ,293* | 0,090671 | 0,086845 | 0,085745 | ,684** | 1 |
| | N | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 67 | 67 |
| masa | Pears. | -,572** | -,577** | -,554** | -0,22402 | -0,10185 | -0,17763 | -,409** | -,399** |
| | N | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 46 | 46 |

Se nadaljuje

