

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav geologie a pedologie

Půdní prostředí v kotlíkové obnově lesa: charakter vodního režimu a formy minerálního dusíku

Diplomová práce

2015/2016

Bc. Jan Petříček

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: Půdní prostředí v kotlíkové obnově lesa: charakter vodního režimu a formy minerálního dusíku vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a inovace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1008 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendlova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazují se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: 14. 3. 2016

.....
Bc. Jan Petříček

Mé největší díky patří Ing. Alešovi Kučerovi Ph.D., který mi vždy ochotně radil a dokázal mě navést na správnou cestu ke zdárnému dokončení této práce. Aleši děkuji!

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Ladislavovi Holíkovi za pomoc v laboratoři a Ing Janě Rosíkové za pomoc při sběru dat v terénu.

Děkuji své rodině za umožnění plnění vlastních snů a podpoře při studiu. Obrovské díky patří mé milované přítelkyni.

ABSTRAKT

Diplomová práce je součástí řešeného projektu Dynamika přirozené obnovy v ekologických podmínkách porostních mezer na příkladu ŠLP Křtiny. Na území ŠLP ML Křtiny, polesí Habrůvka, lesnický úsek Borcky, byly vytvořeny porostní mezery v porostních typech bukový (BK), smíšený (MIX) a smrkový (SM). Měření proběhlo na plochách o výměře 0,04 ha pojmenované malé (S) a velké (B) o výměře 0,1 ha, se zaměřením na lokalizaci střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T/E) a okraj západ (T/W).

Byla měřena vlhkost ve všech zmíněných velkých gapech. Kontinuální měření v průběhu roku. Ze zjištěných dat byla vyhodnocena půdní vlhkost daných lokalit a porovnána s půdními hydrolimity: bod vadnutí (BV), bod snížené dostupnosti (BSD), lentokapilární bod (LB) a maximální kapilární kapacita (MKK). Celkově bylo zjištěno, že lokalita střed (C) obsahuje nejvyšší hodnoty půdní vlhkosti.

Dále se tato práce věnuje vyhodnocení NO_3^- , NH_4^+ , C/N, Cox a minerálního dusíku. Bylo zjištěno, že porostní typ smrkový (SM) má nejvyšší obsah NO_3^- , NH_4^+ , Cox a minerálního dusíku naopak má nejnižší poměr C/N. Porostní typ bukový (BK) měl nejnižší hodnoty NO_3^- , nejnižší poměr C/N i Cox.

Při hodnocení lokality bylo zjištěno, že u porostního typu smíšený (MIX) a bukový (BK) jsou sledované hodnoty vyšší v lokalitě střed (C). U smrkového (SM) porostního typu nebyly zjištěny takto jednoznačné výsledky.

V porovnání velikosti velké (B) a malé (S) porostní mezery byl zjištěn nižší poměr C/N v malých (S) porostních mezerách. Hodnoty Cox byly velice vyrovnané. Minerální dusík vykazoval vyšší hodnoty v porostních typech bukový velký (BK/B) a smíšený velký (MIX/B) naopak u smrkového (SM) porostního typu kde byly vyšší hodnoty v malém (S). Vyhodnocení NO_3^- byly naměřeny nejnižší hodnoty v porostním typu bukový velký (BK/B) s výrazným rozdílem ke smrkovému velkému (SM/B).

Porovnáním velikosti a umístění na gapu byl zjištěn, vyšší obsah minerálního dusíku, Cox a NH_4^+ ve všech středech (C) velkého gapu (B). Celkové výsledné hodnoty byly nejčastěji vyšší v lokalitě střed (C). Při vyhodnocení NO_3^- ve smrkovém gapu byly zjištěny vyšší hodnoty v mateřském porostu (P) v provedení malý (S) i velký (B) gap.

Zjištěná data jsou si často velmi podobná a nelze je tedy jednoznačně a jednoduše vyhodnotit.

Klíčová slova: vodní režim půd, půdní hydrolimity, minerální dusík, porostní mezera

ABSTRACT

This master thesis is a part of solved project called “Natural regeneration dynamic under ecological conditions of gaps on example of School Enterprise Křtiny”. In territory Habrůvka, forest district Borky, were created gaps in following forest stand types: beech (BK), mixed (MIX) and spruce (SM). Measurement took place on area of size 0,04 ha called small (S) and large (B) with size 0,1 ha. With concentration on locations: centre (C), mature stand (P), border east (T/E) and border west (T/W).

It was measured moisture in all big gap locations (B). Continuous measurement was under way during all the year. From the obtained data was evaluated soil moisture and then compared with soil hydrolimits: wilting point (BV), point of decreased availability (BSD), point of decreased availability of water (LB) and capillary maximum capacity (MKK). Altogether, it was found that location centre (C) contains the highest soil moisture value.

This thesis is focused on evaluation of NO_3^- , NH_4^+ , C/N, Cox and mineral nitrogen. It was found out that spruce forest stand type (SM) has the highest concentration of NO_3^- , NH_4^+ , C/N, Cox and mineral nitrogen. On the contrast, it has the lowest C/N ratio. Forest stand type beech (BK) had the lowest NO_3^- value, C/N ratio and Cox.

When evaluating of location, it was found that mixed forest type (MIX) and beech forest type (BK) are observed values higher on location centre (C). Spruce forest stand type (SM) had no as accurate values as those previous ones.

In comparison between the big gap (B) and the small gap (S), there was found lower C/N ratio in the small gaps (S). Cox values were balanced. Mineral nitrogen showed higher values in beech big forest stand type (BK/B) and mixed big forest stand type (MIX/B). On the contrary, spruce forest stand type (SM) had higher values in the small gaps. Evaluation of NO_3^- showed that the lowest values were in the beech big forest stand type (BK/B) with a significant difference toward to the spruce big forest stand type (SM/B).

By comparing of size and location on a gap, there was found a higher concentration of mineral nitrogen, Cox and NH_4^+ in all the centers (C) of big gab (B). Total result values were often higher in centre (C). In NO_3^- evaluation in the spruce forest stand type (SM) there were found higher values in the mature stand (P) in implementation of both small gap (S) and big gap (B).

The data obtained are often very similar and thus can not be clearly and easily evaluated.

Keywords: water regime of soils, soil hydrolimits, mineral nitrogen, gap

OBSAH:

ABSTRAKT	4
OBSAH:	6
Seznam tabulek	9
Seznam obrázků	10
1. ÚVOD	12
2. STANOVENÉ CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	13
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	14
3.1. Maloplošná obnova lesa	14
3.1.1. Velikost kotlíku	14
3.1.2. Příprava půdy	14
3.2. Půdotvorné faktory v prostředí v kotlíku	15
3.2.1. Světlo	15
3.2.2. Teplota	15
3.2.3. Mikroklima	16
3.3. Voda v půdě	17
3.3.1. Cesta vody k půdě	18
3.3.2. Atmosférické srážky	19
3.3.3. Evaporace	19
3.3.4. Transpirace	19
3.3.5. Intercepce	20
3.3.6. Reakce půdní vody na obnovu	20
3.4. Formy půdní vody	20
3.4.1. Gravitační voda	20
3.4.2. Kapilární voda	21
3.4.3. Adsorpční a hydrokroskopická voda	21
3.5. Půdní hydrolimity	21
3.5.1. Bod vadnutí Θ_v	22
3.5.2. Retenční vodní kapacita Θ_{RVK24}	23
3.5.3. Lentokapilární bod Θ_{LB}	23
3.5.4. Bod snížené dostupnosti Θ_{BSD}	23
3.5.5. Maximální kapilární kapacita Θ_{MKK}	23
3.5.6. Půdní hydrolimity v kontextu vodního režimu půd	23
3.6. Charakteristika a nároky dřevin	24
3.6.1. Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i>)	24
3.6.2. Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)	25
3.6.3. Douglaska tisolistá (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	25
3.6.4. Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)	26
3.6.5. Jedle bělokorá (<i>Abies alba</i>)	26
3.6.6. Modřín opadavý (<i>Larix decidua</i>)	26
3.7. Dusík – formy, koloběhy a výskyt	27
3.8. Zdroje dusíku	28
3.8.1. Atmosférická depozice – suchý a mokrá spád	28
3.8.2. Fixace dusíku	29
3.8.3. Mineralizace organické hmoty	29
3.9. Ztráty dusíku	30
3.9.1. Volatilizace amoniaku	30
3.9.2. Vyplavování dusíkatých látek	30

3.9.3. Odnos dusíku v biomase	30
3.10. Přeměny dusíku	31
3.10.1. Nitrifikace.....	31
3.10.2. Denitrifikace.....	31
4. MATERIÁL	33
4.1. Charakteristika výzkumné plochy	33
4.2. Přírodní poměry.....	34
4.3. Popis porostů 156A ₁₀	36
4.4. Popis porostu 153A _{11a}	37
5. METODY	40
5.1. Přípravné práce.....	40
5.2. Terénní práce	41
5.2.1. Kontinuální měření půdní vlhkosti.....	41
5.2.2. Půdní odběry	42
5.3. Laboratorní práce	42
5.3.1. Využité přístroje	42
5.3.2. Příprava vzorků a extrakce pro stanovení dusičnanového a amonného dusíku	43
5.3.3. Stanovení dusičnanů NO ₃ ⁻	43
5.3.4. Stanovení amonného dusíku NH ₄ ⁺	43
5.3.5. Stanovení maximální kapilární kapacity	43
5.3.6. Stanovení pH.....	45
5.4. Statistické vyhodnocení dat.....	45
6. VÝSLEDKY	47
6.1. Vyhodnocení půdních sond	47
6.1.1. Půdní sonda „bukový velký“	47
6.1.2. Půdní sonda „směs velký“	49
6.1.3. Půdní sonda „smrkový velký“	51
6.2. Vyhodnocení pedologických veličin	53
6.2.1. Vyhodnocení Cox.....	53
6.2.2. Vyhodnocení NO ₃ ⁻	55
6.2.3. Vyhodnocení NH ₄ ⁺	57
6.2.4. Vyhodnocení C/N.....	59
6.2.5. Vyhodnocení minerálního dusíku	61
6.2.6. Shrnutí výsledků krabicových grafů	63
6.3. Vyhodnocení se zaměřením na světové strany	64
6.3.1. Vyhodnocení Cox.....	64
6.3.2. Vyhodnocení NH ₄ ⁺ a NO ₃ ⁻	65
6.3.3. Vyhodnocení C/N.....	67
6.3.4. Vyhodnocení minerálního dusíku	68
6.3.5. Vyhodnocení pH ke světovým stranám	69
6.3.6. Vyhodnocení půdní vlhkosti	71
6.4. Vyhodnocení půdní vlhkosti z dat měřicích stanic	72
6.4.1. Severní část bukového gapu (G1)	72
6.4.2. Jižní část bukového gapu (G2)	74
6.4.3. Severní část smrkového gapu (G3)	76
6.4.4. Jižní část smrkového gapu (G4)	77
6.4.5. Severní část smíšeného gapu (G5)	79
6.4.6. Jižní část smíšeného gapu (G6).....	80
6.5. Vyhodnocení půdní vlhkosti ve vybraném období	82
6.5.1. Severní část bukového gapu (G1)	82

6.5.2. Jižní část bukového gapu (G2)	83
6.5.3. Severní část smrkového gapu (G3)	85
6.5.4 Jižní část smrkového gapu (G4)	86
6.5.5. Severní část smíšeného gapu (G5)	88
6.5.6. Jižní část smíšeného gapu (G6)	89
6.5.7. Celkové výsledky půdní vlhkosti	91
7. DISKUZE	92
8. ZÁVĚR	95
9. SUMMARY	97
10. DOPORUČENÍ PRO PRAXI	99
11. SOUPIS LITERATURY	100
11.1. Internetové zdroje	104

Seznam tabulek

Tab. 1. Procentuální obsah Cox	str. 55
Tab. 2. Procentuální obsah N-NO ₃	str. 57
Tab. 3. Procentuální obsah N-NH ₄ ⁺	str. 59
Tab. 4. Poměr C/N	str. 60
Tab. 5. pH porostních typů	str. 70
Tab. 6. Půdní vlhkost	str. 72
Tab. 7. Půdní čidlo G1/BK	str. 74
Tab. 8. Půdní čidlo G2/BK	str. 75
Tab. 9. Půdní čidlo G3/SM	str. 77
Tab. 10. Půdní čidlo G4/SM	str. 78
Tab. 11. Půdní čidlo G5/MIX	str. 80
Tab. 12. Půdní čidlo G6/MIX	str. 81
Tab. 13. Vyhodnocení počtu záznamů G1/BK	str. 83
Tab. 14. Vyhodnocení počtu záznamů G2/BK	str. 85
Tab. 15. Vyhodnocení počtu záznamů G3/SM	str. 86
Tab. 16. Vyhodnocení počtu záznamů G4/SM	str. 88
Tab. 17. Vyhodnocení počtu záznamů G5/MIX	str. 89
Tab. 18. Vyhodnocení počtu záznamů G6/MIX	str. 91

Seznam obrázků

Obr. 1. Diagram koloběhu vody v půdě	str. 17
Obr. 2. Schéma vodní bilance lesního porostu	str. 18
Obr. 3. Půdní hydrolimity	str. 22
Obr. 4. Cyklus dusíku	str. 28
Obr. 5. Zobrazení porostního plánu	str. 33
Obr. 6. Bližší zobrazení gapů	str. 34
Obr. 7. Znázornění pedologického podloží	str. 35
Obr. 8. Znázornění pedologické situace	str. 36
Obr. 9. Typologické znázornění	str. 38
Obr. 10. Schéma gapu	str. 41
Obr. 11. Krabicové grafy Cox	str. 54
Obr. 12. Krabicové grafy N-NO_3^-	str. 56
Obr. 13. Krabicové grafy NH_4^+	str. 58
Obr. 14. Krabicové grafy C/N	str. 60
Obr. 15. Krabicové grafy minerální dusík	str. 62
Obr. 16. Obsah Cox v porovnání ke světovým stranám	str. 64
Obr. 17. Vyhodnocení NH_4^+ a NO_3^- , z lokalizace střed (C) a mateřský porost (P)	str. 65
Obr. 18. Vyhodnocení NH_4^+ a NO_3^- , vyhodnocení velikosti	str. 66
Obr. 19. Vyhodnocení C/N, velikosti a lokalizace	str. 67
Obr. 20. Vyhodnocení minerálního dusíku, velikosti a lokalizace	str. 68
Obr. 21. Vyhodnocení pH ke světovým stranám, lokalizaci střed (C) a (P)	str. 70
Obr. 22. Vyhodnocení pH ke světovým stranám, porovnání velikosti	str. 71
Obr. 23. Půdní vlhkost, velikost a lokalizace	str. 72
Obr. 24. Vyhodnocení půdní vlhkosti G1/BK	str. 73
Obr. 25. Vyhodnocení půdní vlhkosti G2/BK	str. 75
Obr. 26. Vyhodnocení půdní vlhkosti G3/SM	str. 76
Obr. 27. Vyhodnocení půdní vlhkosti G4/SM	str. 78
Obr. 28. Vyhodnocení půdní vlhkosti G5/MIX	str. 79
Obr. 29. Vyhodnocení půdní vlhkosti G6/MIX	str. 81
Obr. 30. Grafické znázornění kontinuálního měření G1/BK	str. 83
Obr. 31. Grafické znázornění kontinuálního měření G2/BK	str. 84
Obr. 32. Grafické znázornění kontinuálního měření G3/SM	str. 86

Obr. 33. Grafické znázornění kontinuálního měření G4/SM	str. 87
Obr. 34. Grafické znázornění kontinuálního měření G5/MIX	str. 89
Obr. 35. Grafické znázornění kontinuálního měření G6/MIX	str. 90

1. ÚVOD

Lesy už nelze chápat pouze jako prostor, kam se chodí těžít dřevo. Člověk si v poslední době, kdy se hovoří, o globální změně klimatu, začal uvědomovat význam lesa. Naučil se v lese odpočívat a začal volat po jeho přirozených mimoprodukčních funkcích. Loňské extrémní sucho donutilo některé lidi přemýšlet nad významem krajiny a možností zadržetí vody v krajině, kde mají lesy nezastupitelné místo a tvoří jednu z hlavních zásobáren vody.

Stále častěji se ozývají hlasy na přistoupení nejen k trvalému udržení hospodářství, ale i k šetrnějším, přírodě bližším způsobům hospodaření. Při maloplošném hospodářství s využitím drobných holin se lze přiblížit přírodnímu procesu malého obnovního cyklu, kde přirozeně dochází k tvorbě malých porostních mezer. Vybraný projekt, jehož je tato práce součástí se snaží vyhodnotit, jaké porostní mezery (anglicky „gaps“) jsou vhodné pro danou dřevinnou skladbu. Snaží se prakticky provést a vytvořit projekt, kde bude cíleně studovat procesy na příkladných objektech středních poloh na území ŠLP Křtiny.

Vysoké školy by měly být průkopnické a snažit se vnášet nové poznatky do praxe. Školní lesní podnik dovolil provedení myšlenky tohoto způsobu hospodaření v České republice. Projekt, pracovně nazván „Gaps“, zkoumá, jak velikost, tvar, orientace, prostorová a časová distribuce ovlivňuje půdní i vzdušné mikroklima, světelné poměry apod. Projekt byl zahájen v roce 2013 pod názvem Dynamika přirozené obnovy v ekologických podmínkách porostních mezer na příkladu ŠLP Křtiny.

Tato diplomová pomáhala na projektu sběrem a vyhodnocením dat, spojených s pedologickou částí projektu Gaps. Celkově se jedná o spolupráci pedologů, botaniků, pěstitelů lesa a lesnických geoinformatiků (GIS). Ač jednotlivé cíle jsou specificky zaměřené, snaží se vše skloubit v jeden uchopitelný výsledek, který bude funkčně použit nejen na akademické půdě, ale i v lesnické praxi.

2. STANOVENÉ CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem práce byl terénní sběr dat a následné analýzy v laboratoři a vyhodnocení výsledků a jejich interpretace v diplomové práci.

První cíl byl zjištění půdních jednotek v porostních typech bukový velký gap (BK/B), smíšený velký gap (MIX/B) a smrkový velký gap (SM/B). Byly provedeny výkopy půdních sond s popsáním půdního profilu a vyhodnocen terénní posudek.

Druhým cílem práce bylo vyhodnocení odebraných půdních vzorků se zaměřením na půdní dusík. Zejména bylo cíleno úsilí na stanovení NO_3^- , NH_4^+ , C/N, Cox a minerální dusík. Stanovení pH, NH_4^+ , NO_3^- , C/N, Cox, minerální dusík a půdní vlhkost byla se zaměřením na světové strany: severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE). Následné vyhodnocení vlivu světové strany na naměřená data.

Třetím z cílů bylo vyhodnocení vodního režimu v kořenové části rozdílných porostních typů bukový (BK) smíšený (MIX) a smrkový (SM). Změřené výsledky se porovnávaly s půdními hydrolimity bodu vadnutí (BV), bodem snížené dostupnosti (BSD) lentokapilárním bodem (LB) a maximální kapilární kapacitou (MKK). Pro „zahuštění“ a získání lepšího přehledu o půdní vlhkosti byly použity hodnoty 35 %, 30 % a 25 %. Následně byly porovnány velikosti velkého gapu (B) a malého gapu (S). Vodní režim byl zkoumán na dané lokaci gapu, se zaměřením na mateřský porost (P), střed gapu (C), okraj gapu východ (T/E) a okraj gapu západ (T/W). Vstupní data byla získána z měřicích stanic půdní vlhkosti.

Čtvrtým cílem byla interpretace vědeckých výsledků do praktických závěrů upotřebitelných pro praxi s vyvozením jednoduchých závěrů.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1. Maloplošná obnova lesa

Obnovou lesa je chápána tvorba nového lesa za působení starého. Dochází k ní, když dosavadní stromy uvolní prostor pro vznik a vývoj nových jedinců (Čabart, 1960). Kotlíková (maloplošná) obnova je popisována mnoha autory (např. Gayer, 1889; Konšel, 1931; Polanský, 1966; Konias, 1951; Čížek, 1959). Košulič (2010) přirovnává kotlíkovou obnovu k mírné disturbanci malého obnovního cyklu, potřebné pro zachování a rozmanitosti druhu. Tato obnova je ekologicky příznivá v dopadu srážek, zlepšuje teplotní bilanci s výhodou při obnově slunných dřevin. Jako důležité znaky kotlíkové obnovy uvádí velikost, formu provedení, tvar, situování ke světové straně, počet jedinců na jednotku plochy včetně rozestupů, situování v terénu, procentický plošný podíl na celkové obnově porostu, rozvíjení obnovy a použitelnosti pro dřeviny. Porostní mezerou (kotlíkem) je myšlená holinka v lesním prostředí nebo malá ploška, zpravidla do 0,5 ha, více nebo méně se blížící kruhovitému tvaru, obklopená dokola porostem.

3.1.1. Velikost kotlíku

Velikost obnovního prvku se s každým autorem liší. Korpel' (1972) a Košulič (2010) vymezují plochu průměrem od 0,7 do 2,0 násobku výšky mateřského porostu. Tesař a Tichý (1990) a Košulič (2010) vymezují výměru do 0,4 ha. Zezula (1994) a Košulič (2010) uvádí velikost 0,1–0,5 ha. Autoři Konias (1951), Peřina (1959), Pěňčík (1960) Košulič (2010) odvozují velikost podle vlhkosti půdy, množství srážek, tepla, úrodnosti půdy a dřeviny rostoucí v kotlíku. Jsou vylišovány kotlíky od výměry hlouček do 0,03 ha až po velikost nepřevyšující průměrnou výšku porostu s důrazem na zachování mikroklimatu. Košulič (2010) zastává názor, že velikost a orientace kotlíku by měla poskytnout dostatečnou ekologickou ochranu, půda by neměla rychle zarůstat buření, vytvořené podmínky by měly podporovat přirozený růstový rytmus obnovované dřeviny, měly by dobře probíhat autoregulační procesy v nárůstu a co nejméně vznikat spádové okraje.

3.1.2. Příprava půdy

Košulič (2010) zmiňuje mechanickou, chemickou a biologickou přípravu půdy. Mechanická příprava odstraňuje, obrací, či zraňuje svrchní horizonty a tím se snaží připravit

vhodné prostředí pro semeno, zejména lepším přístupem k minerální půdě. Při zabuřnění odstraňuje svrchní drn a tím snižuje konkurenční tlak. Chemická opatření často reagují na již zabuřenělé plochy a s pomocí chemických látek odstraňují stávající buřeni. Dále je možné využít vápnění, či hnojení. Tato opatření mají vliv na stav humusových vrstev URL [1]. Biologická opatření jsou od dodržování dostatečného zápoje mateřského porostu až do případné obnovy lesa a snaží se připravit stanoviště pro obnovu.

3.2. Půdotvorné faktory v prostředí v kotlíku

Pelíšek (1964) uvádí jako hlavní půdotvorné faktory lesních půd matečnou horninu, vegetační kryt, reliéf terénu, klima nebo mikroklima, výšku hladiny spodní vody a hospodářské zásahy člověka. Zmíněnými půdními faktory se tato práce nezabývá, je zaměřena na faktory ovlivňující půdní prostředí kotlíků a jeho samotného mikroklimatu. Lesník dokáže ve své činnosti ovlivnit pouze několik faktorů. Lesnické zásahy se dají zjednodušit pouze na práci se světlem. Při změně přístupu světla dochází ke změně několika dílčích veličin, zejména ke změně teploty a mikroklimatu.

3.2.1. Světlo

Světlo ovlivňuje asimilaci, plodnost dřevin, tvorbu dřevní hmoty, přirozenou obnovu, výmladnost, volbu dřeviny, teplotu, vlhkost půdy, rozklad humusu, činnost edafonu aj.

Podle Wiesnera a Michálka et al. (1968) se rozlišuje světlo:

horní – svrchní světlo přímé, rozptýlené, dopadající na horizontální plochu

boční – dopadající na vertikální plochu

zadní – odražené od kolmé plochy zpět na blízké okolní předměty (na nálety a nárosty)

spodní – odražené od horní plochy nahoru (sníh, písek)

Množství světla pronikajícího k půdě závisí na dřevině, zápoji, věku, nadmořské výšce a expozici. V listnatých porostech se mění během roku olistěním a s buřením. Při větších kotlících se nepříznivě uplatňuje sluneční odraz od okrajových stromů, které má za následek vysychání okrajů (Michálek et al., 1968).

3.2.2. Teplota

Teplota je vnímána jako jeden z nejdůležitějších faktorů podmiňující rychlost chemických, biochemických a biologických procesů. Je ovlivněna intenzitou slunečního

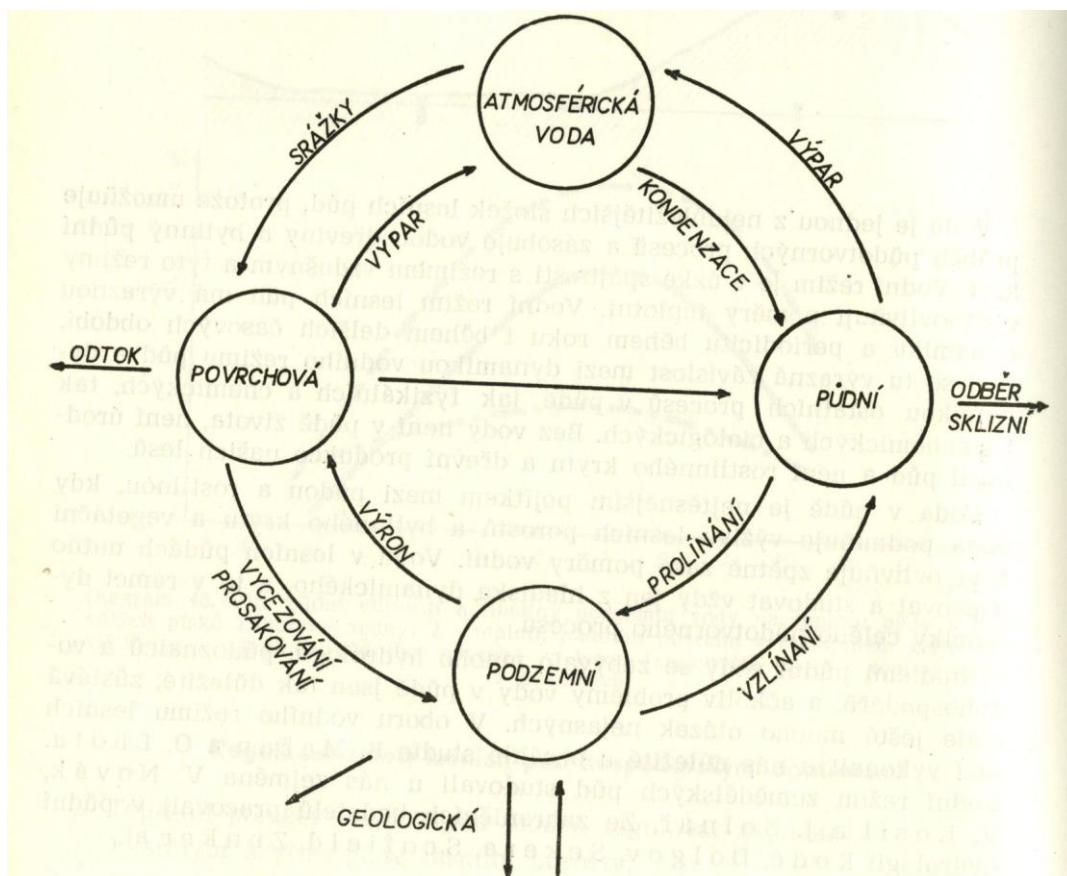
záření, fytocenózou vrstvou povrchového humusu, zrnitostí, pórovitostí, půdní vlhkostí, hladinou spodní vody, reliéfem terénu a barvou půdy (Pelíšek, 1964). Na povrchu půdy jsou maximální teploty vyšší a minimální nižší než teplota vzduchu, povrchové vrstvy se ochlazují rychleji než vrstvy vzduchu na nich. Výkyvy teplot zmírňuje rostlinná pokrývka a zapojený porost, při hustším zápoji se půda méně ohřívá a také se pomaleji i v noci ochlazuje (Michálek et al., 1968). V malých porostních mezerách nejsou teplotní rozdíly výrazné oproti zapojenému porostu. Naopak jsou výraznější v mezerách o velikosti jedné až dvou porostních výšek, kde rozdíl teplot dosahuje až 5°C (Poleno, 2011). Ohřívání půdy je ovlivňováno tepelnou kapacitou, suchá půda má 3 až 5x menší měrnou kapacitu než voda, tepelná kapacita je závislá na obsahu vody v půdních pórech URL [2].

3.2.3. Mikroklima

Krečmer a Fojt (1972) a Podědinskij a Krečmer (1984) se shodují v tom, že mikroklima vzniká v půdním a vzdušném prostoru lesa, působením slunečního záření, prouděním vzduchu, vlhkostí a množstvím srážek. S uplatněním na fyzikálně chemické vlastnosti půdy, expozici, reliéf terénu, nadmořskou výšku, stáří porostu, druhové složení. Nepříznivé prostředí holých ploch zmírňuje boční zástin mateřského porostu. Opad vytváří izolační vrstvu, která zabraňuje přehřívání či naopak ochlazení půdy a zpomaluje promrzání. Rostlinný kryt snižuje proudění vzduchu a zmírňuje denní a noční výkyvy teplot. Pro příznivé prostředí kotlíků je rozhodující tvar a velikost, na malých výměrách se mikroklima příliš neliší od okolního porostu. Při větších výměrách proniká do porostu více srážek a světla, do okrajů starého porostu vniká rozptýlené světlo umožňující přirozenou obnovu. Proudění vzduchu je nepatrné, vítr proniká jen mírně, slabší proudění vzduchu snižuje výpar z povrchu, vzduch je ohříván z okolního porostu. Nejteplejší a nejsušší je jižní strana kotlíku, vysychavost je snižována kořeny mateřského porostu, severní strana je chladnější a vlhčí. Množství srážek se neliší od srážek spadlých na volné prostranství. Pouze sněhové srážky jsou výraznější než na volné ploše i v porostu. Michálek et al. (1968) doplňuje, že nejpríznivější podmínky kotlíku lze nalézt v jeho středu.

3.3. Voda v půdě

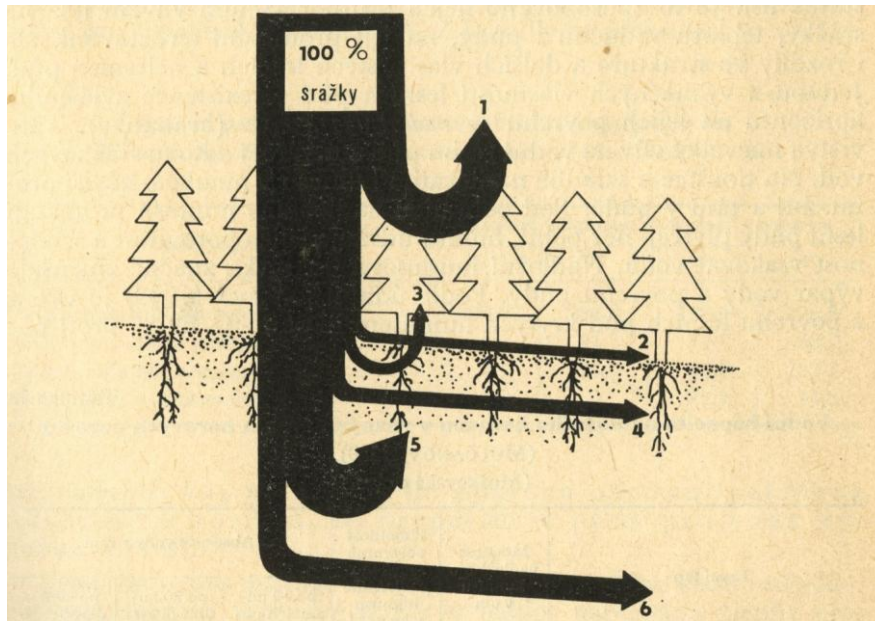
Voda je jednou z důležitých složek lesních půd. Lze ji nalézt ve všech třech skupenstvích. Umožňuje průběh půdotvorných procesů, zásobuje dřeviny a bylinný kryt. Je pojítkem mezi půdou a rostlinou (*Obr. 1*). Zásadně ovlivňuje růst rostlin. Schopnost zadržovat vodu v půdě je závislá na textuře a struktuře (Bičík, 2009). Voda podmiňuje výživu lesních porostů (Pelíšek, 1964). V půdě je voda vázána různými silami (chemické, fyzikálně-chemické a fyzikální), dále je obsažena v pórech ve formě vodních par, v kapalně formě s obsahem rozpuštěných solí nebo minerálů. Lze rozlišit vodu kohezně poutanou ve vztahu k jejímu vnitřnímu napětí, sorpční je vázaná jako kapilární, obalová nebo hygroskopická a gravitační, která dočasně zaplňuje velké póry (Vavříček a Kučera, 2015). Voda má význam půdotvorný a biologický pro výživu rostlin, je důležitým faktorem pro vznik a rozvoj živé složky, podílí se na humifikačních procesech, tvorbě humusu, fixaci dusíku v půdě a biosorpci.



Obr. 1 Diagram koloběh vody v půdě (Pelíšek, 1964).

3.3.1. Cesta vody k půdě

Srážková voda se průchodem lesním porostem z části vypařuje, odtéká po povrchu půdy a zbytek se vsakuje do půdy (Obr. 2). Voda, která dospěla až k půdnímu povrchu, se nejprve dostala do styku s humusovou vrstvou, která ovlivní množství vody, které pronikne k minerální půdě (Poleno, 2011). Tato vrstva udržuje pórovitost, ovlivňuje schopnost vsaku, zmenšuje výpar z povrchu půdy. Vyznačuje se vysokou vodní kapacitou a zadržuje množství srážek (Podědinskij a Krečmer 1984).



Obr. 2 Schéma vodní bilance lesního porostu na půdě s vodním režimem promyvného typu (Rode a Smirnov, 1972; Podědinskij, Krečmer 1984). 1 – intercepce srážek v korunách (30 % srážek), 2 – povrchový odtok (5 %), 3 – fyzikální výpar z povrchu půdy a transpirace přizemního rostlinstva (10 %), 4 – odtok půdou a podpovrchový odtok (10 %), 5 – odsávání vody z půdy na transpiraci dřevinami (30 %), 6 – průsak do spodin a odtok podzemními vodami, spodní odtok (15 %).

Jako nejvhodnější ukazatel při dlouhodobém hodnocení se jeví vodní bilance daného regionu, pro kratší období je nutné přihlídnout ke změnám zásob vody v půdě.

Rovnice podle autorů (Bennecke a Van Der Ploeg 1978; Poleno 2011)

$$N - I - ET - A_0 - A_{on} - A_s = Z$$

Použité symboly značí:

- N = objem srážek
- I = intercepce
- ET = evapotranspirace
- A_0 = povrchový odtok

- A_{on} = podpovrchový odtok
 A_s = zásak do hloubky
 Z = změna stavu zásob vody v půdě

Evapotranspirace je rozdělována na povrchový a podpovrchový odtok. K povrchovému odtoku dochází při uzavření povrchu půdy (zástavba, zhutnění, zamrznutí), ale i třeba na holinách při souvislém travním drnu nebo ulehlého jehličnatého opadu. K podpovrchovému odtoku vody při nedostatečné nasákové schopnosti podpovrchových vrstev, které nedokáží pojmout srážkovou vodu. Zde závisí na pórovitosti, stupni nasycení a hloubce půdy. Zásak znamená pohyb svislým směrem až k nepropustné vrstvě (Poleno, 2011).

3.3.2. Atmosférické srážky

Nejčastější srážky jsou v kapalně formě, podle velikosti dešťových kapek se rozeznává déšť, mrholení, mlha, rosa a jinovatka. Sněhové srážky dosahují v Evropě přibližně 25 až 30 % celkového ročního úhrnu. V obnovných sečích typu malé holé seče je ukládání sněhu podporováno systémem vzdušného proudění (Krečmer, 1961; Kantor et al., 2003). Trvání sněhové pokrývky bylo zaznamenáno až o 30 dnů delší než v porostech nebo bezlesí (Krečmer, 1960; Kantor et al., 2003). Přebývá naprostá závislost na dešťových srážkách. Pestrá geologická skladba má vliv na vzniklé pedologické vrstvy. Z toho důvodu dochází k omezenému přístupu k podzemním zásobám spodní vody (Poleno, 2011). Rosa je při obnovách kotlíkovou sečí důležitým klimatickým činitelem (Michálek et al., 1968).

3.3.3. Evaporace

Evapotranspirace je definována jako objem vody, který se za jednotku času vypaří do ovzduší z definované plochy povrchu. V Evropě dosahuje roční objem výparu od 400 do 550 mm. V lesních porostech je výrazný klesající gradient od povrchu korun k půdě, což je vyvoláno nižší teplotou a nižším pohybem vzduchu uvnitř porostu. Výpar je vždy nižší pod porostem než na holině (Poleno, 2011).

3.3.4. Transpirace

Odpařování je ovlivněno vnějšími podmínkami a regulací průduchů. Transpiračním koeficientem lze rozumět velikost transpirace k jednotce celkové produkce biomasy, uváděné v gramech vody na gram vyprodukované sušiny. Müller (1967) a Poleno (2011) uvádí denní spotřebu vody na jednotku plochy lesa ve slunném dnu:

Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i>)	2,0-3,8 mm
--------------------------------------	------------

Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)	2,3-2,5 mm
Smrk lesní (<i>Picea abies</i>)	4,3-4,4 mm
Modřín opadavý (<i>Larix decidua</i>)	4,5-6,1 mm
Douglaska tisolistá (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	průměr 5,3 mm

3.3.5. Intercepce

Intercepce je množství srážkové vody zadržené na povrchu vegetace. Při každých srážkách může být intercepce diferenciována podle věku, dřeviny, zápoje a hustoty korun, část srážek pronikne mezerami až k půdě. Tuhé srážky bývají stejně zadržovány jako kapalné. Nejvíce sněhu spadne v kotlících, kde sníh i nejdéle taje. Intercepce je závislá na hustotě porostu a lze ji upravit výchovnými či obnovnými postupy a zvýšit tak přívod srážek k půdě (Poleno, 2011).

3.3.6. Reakce půdní vody na obnovu

Nejvýraznější obnovní zásah je holá seč, kde vykácením porostu dochází k přesunu maximální transpirace z korunové vrstvy do přízemní. Je snížena celková vlhkost vzduchu nejen na holině, ale i v přilehlých porostech, zejména v letních dnech. Dále je tento rozdíl zvyšován vysokou teplotou vzduchu. Nízká absolutní vlhkost vzduchu vede k vodnímu deficitu. Dochází k vysoké transpiraci rostlin. Tato situace je zmírňována rosou, vzniká veliký rozdíl mezi holosečným obnovným postupem a skupinovou sečí, kde dochází k intenzivní tvorbě rosy a jejímu celodennímu zachování. Při odstranění mateřského porostu dochází ke změnám vodního režimu lesní půdy. Odstraněním souvislé stromové vrstvy dochází k výpadku transpirace a intercepce. Dochází ke zvýšení množství vody v půdě. Zvýšení vodní hladiny na jaře téměř k povrchu půdy (Poleno, 2011). Kantor et al. (2003) uvádí, že při odstranění mateřského porostu, může dojít k zamokření kvůli převlhčení půdního profilu dešťovými srážkami. Půdní vrstvy se postupně sytí vodou, až půda neobsahuje dostatečný objem vzduchu a dochází ke snížení nebo znemožnění chemických a mikrobiologických procesů, které podmiňují potřebné mikrobiologické funkce.

3.4. Formy půdní vody

3.4.1. Gravitační voda

Gravitační, neboli prosakující voda (Pelíšek, 1964) je voda nejslaběji vázaná s nejvyšším vodním potenciálem (-33 až -10 kPa i více) s pohybem vertikálním ve směru gravitace. S pohyby v hrubých nekapilárních pórech, v dutinách po kořenech rostlin,

v trhlinách půdy. Tato voda se vyskytuje pouze krátkodobě, po ukončení vstupu do půdy se její objem rychle snižuje (Vavříček a Kučera, 2015).

Dále je ještě rozlišována podzemní voda svrchní a podzemní voda spodní. Kde svrchní podzemní voda se nachází nehluboko pod půdním horizontem na neprostupných obohacených B-horizontech podzolů, vzniká srážkovou vodou v jarním nebo podzimním období zpravidla periodického charakteru. Podzemní voda spodní vzniká nahromaděním na spodních nepropustných vrstvách, vyplňuje všechny dutiny a pukliny v půdách. Podléhá hydrostatickému tlaku a může se pohybovat půdními dutinkami. Označována bývá také jako hladina podzemní vody. Horní hranice nemá vodních menisků (Pelíšek, 1964).

3.4.2. Kapilární voda

Kapilární, neboli vlásečnicová voda, je poutána kapilární adhezí a povrchovým napětím menisků, není vázána zemskou tíží a může se pohybovat všesměrně. Vodní potenciál je -3100 až -10 kPa (Vavříček a Kučera, 2015).

Pelíšek (1964) ji dělí na kapilární vodu ve spojení s vodou podzemní. Kde podzemní voda (kapilární voda vztlínající (Jandák et al., 2009)) vyplňuje kapiláry v souvislém pásmu v půdě. Voda bez spojení s vodou podzemní (kapilární voda zavěšená (Jandák et al., 2009)) vzniká při prosakování srážkových vod od povrchu a mezi podzemní vodou se nachází suché pásmo.

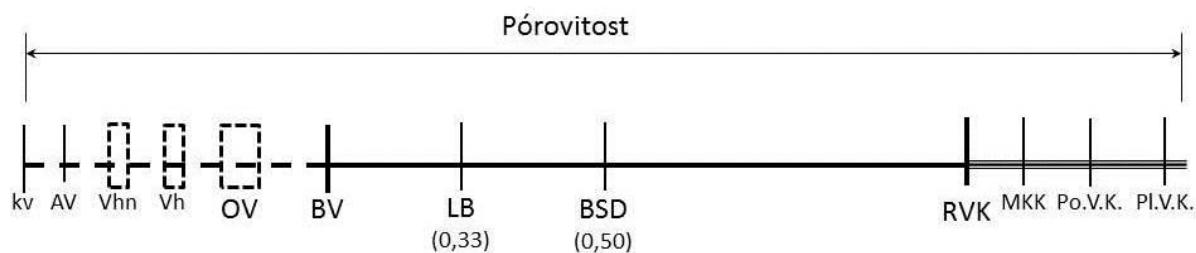
3.4.3. Adsorpční a hygrokopická voda

Adsorpční a hygrokopická voda je v půdě poutána adsorpčními a osmotickými silami (Jandák et al., 2009; Vavříček a Kučera, 2015). Kolem půdních částic vzniká orientovaná polymolekulární vrstva dipólů adsorpční vody s odlišnou hustotou s nižší rozpouštěcí schopností pohybující se ve skupenství páry. S vodním potenciálem nižším než -3100 kPa. Se stoupající vzdušnou vlhkostí se v půdě zvyšuje obsah hygrokopické vody. Při 100% vzdušné vlhkosti sorbuje půda maximální množství hygrokopické vody (Pelíšek, 1964).

3.5. Půdní hydrolimity

Půdní hydrolimity je možné definovat jako hraniční hodnoty, jimiž jsou odděleny kategorie vody v půdním prostředí. Lze je rozdělit na základní a aplikované (Jandák et al., 2009). Pokorná a Zábranská (2008) definují hydrolimity jako určitou půdní vlhkost dosaženou za definovaných a smluvených podmínek. Tyto hydrolimity představují kvalitativní a kvantitativní změny ve vztahu půdy a vody, tzn. jak silně je voda v půdě zadržována při dané

vlhkosti půdy. Vylišené půdní hydrolimity jsou znázorněny na *Obr. 3.* (Vavříček a Kučera 2015).



Obr. 3 Půdní hydrolimity (Vavříček a Kučera, 2015).

<i>kv – krystalická voda</i>	<i>OV – obalová voda</i>	<i>RVK – retenční vodní kapacita</i>
<i>AV – adhezní voda</i>	<i>BV – bod vadnutí</i>	<i>MKK – maximální kapilární kapacita</i>
<i>Vhn – normální hygroskopicitá</i>	<i>LB – lentokapilární bod</i>	<i>Po.V.K. - polní vodní kapacita</i>
<i>Vh – číslo hygroskopicity</i>	<i>BSD – bod snížené dostupnosti</i>	<i>Pl.V.K. – plná vodní kapacita</i>

3.5.1. Bod vadnutí Θ_v

Bod vadnutí značí obsah vody v půdě, při kterém již nejsou rostliny schopny překonat síly poutající molekulu vody v půdě (Bičík, 2009). Začíná při retenční křivce pF 4,18. Při této vlhkosti půdy již nejsou rostliny zásobeny vodou, klesá turgor a projevuje se vadnutí rostlin. Bod vadnutí se mění s vývojovým stádiem rostliny a změnami vlhkostních charakteristik (změna půdní vlhkosti). Při nedostatku vody dochází ke stimulaci růstu kořenů (Vavříček a Kučera, 2015).

Stanovení bodu vadnutí podle Váši (1959) in Vavříček a Kučera (2015):

$$\mathbf{BV = 0,3 + I. \text{ kategorie půdní textury (jílovité částice <001 mm) + 4} \quad [\%]}$$

Podle Nováka in Vavříček a Kučera (2015)

$$\mathbf{BV = 2,5 * \check{C}H} \quad [\%]$$

kde $\check{C}H$ je číslo hygroskopicity

lehké půdy $B.V. = (0,89) 0,54 \cdot f.j. [\%]$

středně těžké půdy $B.V. = (0,77) 0,52 \cdot f.j. [\%]$

těžké půdy $B.V. = (0,75) 0,52 \cdot f.j. [\%]$

kde f.j. je fyzikální jíl

lehké až střední půdy $B.V. = 3 \cdot \check{C}H [\%]$

těžké půdy $B.V. = 2,5 \cdot \check{C}H [\%]$

velmi těžké půdy $B.V. = 2,0 \cdot \check{C}H [\%]$

3.5.2. Retenční vodní kapacita Θ_{RVK24}

Retenční vodní kapacita značí maximální množství vody, které je půda schopna zadržet vlastními silami v téměř rovnovážném stavu po nadměrném zavlažení (Bičík, 2009). Zjišťuje se z fyzikálního válečku, odpovídá retenčním křivkám pF 2,0 až 2,7. Výsledné hodnoty zohledňují průměrnou hloubku profilu a obsahu vody, označují skutečné množství vody, které je půda schopna zadržet (Vavříček a Kučera 2015).

3.5.3. Lentokapilární bod Θ_{LB}

Lentokapilární bod charakterizuje rozmezí mezi lehce a těžce pohyblivou kapilární vodou (Bičík, 2009). Dochází tak k přerušení kapilární vody, vznikají prstence na styku půdních částic a voda zůstává v nejjemnějších kapilárách. Tím se snižuje pohyblivost půdní vody. Při poklesu pod hranici pF 3,0 až 3,3 již nedokáží rostliny vodu využít (Jandák et al., 2009; Vavříček a Kučera, 2015).

Výpočet lentokapilárního bodu:

$$LB = BV + 0,33 \cdot (\Theta_{RVK24} - BV) \quad [\%obj.]$$

LB – lentokapilární bod

BV – bod vadnutí

Θ_{RVK24} – retenční vodní kapacita (zaplněné kapiláry po 24 hod. nasávání)

3.5.4. Bod snížené dostupnosti Θ_{BSD}

Bod snížené dostupnosti charakterizuje vlhkost půdy, při které se snižuje pohyblivost půdní vody, která se začne projevovat na růstu rostlin. Odpovídá přibližně pF 3,0 až 3,3 (Pokorná a Zábranská 2008; Jandák et al., 2009).

Bod snížené dostupnosti:

$$\Theta_{SD} = \Theta_V + 0,5 (\Theta_{PK} - \Theta_V)$$

3.5.5. Maximální kapilární kapacita Θ_{MKK}

Maximální kapilární kapacita stanovuje hodnotu maximálního nasycení kapilárních půdních pórů. Stanovuje se laboratorní metodou podle Nováka. Stav půdní vlhkosti Θ_{MKK} se blíží hodnotám při Θ_{RVK} a Θ_{PK} . Hodnota pF je nižší než 2,0 (Jandák et al., 2009).

3.5.6. Půdní hydrolimity v kontextu vodního režimu půd

Při aktuální vlhkosti nad maximální kapilární kapacitou (MKK) se půda stává zamokřenou a méně provzdušněnou a může docházet ke vzniku anaerobních procesů. Začínají

odumírat rostliny, které nejsou zvyklé na trvalé zamokření, vzniká různá adaptace kořenů na příjem vzduchu mimo půdu (dýchací kořeny) URL [3].

Vodní a vzdušný režim v kontextu textury a vlivu na minimální kapilární kapacitu (A_{mkk}). Jílovité půdy se vyznačují nízkou hodnotou A_{mkk} , protože $A_{mkk} = \text{pórovitost} \cdot \text{MKK}$ je hodně kapilárních pórů, jedná se o těžké jílovité půdy. Naopak písčité půdy s vysokou hodnotou A_{mkk} mají tendenci k vysychavosti. Z pohledu obnovy jsou vhodné takové půdy, které jsou schopné zadržet část půdní vody pro zdárné vyklíčení a růst semenáčku, ale ve kterých nedochází k trvalejšímu zamokření. Nacházející se mezi vysokým a nízkým A_{mkk} .

Při vytvoření porostní mezery je důležité vytvoření vhodného prostředí pro zdárné vyklíčení semenáčeků, kde je hledán kompromis mezi velikostí obnovního prvku a zachování stávajícího mikroklimatu. Na velikost porostní mezery (gapu) může mít vliv pórovitost a sklony půdy k zamokření. Samozřejmě s ohledem na zachování mikroklimatických podmínek.

3.6. Charakteristika a nároky dřevin

3.6.1. Buk lesní (*Fagus sylvatica*)

Buk lesní je statný strom velkých rozměrů, dorůstá do výšky 35 až 45 m s průměrem kmene 1,5 m. Koruna solitérních jedinců je kulovitá, v porostu metlovitá. Borka šedá, tenká, nápadně hladká. Listy jsou střídavě eliptické, 5 až 10 cm dlouhé, celokrajné, na okraji zvlněné, zašpičatělé, na bázi zaokrouhlené až klínovité, z jara v paždí žilek a na okraji listů bělavě pýřité. Samčí květy jsou v dlouze stopkatých, nících svazečcích, samičí květy po dvou v červenavé číšce. Buk lesní je jednodomá dřevina, jeho plodem jsou trojboké nažky uzavřené po dvou v dřevnaté číšce (Úradníček, 2009). Na pevnějších minerálních půdách vytváří srdčitý kořenový systém, který půdu dobře otvírá a uvádí do oběhu živiny. V těžších, vlhkých půdách koření mělce, neboť hlubší kořeny záhy odumírají (Svoboda, 1952; Vyskot et al., 1971).

Tato dřevina snáší silný zástín, mladému náletu stačí nízká intenzita difúzního světla k uchycení a růstu (Mráček, 1989). Má střední nároky na vláhu v půdě a je indiferentní ke geologickému podkladu, roste na většině druhů hornin. Vynechává pouze suché písky, těžké nepropustné jíly, půdy bažinné a rašeliniště. Kvalitní bučiny se nachází na humózních půdách bohatých na vápník s hlubší minerální půdou a s dobrou fyzikální strukturou. Svým opadem ovlivňuje půdu, který se úplně rozkládá do dvou až tří let. Odebírá živiny z hlubších vrstev,

především vápník, který hromadí v listech a následně opadem obohacuje humusovou vrstvu. Mráček (1989) uvádí, že tímto způsobem se dostává do koloběhu vápníku asi 80 kg na 1 ha. Odumřelé kořeny po zetlení zanechávají v půdě duté prostory, důležité pro přístup vzduchu a pohyb vody (Mráček, 1989). Vyžaduje dostatek srážek, zvláště v letním období, a s tím spojenou dostatečnou relativní vlhkost vzduchu. Z celkových letních srážek propustí bukový porost přibližně 80 % srážek, smrkový 59 % srážek k půdě (Mráček, 1989). Vyskytuje se cca od 400 do 800 m n. m. (Úradníček, 2009).

3.6.2 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Smrk ztepilý je strom s pravidelným přeslenitým větvením, velkých rozměrů s průběžným přímým kmenem. Dorůstá do výšky kolem 50 metrů a obvodu kmene až 1,5 m, dožívá se až 650 let. Borka je červenohnědá až šedá, ve stáří penízkovitě odlupčivá. Korunu má kuželovitou, kořenový systém je rozvětven do plochy a slabě zakotven. Jehlice jsou čtyřhranného tvaru, leskle zelené, zašpičatělé a 1 až 3 cm dlouhé. Šišky jsou převislé, válcovité, nerozpadavé, 14 až 16 cm dlouhé (Úradníček, 2009).

Smrk je světlomilná dřevina, v mládí stín snázející. V mládí silně zastíňuje půdní povrch. Je značně náročný na půdní vlhkost, dobře snáší i nadbytečnou vlhkost i stagnující vodu bažin a rašelinišť. Limitujícím faktorem je nedostatek vláhy (Úradníček, 2009). Spodní hranice pro pěstování smrku ve středoevropských podmínkách je považována hodnota 300 mm srážek ve vegetačním období (Nebe a Rzeznik 1967; Mráček a Pařez 1986). Při malém půdním odporu vysílá kořeny k humusové vrstvě, zvláště na mokřích půdách a zrašeliněných. Na čerstvých půdách, ne příliš vlhkých, mohou kořeny dosahovat až do hloubky 1,5 m (Bernbeck, 1914; Vyskot et al., 1971). Hluběji proniká na půdách po buku, kde využívá dutiny po kořenech buku. Má nízké nároky na podloží a půdu, na vápencích ustupuje buku. Vyžaduje půdy kyselé s hodnotou pH 4 až 5. Nepříznivě ovlivňuje koloběh živin svou tendencí k vytváření surového humusu. V kyselém prostředí surového humusu probíhají humifikační a mineralizační procesy jen velmi zvolna. Dusíkaté látky zůstávají v organické hmotě pro rostliny nepřijatelné (Mráček a Pařez, 1986). Smrk ztepilý je nenáročný na klima, ale citlivý k vyšším teplotám.

3.6.3. Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*)

Douglaska tisolistá je u nás introdukovanou dřevinou, dosahuje výšky 40 až 45 metrů. Vytváří široce kuželovitou korunou a vyznačuje se červenohnědými ostře zašpičatělými pupeny. Má zploštělé měkké jehlice vonící po citrusových plodech. Jedná se o rychle rostoucí

dřevinu s vyššími nároky na světlo než smrk ztepilý. Koření mělce a v mládí trpí na sněhové vývraty. Nejlépe se jí daří na vlhčích, lehkých půdách, nevyhovuje jí suchá, mělká a zabahněná půda (Pokorný et al., 2003).

3.6.4. Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

Borovice lesní je strom středních rozměrů. Mladší části kmene jsou zbarveny oranžově, borka je odlupčivá. Na extrémních lokalitách dosahuje nízkého vzrůstu s křivým kmenem. Koruna bývá v mládí pravidelná, v pozdějším věku nesymetrická. Šedo zelené jehlice jsou 3 až 8 cm dlouhé, ve svazečku po dvou na drobných brachyblastech. Má proměnlivý kořenový systém, typický kůlový, hluboko pronikající s bohatým rozvětvením na dobrých lokalitách. Na půdách písčitých, ochuzených o humus a s rašelinným krytem vytváří pouze kůlový kořen s plochými postranními kořeny. Na rašeliništích kůlový kořen zakrňuje nebo se pravoúhle ohýbá (Vyskot et al., 1971). Netrpí na vývraty, má křehké dřevo a proto bývá koruna prolamována sněhem a námrazou (Úradníček, 2009).

Jedná se o výrazně světlomilnou dřevinu, která je pionýrskou dřevinou volných ploch a není schopná růstu v semknutých porostech a přirozeného zmlazování v zástinu. Vyskytuje se i na extrémně suchých i podmáčených stanovištích. Je nenáročná na půdu, osidluje i suché písky, štěrковиště, kamenné sutě, skalní ostrožiny (Úradníček, 2009).

3.6.5 Jedle bělokorá (*Abies alba*)

Jedle bělokorá je strom velkých rozměrů s výškou 55 až 60 m, dožívá se až 500 let. Má přímé, pravidelně přeslenité větvení. Koruna bývá zpočátku kuželovitá, ve stáří s nezřetelným, uťatým vrcholem. Borka hladká, ve stáří podélně rozpukaná. Vyznačuje se hlubším zakořeněním podobným buku, při němž si zanechává kůlový kořen do pozdního věku (Vyskot et al., 1971) s hlubokými upevňovacími kořeny. Šišťice jsou vzpřímené, rozpadavé, plodnost jedle je až do vysokého věku (Úradníček, 2009).

Snáší dlouhotrvající hluboký stín, má značné nároky na vláhu a její rozložení v průběhu roku. Neroste na suchých stanovištích, vyžaduje stejnoměrnou, přiměřenou půdní vlhkost po celou vegetační dobu, snese i podmáčené půdy. Vyžaduje hlubší půdy, má vyšší nároky na obsah živin než smrk ztepilý.

3.6.6. Modřín opadavý (*Larix decidua*)

Modřín opadavý je strom velkých rozměrů, s přímým kmenem a vysoko nasazenou kuželovitou kurnou. Kořenový systém má mohutný, kůlový, který brzy zakrňuje a je nahrazen

silnými postranními kořeny, které se daleko rozvětvují a zajišťují dřevině značnou stabilitu URL [4]. Netrpí vývraty. Jehlice jsou umístěny ve větším počtu ve svazečku na krátkých výhoncích. Jde o dřevinu vyloženě světlomilnou, která trpí zastíněním. Má střední nároky na vláhu v půdě i v ovzduší. Nevyhovují mu vysychavé půdy a vyhýbá se oblastem s nižšími srážkami. Roste na čerstvých, hlubokých půdách na vápencích, dolomitech nebo čedičích. Spolu s borovicí je pionýrská dřevina na skalách a sutích. Vzdoruje drsnému klimatu i výrazným výkyvům teplot. Nesnáší stagnující ovzduší, vyžaduje pohyblivý vzduch (Úradníček, 2009).

3.7. Dusík – formy, koloběhy a výskyt

Dusík je jednou z hlavních živin, je nezbytný pro tvorbu biomasy. Také je nezbytným stavebním prvkem všech aminokyselin. Půdní mikroorganismy využívají minerální formy dusíku nejen pro tvorbu biomasy, ale i v procesech tvorby energie a jako donory a akceptory elektronů (Šantrůčková, 2014). Dále ovlivňuje růstové poměry v lesích a chemismus půd (Pregitzer, 2008). Rostliny přijímají dusík se formě jednoduchý iontů, nitrátů (NO_3^-) a amonných iontů (NH_4^+). Některé bakterie a sinice mají schopnost asimilovat molekulární dusík (N_2). Půdy obsahují značné množství dusíku (Šimek, 2003). Fotosyntetické organismy zabírají N nejen v anorganické formě, ale i v organické (Näsholm et al., 2009; Jämtgård, 2010). V organických formách je vázáno 96 až 98 % dusíku, zbytek připadá na anorganický dusík. Z organického dusíku je přibližně 24 až 50 % vázáno v proteinech a polypeptidech, 3 až 10 % v nukleových kyselinách, 5 až 10 % v aminosacharidech a zbytek v organických humusových látkách. Anorganický dusík představuje malou část celkového dusíku. Lze ho najít v těchto formách:

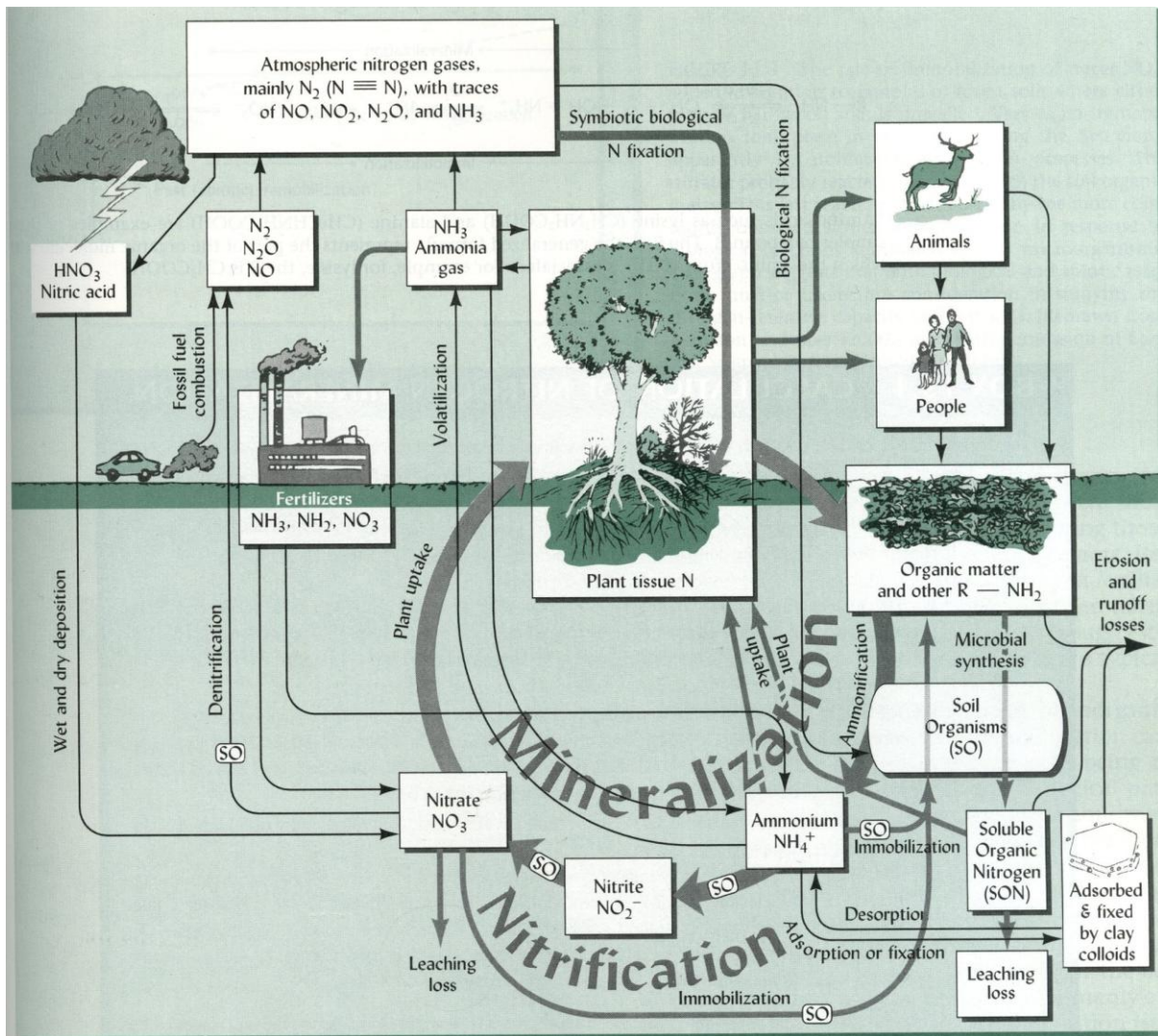
- amonný (NH_4^+) a nitrátový (NO_3^-) jsou součástí půdního roztoku a jsou důležité pro výživu rostlin, NH_4^+ se váže i do sorpčního komplexu.

- dusitanový (N-NO_2^-) a oxidy dusíku (N_2O , NO , NO_2) jsou nejčastěji meziproducty mikrobiálních přeměn v půdě, vyskytují se jen přechodně. Jsou součástí půdního vzduchu a do koloběhu vstupují skrz volně žijící fixátory dusíku.

- hydroxylamin (NH_2OH) a nitramid ($\text{N}_2\text{H}_2\text{O}_2$) se vyskytují pouze jako meziproducty mikrobiálních procesů

- plynný molekulární dusík je původem z ovzduší nebo je produktem denitrifikace

Procesy přeměn dusíku a jeho koloběh (Obr. 4) lze rozdělit podle vícero hledisek nejjednodušeji na zdroje, ztráty a přeměny (Tobiášová, 2013).



Obr. 4 Cyklus dusíku, s důrazem na primární cyklus, kde obdélníkové buňky představují různé formy dusíku, šipky představují procesy, kde je jedna forma dusíku transformována do druhé. Půdní organismy (SO) jsou hybnou silou pro většinu reakcí v cyklu. Vytvářejí enzymy, které katalyzují různé biochemické reakce, buď v rámci svých mikrobiálních orgánů, nebo v přilehlých místech, kde mohou enzymy vylučovat. Cyklu dusíku dominuje mikrobiální proces, kde se amonný dusík může transformovat pěti způsoby: (1) imobilizace mikroorganismy, (2) odstraněním odumřelých částí rostlin, (3) amonné ionty mohou být obsaženy ve vnitřních vrstvách některých jílových minerálů, (4) amonné ionty mohou být transformovány do plynného amoniaku a ztratit se do atmosféry pomocí odpařování, (5) amonné ionty, mohou být oxidovány na dusitan a následně na dusičnan mikrobiálním procesem nitrifikací. Dusík ve formě dusičnanů je vysoce mobilní v půdě a v prostředí (Brady, Weil 2002).

3.8 Zdroje dusíku

3.8.1. Atmosférická depozice – suchý a mokrá spad

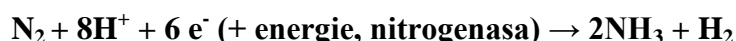
Suchým spadem je chápáno usazování pevných částic vzduchu obsahujících dusík (prach, emise). Za atmosférickou depozici je považován každý gravitační, koncentrační a větrný posun plynných dusíkatých látek na povrch půdy (Tobiášová, 2013). Atmosféra je největší zásobárnou dusíku, obsahuje 78 objemových procent molekulárního N_2 (Šantrůčková, 2014).

Mokrý spad představuje navázání plynné formy amoniaku (NH_4) s vodní párou, vzniká amonium (NH_4^+) a ve formě dešťových srážek se dostává do půdy (Šimek, 2003; Tobiášová, 2013).

3.8.2. Fixace dusíku

Fixace dusíku je proces redukce molekulárního dusíku (N_2) na amoniak. Hlavním mechanismem fixace je biologická fixace N_2 . V menší míře probíhá fixace působením elektrických výbojů a slunečního záření (Šimek, 2003).

Fixace dusíku:



K biologické fixaci může docházet prostřednictvím 6 skupin N_2 nitrifikujících organismů. Výlučně se jedná o prokaryotické mikroorganismy (Tobiášová, 2013). Bakterie jsou vybaveny enzymovým komplexem nitrogenázou. Ta katalyzuje na dvou neoddělitelných, současně probíhajících redukcích plynného dusíku a protonů (Sprenst, 1987).

3.8.3. Mineralizace organické hmoty

Mineralizace organické hmoty je biologický proces rozkladu organických látek obsažených v půdě s uvolňováním anorganického dusíku v amoniakální formě. Jedná se o přeměnu organické formy na anorganickou s výsledným produktem amoniaku (Tobiášová, 2013). Odumřelá organická hmota je přeměňována enzymatickou aktivitou na jednodušší organické látky. Některé z nich se dále štěpí v procesech mineralizace na NH_4^+ , který již může být přijímán kořeny rostlin, mikroorganismy a být využit pro tvorbu biomasy, nebo nitrifikačními bakteriemi v procesech energetického metabolismu a následně vyloučen zpět ve formě NO_3^- (Šantrůčková, 2014).

Mineralizace organické hmoty:



Většina dusíku v půdě je pevně vázána v organických látkách. Mineralizací se uvolňuje dusík jako živina pro rostliny a mikroorganismy. Mineralizace je klíčovým procesem zpřístupňování dusíku jako živiny ve většině ekosystému. Opakem je imobilizace asimilace minerálních forem dusíku a jeho zabudování do biomasy organismů. Imobilizace humusu je vnitřním zdrojem dusíku v ekosystému. Může činit až $400 \text{ kg N na ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Zda v půdě převládá proces mineralizace nebo imobilizace závisí na aktivitě půdních mikroorganismů. Kolik spotřebují N na obnovu své biomasy a růstu, kolik mají N k dispozici a jaká je dostupnost uhlíku a dalších potřebných živin. Šantrůčková (2014) uvádí, poměr C/N

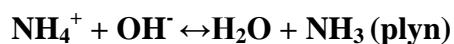
v půdě v hodnotě 25 v případě, že jsou procesy imobilizace a mineralizace v rovnováze. Při nižším poměru převládá proces mineralizace a dusík může být vyplavován. Při vyšším poměru (více než 25 C/N) dochází k imobilizaci a N může být v nedostatku pro rostliny.

3.9. Ztráty dusíku

3.9.1. Volatizace amoniaku

Volatizace amoniaku je proces vypařování plynného NH_3 z půdy a vody do atmosféry (Šimek, 2003).

Volatizace amoniaku:



Volatizace je intenzivnější na alkalických a výsušných půdách. Je podporována vyššími teplotami, nedostatkem jílových částí a humusových látek. Mezi další faktory patří vítr, textura půdy, nitrifikační aktivita a přítomnost rostlin (Tobiášová, 2013).

3.9.2. Vyplavování dusíkatých látek

Vyplavováním dusíkatých látek se tyto látky ztrácí (NO_3^- , NO_2^- , NH_2^- , NH_4^+) a způsobující eutrofizaci vod. Většina kationtů je v převaze negativních nábojů na půdních koloidech v půdách vázána půdním sorpčním komplexem. Z půdy jsou vyplavovány zejména nitráty, což vede nejen ke ztrátám dusíku, ale i k vyplavování bazických kationtů (K^+ , Ca^{2+}), kde dochází k ochuzování horních vrstev a nepřímo k acidifikaci (Šimek, 2003).

V převážné části lesních ekosystémů je dusíku nedostatek, převažují procesy imobilizace nad mineralizací. Vstupující dusík je spotřebováván rostlinami a půdními organismy, kde je zabudován do organické hmoty, nedochází tak k vyplavování. Při odlesnění je snížena spotřeba dusíku a jsou podpořeny procesy mineralizace. Minerální formy jsou v nadbytku a jsou vyplavovány ve formě nitrátů spolu s dalšími živinami. Dochází ke snižování pH a zvyšuje se riziko pohybu toxických forem Al^{3+} . Pohyb nastává až při snížení pH pod kritickou hranici (cca pH 5,5), pod kterou se rozpouští gibbsit. Postupné změny vedou k degradaci půd (Šantrůčková, 2014).

3.9.3. Odnos dusíku v biomase

Štupková (2009) uvádí, že 7 % veškerého dusíku je zabudováno v kořenech, větvích, jehlicích, kmeni a kůře stromů. 50 % je obsaženo v opadu a humusu, zbylých 43 % zaujímá minerální vrstva. Šály (1978) uvádí vrstvu opadu jako hlavní zdroj elementů dusíku dodávaných do půdy.

V lesních ekosystémech je všechn dusík spotřebován rostlinami a půdními organismy a je zabudován do organické hmoty. Nedochozí tedy k vyplavování. Po odtěžení je spotřeba dusíku rostlinami snížena a je podpořen proces mineralizace organické hmoty. Dochází k vyplavování nitrátů (Šantrůčková, 2014).

3.10. Přeměny dusíku

Zjednodušeně lze říci, že v půdě probíhají tři hlavní typy přeměn dusíku. Mineralizace, při které se organický dusík přeměňuje na amonný iont. Dále imobilizace, kdy je minerální N spotřebováván rostlinami nebo organismy a zabudován do biomasy. A oxidace nebo redukce, kdy jsou minerální formy dusíku využívány v energetickém metabolismu.

3.10.1. Nitrifikace

Nitrifikace je biologická přeměna redukovaných organických a anorganických sloučenin dusíku na oxidovatelnější formy.

Oxidace amonné formy na nitrit a nitrát:



V mnohých ekosystémech se jedná o klíčový proces, kde se relativně nepohyblivá forma NH_4^+ transformuje na velmi pohyblivou formu NO_3^- , dochází k acidifikaci uvolněným H^+ , vedlejším produktem jsou plynné sloučeniny: oxid dusnatý (NO) a oxid dusný (N_2O). Nitrifikaci provádí chemolitoautotrofní bakterie druhu rodu *Nitrosomonas*, *Nitrosobacter*, *Nitrococcus*, *Nitrobacter* (Šimek, 2003). Schimel et al. (1984), Hart et al. (1997), Boyle et al. (2008) uvádějí, že heterotrofní houby a autotrofní bakterie mohou přispět k nitrifikaci na kyselých lesních půdách. Leiniger et al. (2006) dokonce uvádí, že archea mohou být nejpočetnějšími organismy oxidující amoniak v půdě.

Nitrifikace je striktně aerobní proces s velkou citlivostí na nedostatek O_2 a nízké pH. Probíhá i v kyselých lesních půdách, pokud nejsou limitovány dusíkem. Při nízkém pH probíhá heterotrofní nitrifikace, která není spojena se získáním energie, byla zjištěna u heterotrofních organismů (Šantrůčková, 2014).

3.10.2. Denitrifikace

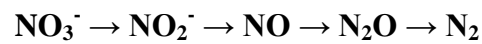
Denitrifikace je redukce oxidovatelných forem dusíku (NO_3^- , NO_2^-) na nestabilní NO a plynné dvojjatomové dusíkaté sloučeniny N_2O a N_2 (Tobiášová, 2013).

Nitráty a nitrity slouží jako akceptory v dýchacím řetězci k získání energie. Denitrifikace je klíčovým procesem, kterým se vrací fixovaný dusík zpět do atmosféry.

Přispívá k nárůstu koncentrace oxidu dusného atmosféře a ochuzuje systém o dusík, který by mohl být využit jako živina (Šimek, 2003).

Denitrifikace probíhá v podmínkách nedostatku kyslíku při enzymatickém štěpení komplexních látek v podobě minerální formy N, asimilováním kořeny rostlin i mikroorganismy. Půdní živočichové konzumují organické formy dusíku. Denitrifikace vyžaduje prostředí bohaté na dostupný C při nízkém pH se snižuje denitrifikace a zvyšuje se podíl vznikajících oxidů dusíku a snižuje se podíl N₂ (Šantrůčková, 2014).

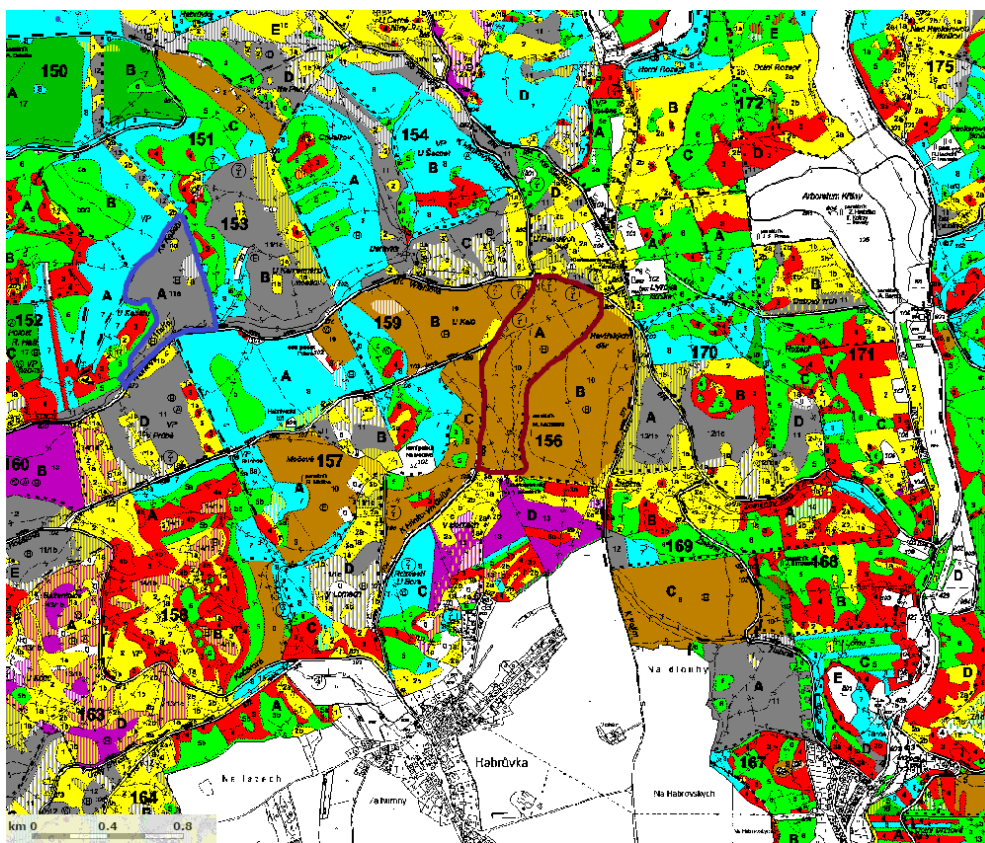
Denitrifikace (Šantrůčková, 2014):



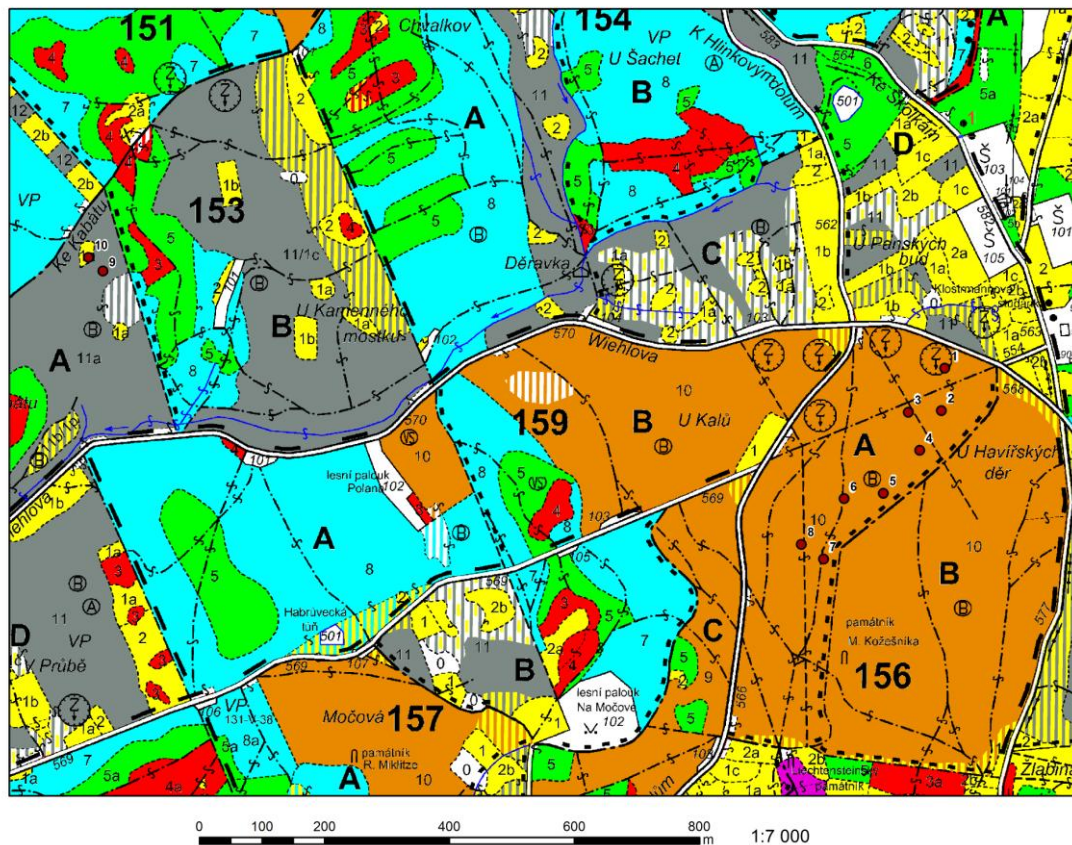
4. MATERIÁL

4.1. Charakteristika výzkumné plochy

Zkoumané území se nachází v přírodní lesní oblasti 30 Drahanská vrchovina na území Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny (ŠLP). Výzkumná plocha je zařazena pod polesí Habrůvka (*Obr. 5 a Obr. 6*), lesnický úsek Borky, katastrální území Habrůvka, nedaleko od Dykových lesních školek (49.3183806N, 16.7301594E). Plochy se nachází v nadmořské výšce od 400 do 540 m n. m. Zájmová území se nacházejí podle mapy za hranicemi CHKO Moravský kras, ale v případě BK a smíšeného jsou na okraji a těsně za hranicemi. V podloží se vyskytují vápence a jsou zde patrné krasové jevy (závrty). Zkoumané smrkové plochy se nachází hlouběji v krasu, ale geologicky neodpovídají a vyskytují se zde rudické vrstvy a brněnský masív.



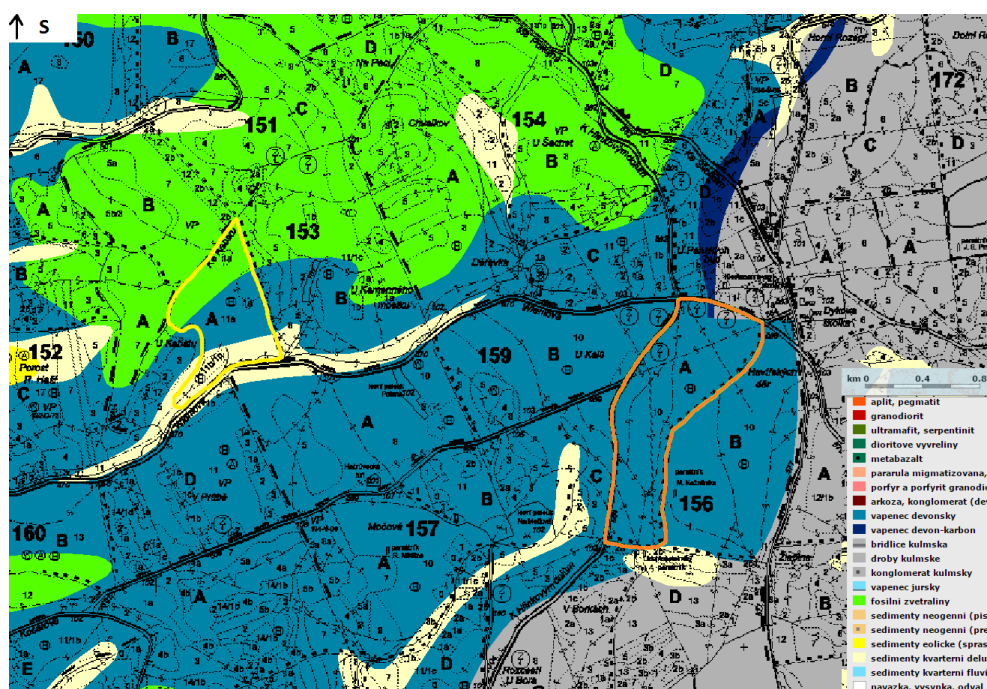
Obr. 5 Zobrazení porostního plánu. Popisované území porostní skupiny červenou barvou 156A₁₀ a modrou barvou 153A₁₁



Obr. 6 Bližší zobrazení gapů. Červené body znázorňují vzniklé porostní mezery. V porostu 156A₁₀ byly vybrány pro potřeby této práce: body č. 1 bukový malý (BK/S), č. 2 bukový velký (BK/B), č. 5 smíšený malý (MIX/S), č. 6 smíšený velký (MIX/B) V porostu 153A₁₁₀ č. 9 smrkový velký (SM/B) č. 10 smrkový malý (SM/S).

4.2. Přírodní poměry

Vybrané území je v přechodovém pásmu Macošského bioregionu tvořícího úzký pruh vápencového údolí a Dražanské vrchoviny. Geomorfologický podcelek je Moravský kras, který je tvořen vápencovými plošinami prořezanými vápencovými žleby (Obr. 7). V jižním okraji je tvořen i 1. LVS (dubovým lesním vegetačním stupněm), převažuje 4. bukový, v inverzních částech i 5. jedlo-bukový lesní vegetační stupeň. Vliv krasového fenoménu je patrný na vegetaci i drobné fauně. Netypická část je tvořena krasovými plošinami pokrytými sprašovými hlínami nebo druhohorními sedimenty a zvětralinami, s bikovými, lokálně květnatými bučinami (Culek, 1996).



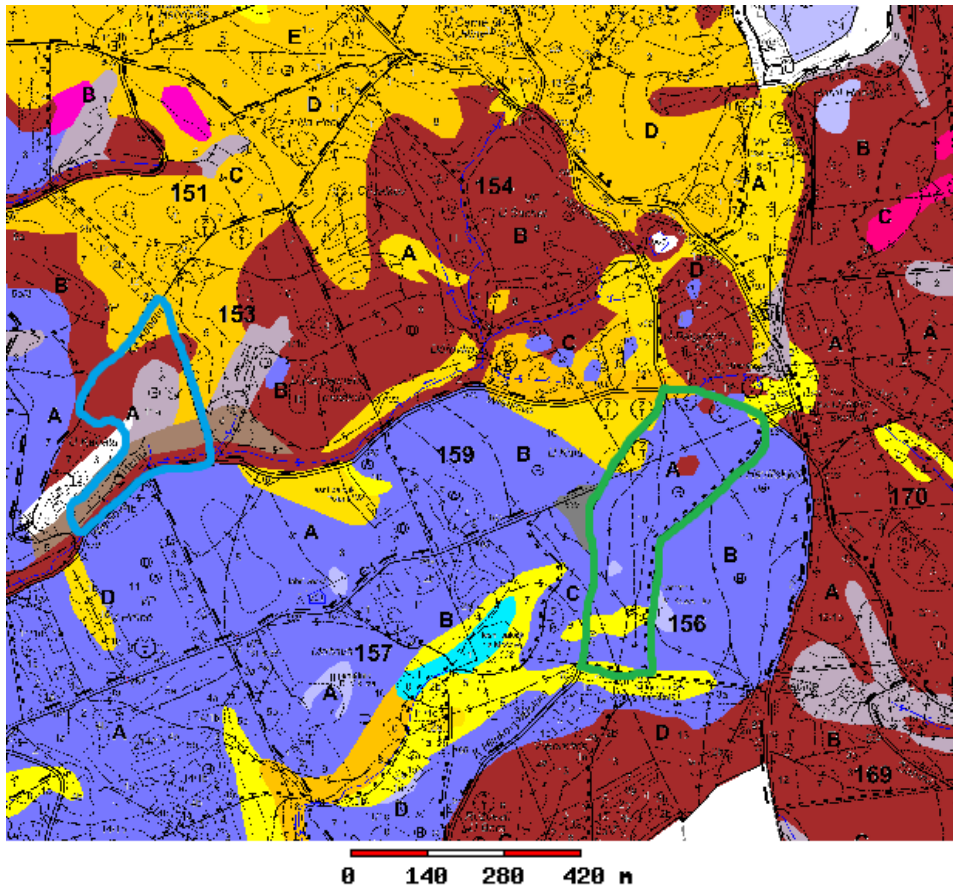
Obr. 7 Znárodnění geologického podloží. Gapy bukový (BK) a smíšený (MIX) se nacházejí na vápenci devonském (porostní skupina 156B₁₁ zvýrazněno oranžovou barvou). Smrkový (SM) se nachází na rozhraní devonského vápence a fosilních zvětralin (porostní skupina 154A₁₁ zvýrazněno žlutou barvou)

Příkrovy jsou tvořeny převážně čistými devonskými vápenci, částečně zasahuje granodiorit brněnského masívu, nebo částečně nevápnité slepence a jílovce. Výplně krasových depresí zůstávají zvětraliny jurského a křídového stáří (okolí Rudice, Olomučany). V jižní části zasahují spraše, přecházející do sprašových hlín na severu. Z velké části zarovnaný povrch, rozčleněn ostrými a hlubokými zářezy (Culek, 1996).

Reliéf charakteru ploché vrchoviny s členitostí 150 až 200 m s hlubokými zářezy Křtinského potoka s charakterem členité vrchoviny až 270 m. Nejnižším bodem je údolí Říčky u Muchovy boudy (265 m), nejvyšší cca 590 m západně od Šošůvky. Typická výška území je 300 až 530 m n. m. (Culek, 1996).

Dle Quitta (1971) je podnebí v klimatických oblastech nejteplejší MT 11 na jihu, přes MT 10, MT 9, MT 5 po severní část MT 3 na jihu. Klima vykazuje výrazný teplý a suchý gradient z okolí Brna. V severnějších oblastech je chladnější a vlhčí klima (Olomučany 7,7 °C, 620 mm, Sloup 641 mm a průměrné teploty 6,6 °C). Ostré jsou také rozdíly na malých vzdálenostech (Culek, 1996).

Půdy na výchozech vápenců a svazích vytváří rendziny, často kambizemě (zhnědlé) s odvápněnou jemnozemi (Obr. 8). Náhorní plošiny jsou tvořeny hnědozeměmi vzniklými na spraších a sprašových hlínách. Jsou zde také fragmenty typické pro reliktní krasové půdy (Culek, 1996).



Obr.8 Znárodnění pedologické situace porostní skupina 156A₁₀ převládajícím půdním typem je rendzina kambická s ojedinělým výskytem kambizem typické mezotrofní. V porostní skupině 153A₁₁ se nachází půdní typy kambizem typická mezotrofní, hnědozem luvická oglejená, kambizem typická oligotrofní a kambizem, typická mezotrofní, oglejená

Přirozená vegetace je tvořena dubohabřinami, na jižních svazích teplomilné doubravy. V severních částech na plošinách bučiny. Olšiny podél potoků, místy fragmenty vlhkých vysoko bylinných luk (Culek, 1996).

4.3. Popis porostů 156A₁₀

Homogenní porost na mírném svahu se SZ-Z sklonem s výskytem závrtů. S převládajícím lesním typem 4W1 (vápencová bučina), částečně se vyskytující 3A9 (lipodubová bučina), 3H2 (hlinitá dubová bučina), 3J8 (lipová javořina) (Obr 9). Hospodářský soubor 346, porost se nachází ve věku 100 let. Převládající dřevinou je buk lesní (*Fagus sylvatica*) se 70% zastoupením, následuje smrk ztepilý (*Picea abies*) 14 %, modřín opadavý (*Larix decidua*) 6 %, jedle bělokorá (*Abies alba*) 6 %, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 2 %, douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*) 1 %, dub zimní (*Quercus robur*) 1 %. Relativní bonita 1 kromě douglasky tisolisté (5) a dubu zimního (2). Porosty mají plné zakmenění, fenotypové kategorie B u buku lesního a C u zbylých dřevin (LESPROJEKT Brno, 2013).

Bohatá vápencová bučina (4W) je rozšířena na svazích a hřebenech na bazických a karbonátových horninách. Půda svěží, mírně až středně šterkovitá, na bázích svahu hluboká. Ohrožení lesa značně buření, místy erozí, hnilobou smrku. Půdní typy a subtypy: kambizem rendzinová (KMv), kambizem eutrická (KMe), rendzina kambická (Rak), ranker (RN). Ekologické funkce infiltrační (retence, retardace, akumulace srážkových vod), exponovanější plochy protierozní. Intenzita hospodaření s ohledem na ekologické funkce lesa. Cílové bukové hospodářství s průměrnou až nadprůměrnou hodnotou produkce se značnou stabilizací porostů.

Značná volnost hospodaření. Pěstební zaměření na kvalitu úrovnových dřevin (Plíva, 2000).

Hlinitá dubová bučina (3H) je rozšířena na plošiny, mírné svahy v pahorkatinách i pánevních oblastech na deluviích bohatších hornin a překryvech sprašových hlín. Půda vlhkostně příznivá, minerálně středně bohatá, hlinitá, uléhavá. Základní lesní typy: šřavelový, s ostřicí chlupatou, mařinkový, varianty oglejené. Půdní typy a subtypy: kambizem luvická (KMI), luvizem typická (LMm), luvizem pseudoglejová (LMg), paradendzina (PR). Ohrožení lesa značně buření, středně větrem, hnilobou u smrku, náchylnost k ulehávání. Ekologické funkce infiltrační, retenční, retardační, akumulace srážkových vod. Ekonomicky výhodné pro modřín, dub je zde nenahraditelný. Cílové smrkové hospodářství s nadprůměrnou hodnotu produkce, ale sníženou stabilitou porostu. Ekologické funkce neomezují volnost hospodaření, pěstební zaměření na kvalitu všech dřevin v úrovni, méně na podrost. Alternativní bukové nebo dubové hospodářství je využitelné pro kvalitní sortimenty (Plíva, 2000).

Lipová javořina (3J) je rozšířena z pahorkatin do krajů vrchovin, na kamenitých suťových svazích a hřebenech se skalisky, úzlabinami, převážně na bohatším podloží. Půda kamenitá až balvanitá, ne zcela vyvinutá. Půdní typy a subtypy: ranker (RN), rendzita (RA), regozem (RM), kambizem psefitická (KMf) Základní lesní typ bažankový, lipnicový, kapradinový, měsíčnicový. Ohrožení lesa silně erozí, značně buření. Ekologické funkce protierozní, bránění povrchovému odtoku vody, umožnění retence a infiltrace, ochrana a zachování ekosystému. Ekologické funkce převyšují produkční funkce. Hospodaření omezeno na nezbytnou péči, účelový výběr s nepřetržitou obnovní dobou s přechodem na přirozený vývoj (Plíva, 2000).

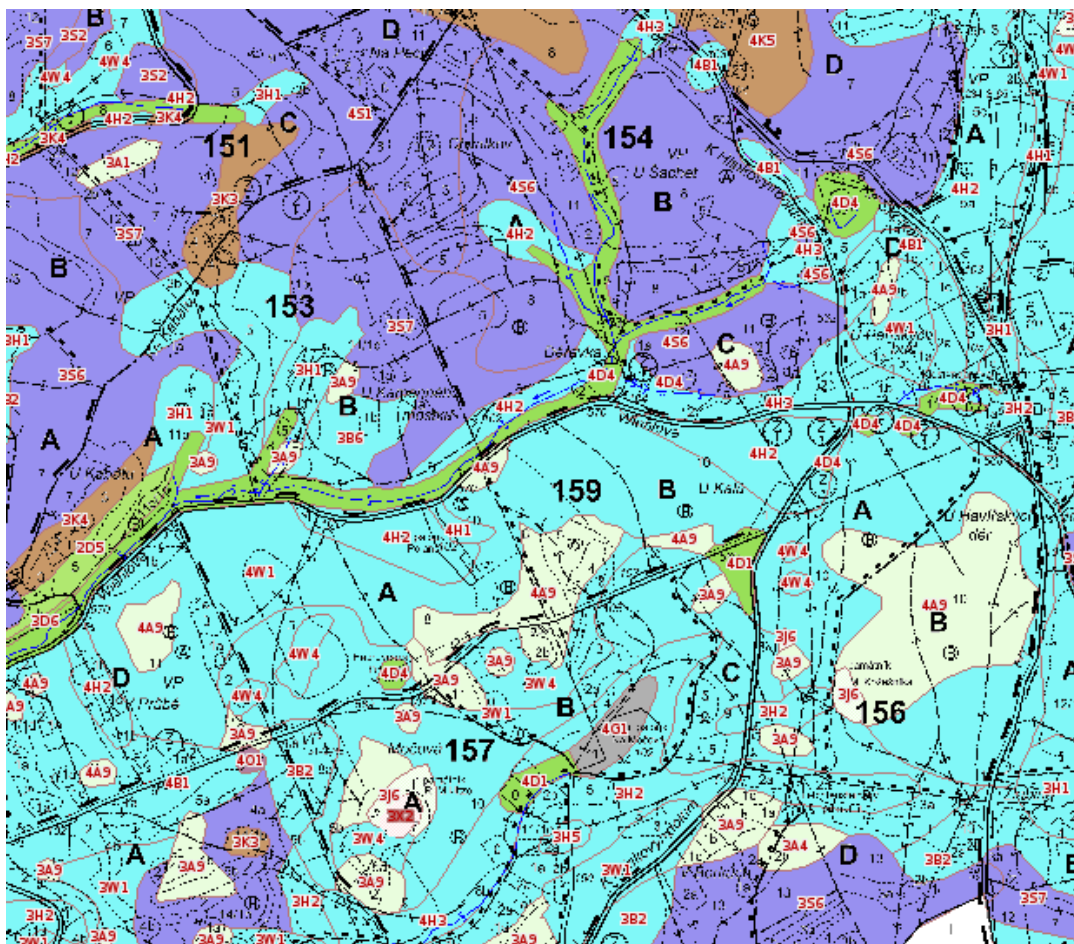
4.4. Popis porostu 153A_{11a}

Porost stáří 112 let, hospodářský soubor 8446, cílový hospodářský soubor 45. Mírně se svažující terén do údolí potoka, výskyt terénních zářezů. Lesní typ 3S7 (svěží dubová

bučina), částečný výskyt lesních typů 3H1 a 4D4 (Obr. 9). Porost fenotypové třídy B u dřevin SM a MD. Zmlazení buku a smrku po ploše. Zakmenění 9. Zastoupení dřevin: smrk ztepilý (*Picea abies*) 61 %, modřín opadavý (*Larix decidua*) 25 %, buk lesní (*Fagus sylvatica*) 6%, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 6 %, javor klen (*Acer pseudoplatanus*) 1 %, habr obecný (*Carpinus betulus*) 1 % (LESPROJEKT Brno, 2013).

Svěží dubová bučina (3S) je rozšířena na svahy, plošiny a ploché hřebeny v pahorkatině na různých horninách, místy s písčitymi nebo mělkými hlinitými (sprašovými) překryvy. Půda středně hluboká, mírně až čerstvě vlhká, písčitohlinitá, mírně šterkovitá. Půdní typy a subtypy: kambizem mezotrofní (KMb), kambizem oligotrofní (KMo), kambizem arenická (KMa). Celkové ohrožení lesa slabé. Ekologické funkce infiltrační, retence akumulace srážkových vod, na příkrých svazích protierozní. Cílové smrkové hospodářství s průměrnou hodnotou produkce a střední stabilitou porostů. Ekologické funkce neomezují volnost hospodaření, pěstební zaměření na kvalitu dřevin v úrovni, méně na podúroveň.

Obohacená bučina (4D) je rozšířena z pahorkatin do vrchovin na humusem obohacených půdách, na bázích svahů, dnech úžlabin i na plošinách (sesuvné svahy) Půda čerstvě vlhká, písčito- až jílovitohlinitá, prohumózněná (slabě oglejená). Lesní typy a subtypy: kambizem mezotrofní (KMb), kambizem oglejená (KMg), kambizem eutrická (KMe), kambizem redzinová (KMv). Silné ohrožení buření, značné větrem, místně sesuvy. Ekologická funkce infiltrační, retence, retardace, akumulace srážkových vod, prudké svahy a sesuvná území protierozní a protisesuvná. Cílové smrkové hospodářství s vysokou hodnotou produkce, se sníženou stabilitou, ekologické funkce nepatrně omezují volnost hospodaření. Pěstební zaměření na kvalitu všech dřevin v úrovni, méně na meliorační podrost (Plíva, 2000).



0 120 240 360 m

	0X, 1X, 2X, 3X, 4X		1Z - 9Z, 2Y - 9Y
	0Y, 0Z		0M, 0N, 0C
	1M, 0K		2M, 1K, 2K, 1I, 2I
	3M, 4M, 3K, 4K, 3I, 4I		5M, 6M, 7M, 5K, 6K, 7K, 5I, 6I, 7I
	8M, 8K, 9K, 8N		1N, 2N
	3N, 4N		5N, 6N, 7N
	1S, 2S		3S, 4S
	5S, 6S, 7S		8S
	1C, 2C, 3C, 4C, 5C, 3F, 4F, 5F, 6F, 7F		8F
	1B, 2B, 1W, 2W, 1H, 2H		3B, 4B, 3W, 4W, 3H, 4H
	5B, 6B, 7B, 5W, 5H, 6H		1D, 2D
	3D, 4D		5D, 6D, 7D
	1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A		8A
	1J, 3J, 5J, 6J		1V, 1U, 1L, 2L
	3L, 3U, 2V, 3V, 4V		5L, 5U, 5V, 6V, 7V, 8V
	0G, 0O, 0P, 0Q, 0T		10, 1P, 1Q, 20, 2P, 2Q
	30, 3P, 3Q, 40, 4P, 4Q		50, 5P, 5Q, 60, 6P, 6Q, 70, 7P, 7Q, 80, 8P, 8Q
	1T, 1G		2T, 2G, 3T, 3G, 4G
	5T, 6T, 7T, 8T, 5G, 6G, 7G, 8G		0R, 8R, 9R
	3R, 4R, 5R, 6R, 7R, 8R		6L

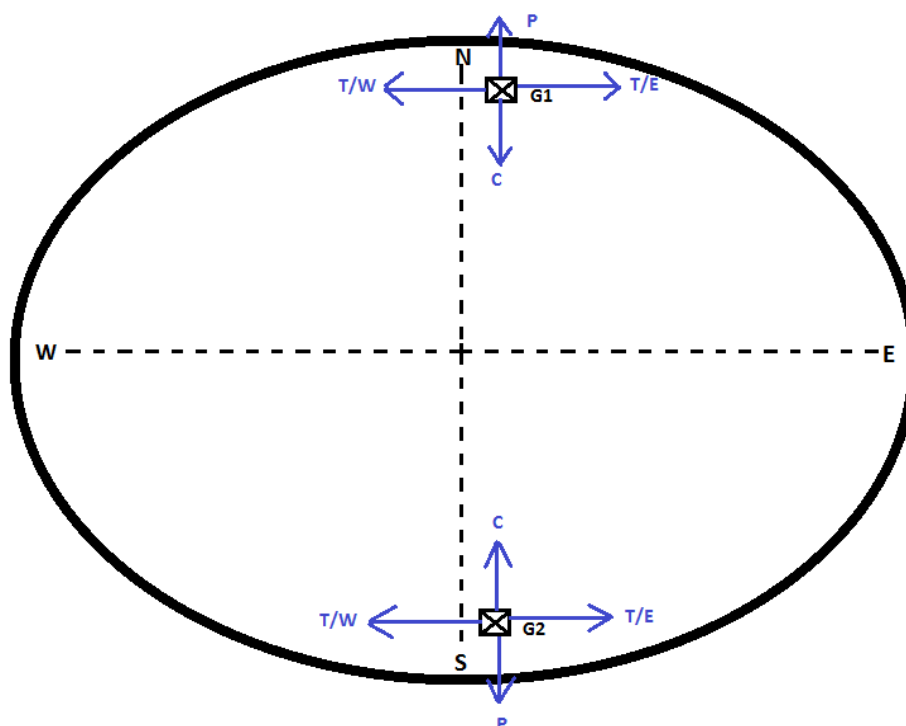
Obr. 9 Typologická mapa se zaměřením na porostní skupiny 156A₁₀ a 153A₁₁

5. METODY

5.1. Přípravné práce

V rámci projektu Dynamika přirozené obnovy v ekologických podmínkách porostních mezer na ŠLP ML Křtiny (vznikl v roce 2013), byly založeny na dvou lesnických úsecích porostní mezery (anglicky gaps), v různé kategorii/velikosti v typických porostních typech bukový (BK), smrkový (SM) a smíšený (MIX). Velikosti gapů byly: do velikosti 0,01 ha (odtěžením 1 až 3 stromů); do velikosti 0,04 ha (odtěžením hloučku stromů); do velikosti 0,1 ha (skupina vytěžených stromů); do 0,3 ha násek. Pro využití této práce byly vybrány gapy o velikosti 0,04 ha pojmenované jako malé (Small, zkráceně S) a o velikosti 0,1 ha pojmenované jako velké (Big, zkráceně B). Při výběru byl kladen důraz na stejnou expozici, sklonitost terénu a celkové podobnosti mikroreliefu terénu. Pro porovnání byly vzorky odebrány z mateřského porostu (P), kde se jedná o stávající porost v okolí gapu, ze středu gapu (C), okraje východ (T/E) a okraje západ (T/W). Okrajem porostu je myšleno rozhraní mezi plochou gapu a mateřského porostu (P). Bukový (BK) a smíšený (MIX) se nachází v porostu 156A₁₀, smrkový gap se nachází v porostu 153A_{11a}.

Na každý velký gap byla podle přiloženého schématu (*Obr. 10*) umístěna směrová růžice, která byla v terénu fixována dřevěnými kolíky protínajícími se ve středu plochy. Vždy na severu (N) a jihu (S) byla umístěna měřicí stanice s čidly, která směřovala do mateřského porostu (P), do středu plochy gapu (C) a dále vybíhala do západní části okraje (T/W), druhé čidlo směřovalo na opačnou stranu východní část okraje (T/E). Veškerá čidla umístěna na severu (N) byla lichá, pro BK (G1), SM (G3) a pro MIX (G5). Čidla umístěna na jihu byla označena sudými čísly BK (G2), SM (G4) a MIX (G6).



Obr. 10 Schéma gapu s umístěním měřících stanic pro půdní vlhkost. Čárkovanou čarou jsou znázorněny a popsány světové strany: sever (N), jih (S), východ (E), západ (W). Křížkem s popisem G1 a G2 jsou umístěny měřící stanice. Modrou čarou jsou znázorněny čidla směřující do zmíněných lokalit. Lokalita střed (C), okraj východ (T/E), okraj západ (T/W) a mateřský porost (P).

5.2. Terénní práce

5.2.1. Kontinuální měření půdní vlhkosti

Pro zjištění půdní vlhkosti byly využity snímače půdní vlhkosti značky VIRRIB. Fungují na principu šíření elektromagnetických vln v půdním prostředí. Vlastní přístroj se skládá ze dvou soustředných kruhů spojených v tělese snímače s umístěnou elektronickou částí. Přístroj je určen pro celoroční provoz. Přesnost měření je stanovena na $0,01 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ s intervalem snímání 15 minut. Hloubka instalace čidla je v kořenové zóně, s ohledem na minimalizaci rizika poškození černou zvěří (v blízkosti smrkového gapu se nachází kaliště) byla čidla instalována hlouběji; vždy však do maximální hloubky 10 cm. Měřena byla objemová vlhkost půdy (udávají, kolika procenty se podílí voda na celkovém objemu půdy, např. při 30% vlhkosti 1 m^3 zeminy obsahuje 300 l vody).

Snímače půdní vlhkosti byly instalovány na jaře roku 2014. Vlastní instalace je zmíněna v kapitole přípravné práce. Na vlastní připojovací rozhraní (vstup pro výměnu baterie a stahování dat) byla umístěna informační tabulka.

5.2.2. Půdní odběry

Celkem byly vykopány tři půdní sondy, každá byla vykopána v mateřském porostu blíže velké výzkumné ploše. Každé místo bylo vybráno tak, aby co nejlépe reprezentovalo danou lokalitu. Z každé půdní sondy byly odebrány neporušené půdní odběry do fyzikálních válečků (100 cm³), vždy dva z každého horizontu. Dále byly odebrány vzorky do PET sáčků. Každá půdní sonda byla následně popsána a zdokumentována.

Vzorky pro detailní pedologická šetření zacílená na zjištění biochemických vlastností a obsahu minerálních forem dusíku byly odebírány v Ah horizontu. Byl vytvořen směsný vzorek, kde jeden odběr byl tvořen ze třech míst. Při každém odběru se sbíraly vzorky ze středu (C) gapu a mateřského porostu (P). S využitím plošné preparace se nejprve odhrnuly humusové vrstvy, následně se vypreparoval Ah horizont s důrazem na nízkou kontaminaci okolními horizonty. Tímto způsobem se pokračovalo ve všech zmíněných výzkumných prvcích.

Celkem bylo odebráno 48 vzorků. Vždy v každém gapu čtyři odběry ve středu (C) a čtyři odběry v mateřském porostu (P), stejný způsob platil i pro malý (S) a velký (B) gap. Ve třech porostních typech bukový (BK), smíšený (MIX) a smrkový (SM).

Odběry fyzikálních válečků byly provedeny v blízkosti vlhkostních čidel. Odběr probíhal standardním způsobem. Odstraněním svrchních vrstev až na požadovaný horizont, použitím „náboje“ a zapravením fyzikálního válečku do půdy. Následně proběhlo očištění a zavíčkování.

5.3. Laboratorní práce

Vzorky byly uchovávány v chladničce při teplotě do 4 °C. Pro následné analýzy byly přesáty na sítu o světlosti ok 5 mm.

5.3.1. Využité přístroje

Sušička Memmert Modell 100-800

Digitální váhy setinné a tisícinné značky Denver Instrument

Třepačka GLF 3006

Spektrofotometr SPECOL 1300

Digestoř

Odstředivka MLV T62

Běžné laboratorní sklo

Kombinovaný pH-metr

5.3.2. Příprava vzorků a extrakce pro stanovení dusičnanového a amonného dusíku

Vhodný postup je možné využít na všech typech půd pro stanovení anorganických forem dusíku. Analýzy byly prováděny ve třech opakováních. Bylo naváženo 10 g odebraného vzorku půdy do plastové láhve o objemu 50 ml a následně přidáno 20 ml 1M roztoku chloridu draselného. Extrakce byla prováděna na třepačce 60 minut. Výsledná suspenze byla převedena do centrifugačních nádobek a následně centrifugována 10 minut při 3000 ot/min. Čistý supernant byl použit pro další analýzy (Zbírál et al., 2011).

5.3.3. Stanovení dusičnanů NO_3^-

Byl odpipetován čirý roztok 20 ml do 100 ml kádinek a následně přidán 1 ml salicanu sodného. Poté bylo vše odpařeno na varné desce do úplného vysušení. Po ochlazení byl na výparek přidán 1 ml kyseliny sírové. Po desetiminutovém ochlazení byly přidány 3 ml destilované vody a 10 ml alkalického roztoku. Výsledný obsah se promíchal a převedl do baněk o objemu 50 ml a následně byl doplněn po rysku destilovanou vodou. Obsah baněk se převedl do zkumavek a nechal se 2 až 3 minuty v odstředivce při 3000 ot/min. Následná absorbance byla změřena na spektrofotometru při vlnové délce 410 μm . Slepé měření se provedlo s přidáním destilované vody stejným postupem (Zbírál et al., 2011).

5.3.4. Stanovení amonného dusíku NH_4^+

Ze supernantu bylo odpipetováno 5 ml půdního výluhu a následně přidáno 4 ml vybarvovacího činidla. Směs se důkladně promíchala a následně se přidalo 4 ml alkalického činidla, znovu bylo vše promícháno a doplněno po rysku destilovanou vodou. Směs byla ponechána hodinu při laboratorní teplotě. Následně byla převedena z baněk do plastových zkumavek a odstředěna 2 až 3 minuty při 3000 ot/min. Vzorky byly odpipetovány do středních kyvet a změřena absorbance při 655 μm . Slepé měření proběhlo stejným postupem s přidáním destilované vody (Zbírál et al., 2011).

5.3.5. Stanovení maximální kapilární kapacity

Odebraný fyzikální váleček se nejprve zvažil v čerstvém stavu a poté se bez víček vložil do plechové vaničky s vyskládaným filtračním papírem a prolil se vodou, odkrytý váleček se přikryl hodinovým sklíčkem. Vzorek se nechal sytit 24 hodin. Poté se vzorek přenesl na suchý a čistý filtrační papír a nechal se odsávat nejprve půl hodiny a následně 2 hodiny, pokaždé se zvažil a údaje byly zapsány. Po zvažení se vzorek přenesl na

smaltovanou misku a nechal se nejprve proschnout na vzduchu a poté se dosušil do konstantní hmotnosti při 105 °C. Následně se vysušený vzorek zvažil a zapsal. Následně byl proveden výpočet podle vzorce: $\Theta_{MKK} = \frac{m_{MKK} - m_d}{V} * 100(\%)$

V

m_{MKK} – hmotnost uměle vodou nasyceného vzorku po 2 hodinách odsávání

m_d – hmotnost vzorku vysušeného do konstantní hmotnosti

V – objem vzorku v daném Kopeckém fyzikálním válečku (100 cm³)

Výpočet pórovitosti: $P = (\rho_s - \rho_d) \cdot 100 / \rho_s$ (%)

ρ_s – měrná hmotnost vzorku z daného analyzovaného horizontu

ρ_d – objemová hmotnost redukovaná tohoto horizontu

Výpočet objemové hmotnosti: $\Theta = w \cdot \rho_d$ (%)

w – hmotnostní vlhkost

ρ_d - objemová hmotnost redukovaná tohoto horizontu

Zjištění procenta půdní pórovitosti bylo provedeno metodou pyknometrickou. Byl připraven vysušený (do konstantní hmotnosti) vzorek jemnozeme I. Dále byl pečlivě zvážen pyknometr naplněný až po okraj destilovanou vodou a zasunut zátkou tak, aby voda prostříkla kapilárou, následně osušeno a zváženo. Do vysušeného stejného pyknometru byl vsypán přibližně do jedné čtvrtiny půdní vzorek a celé bylo znovu zváženo. Následně byl naplněn pyknometr vodou do jedné poloviny a byl zahříván. Po zahřátí byl ochlazen pyknometr a doplněn destilovanou vodou tak, aby byla kapilára plná vody. Pyknometr s vodou i vzorkem byl poté zvážen (Rejšek, 1999).

Následně byl proveden výpočet podle vzorce: $\rho_s = \frac{m_1}{(m_1 + m_2) - m_3}$

m_1 – hmotnost vzorku vysušeného do konstantní hmotnosti

m_2 – hmotnost pyknometru s destilovanou vodou

m_3 – hmotnost pyknometru s rozvařeným vzorkem a s destilovanou vodou

Stanovení objemové hmotnosti: pečlivě odebrané, zavíčkované a fixované fyzikální válečky byly přeneseny do laboratoře. Nejprve byly zváženy fyzikální válečky s víčky bez gumiček. Dále bylo sejmuto horní víčko a vzorek byl vysušen do konstantní hmotnosti a nechal se ochladit v exsikátoru. Po vychladnutí byl váleček zvážen (Rejšek, 1999).

Následoval výpočet: $\rho_w = (b-a)/V$ [g.cm-3]

b – hmotnost válečku s víčky s neporušeným vzorkem v původním stavu

a – hmotnost válečku s víčky

V – objem vzorku

Stanovení hmotnostní vlhkosti: do vysoušecí misky byl vložen půdní vzorek, v případě Oh horizontu bylo vloženo 3 až 5 g, u A-horizontu cca 5 g a podpovrchových a substrátových horizontů 8 až 10g. Následovalo zvážení čerstvého vzorku, poté sušení při cca 60 °C po dobu 2 hodin a následné dosušení při 105°C alespoň 4 hodiny. Po ochladnutí v exsikátoru následovalo zvážení (Rejšek, 1999).

Stanovení hmotnostní vlhkosti bylo provedeno výpočtem: $w = (m_1-m_2).100/m_2$

m_1 – hmotnost vzorku před vysušením, tj. navážka půdního vzorku

m_2 – hmotnost vzorku po vysušení do konstantní hmotnosti

5.3.6. Stanovení pH

Odebrané půdní vzorky se vysušily do konstantní hmotnosti a byly přesály na sítu s velikostí ok 2 mm. Z přesátých vzorků se odvážilo 10 g půdy a přeneslo do plastových uzavíratelných nádob. Do jedné sady se přililo 25 ml destilované vody a nechalo se protřepat na třepačce. Následná suspenze se nechala 2 hodiny odstát. Po stanovené době se vzorky změřily kombinovanou elektrodou pH-metru a změřily se výsledné hodnoty. Druhá sada se zalila 25 ml 1M KCl a nechala se protřepat na třepačce. Následně se nechala odstát 24 hodin a poté byla změřena kombinovanou elektrodou pH-metru. Výsledné hodnoty byly zapsány (Rejšek, 1999).

5.4. Statistické vyhodnocení dat

Stažená data z měřicích stanic půdní vlhkosti byla seřazena v programu excel. Výsledná měření z laboratoře byla přepsána a seřazena do tabulek, podle grupovacích proměnných. Následně statisticky vyhodnocena. Kde pro krabicové grafy bylo vypočteno: horní vous= $\min(\max(x), Q3+1,5*IQR)$ dolní vous= $\max(\min(x), Q1-1,5*IQR)$. Kde $IQR = Q3-Q1$

Pro grafické znázornění výsledků byly využity tzv. interaktivní grafy, na kterých je zobrazeno více faktorů (kategorických proměnných) působících na závisle proměnnou. Tento grafický nástroj byl využit pro zobrazení významu světových stran, ve kterých byly půdní vzorky v gapech odebírány a také pro zobrazení významu dalších, klíčových proměnných, kterými jsou velikost kotlíku (označení symboly „B“ – big, velký kotlík; „S“ – small, malý

kotlík), pozice odběru půdních vzorků (označeno symboly „C“ – centre, střed kotlíku; „P“ – parental mateřský porost) a porostní typ („beech“ – bukový porost; „spruce“ – smrkový porost; „mixed“ – smíšený porost). Terminologie vychází z databázového označení půdních vzorků, které bylo jednotně zvoleno pro zpracování všech dat souvisejících s řešeným projektem, a které je klíčové z hlediska přednosti a unikátnosti v třídění výsledků.

Vyhodnocení půdní vody pro celkové vyhodnocení grafů byla použita veškerá měření (od 9:00 9.6.2014 do 12:45 25.2.2016) Z těchto dat byla vybrána pouze průměrná hodnota za celý den. Ucelená řada výsledků byla použita pro celkové vyhodnocení a porovnání s vybranými hydrolimity. V období od září do listopadu roku 2015 byly porušeny kabely od měřících čidel ke stanici. Tyto hodnoty nebyly nijak modelovány a jsou zobrazena v grafech jako prázdná místa. Došlo k jednotlivému dělení podle měřících stanic. Pro bližší sezónní dynamiku byla vybrána data v období od 13. 4. 2015 začátkem v čase 12:00 a koncem 26. 10. 2015 v čase 15:00. V jednotlivých datech došlo k prvotnímu urovnání dat, kdy byly odstraněny veškeré hodnoty pod 10,00. Následně došlo ke grupování a označení do skupin měření. První skupina byla označena jako G1 (měřící přístroj se nacházel na severu (N) v bukovém velkém gapu (BK/B)). Následovala zkratka gapu podle převládající dřeviny (BK, SM, MIX). Následně bylo použito umístění na gapu jako střed (C), a mateřský (P) umístění v okraji (T) a následná světová strana jako okraj západ (T_W) a okraj východ (T_E). Při porovnání s hydrolimity byly použity tyto zkratky: pro maximální kapilární kapacitu (MKK), bod snížené dostupnosti (BSD), bod vadnutí (BV), dále pro porovnání a vyhodnocení byly využity čísla 35, 30 a 25. V rámci jednotného názvosloví bylo za každým kódem uvedeno Moist (vlhkost). Pro porozumění si představíme pár číselných kódů: G1BK_P_Moist – jedná se o čidlo půdní vlhkosti umístěné v severní části ve velkém bukovém gapu, v mateřském porostu. G1_LB_BK zde je myšlen půdní hydrolimit lentokapilární bod vypočítaný pro buk.

Při vyhodnocování bližší sezónní dynamiky bylo využito funkce KDYŽ, jedná se o logickou funkci, která vrátí jednu hodnotu, pokud se zadaná podmínka vyhodnotí jako Pravda, a jinou hodnotu, pokud se vyhodnotí jako Nepravda. Bylo využito binárního kódu, kdy pravda byla označena jako 1 a nepravda jako 0. Následně byly sečteny jedničky a vypočítán procentuální podíl dnů splňující danou podmínku.

6. VÝSLEDKY

6.1. Vyhodnocení půdních sond

6.1.1. Půdní sonda „bukový velký“

Půdní jednotka: pseudoglej luvický (PGl) s mullovým moderem na smíšeném substrátu vápence a sprašové hlíny s obohacením o rezidua zvětralých vápenců Terra fusca

Stratigrafie půdního profilu: L-F-(H)-Ah-En-Bmt-BC-C-D



Ln (0-3 cm): souvislý relativně mocný opad převážně BK, příměs SM a DG

Lv (3-4 cm): souvislý slehlý, nekolorovaný opad s povlaky houbových mycelií, převážně BK, příměs SM a DG

Fa (4-5 cm): tenká slehlá drť s houbovými mycelii, známky aktivity zooedafonu

Hm (5-5,5 cm): mezický, mezernatý, kyprý, červenohnědý

Ah (5,5-9,5 cm): žlutošedý (10YR 4/2), písčitohlinitý, kyprý, rozpadavý, skelet 2 % ve frakci hrubého písku až drobného štěrku, lístkovitý, místy nevýrazně drobtovitý, prašný, minerální podíl tvořený

zejména eolickým materiálem; prokořenění $< 2 \text{ mm } 90-110 \text{ ks/dm}^2 > 2 \text{ mm } 2-4 \text{ ks/dm}^2$

En (9,5-23 cm): barva 10YR 6/4; jílem ochuzený, prašný, skelet 2 % (frakce hrubého písku až drobného štěrku), porézní, nevýrazně lístkovitá až polyedrická struktura, mírně ulehlý, suchý až mírně vlhký, řídce vyvinuté bročky (Mn-Fe nodule) o průměru max. 0,35 mm (mírně patrné šmouhy po nástroji a rezivé skvrny; přechod dospod více méně ostrý, nekapsovitý, bez záteků); slabá reakce s ferrykyanidem na Fe^{3+} ; prokořenění $< 2 \text{ mm } 70 \text{ ks/dm}^2 > 2 \text{ mm } 10 \text{ ks/dm}^2$

Bmt (23-66): barva 5YR 4/4, jílovitohlinitá až hlinitá textura, kostkovitá (polyedrická) struktura s náznaky lístkovité při En, odlučný po lomových stěnách agregátů, mírně ulehlý, skelet 8 % (frakce hrubé kameny); vyvinuté argilany a lesklé pedy, nevýrazný dvojlom působí dvojbarevnost červenavé vs. žluté barvy; Mn povlaky na puklinách makroagregátů, lesklé řezné plochy dokumentující zvýšený obsah jílu; prokořenění $< 2 \text{ mm } 20-70 \text{ ks/dm}^2$ $> 2 \text{ mm } 1-4 \text{ ks/dm}^2$

BC (66-81 cm): barva 7,5YR 5/6, textura jílovitá až jílná, silně ulehlý, skelet 20-50 % (Drobné kameny až balvanů); méně výrazné argilany, snížená rozpadavost podél agregátových puklin, lesklé agregáty; polyedrická (kostkovitá) struktura, plastický; s příměsí zvětrávajících reziduí, prokořeněné $< 2 \text{ mm } 2-5 \text{ ks/dm}^2$, $> 2 \text{ mm } 0-2 \text{ ks/dm}^2$; Mn povlaky (wad)

C ($> 81 \text{ cm}$): barva 2.5YR 4/6, jílovitá textura, skelet 10-40 % (frakce drobných kamenů až balvanů), velmi silně ulehlý až spečený, čerstvě vlhký, s lesklými povrchy pedů a velmi nevýraznými až absentujícími argilany, polyedrická struktura, slabě strukturní; prokořenění $< 2 \text{ mm } 0-1 \text{ ks/dm}^2$, $> 2 \text{ mm } 0-1 \text{ ks/dm}^2$. V substrátovém horizontu dominance reliktních zvětrávacích zbytků terra fusca, jemnozem bez karbonátů (vyluhovaný). Přechod do CD horizontu litogické diskontinuity, tvořeného dominantně vápencem se zvětrávacími rezidui a fosilním materiálem.

Terénní posudek

Půda na sníženém substrátu těžší textury je dobře dotována vodou bez rizika přisušků; prokořenění do 50 cm rovnoměrné, středně husté. Půda s tendencí k zamokření při odlesnění doprovázené středně významným vývojem redoximorfních znaků. Půdní profil je svrchu provzdušněný do hloubky 25 cm; níže texturně těžký s výraznou vododržností; středně humózní půda.

Pseudoglej je vyvinutý z iliměřované půdy (hnědozem) s texturní diferenciací vyvinutou na základě zdvojených faktorů – pedogenetického a litologické diskontinuity. Redoximorfní znaky jsou prokázány zkouškou na ferrokyanid sodný (v celém profilu) a ferrokyanid sodný (nevýrazná redukce, velmi mírná v En, mírná v Bmt).

6.1.2. Půdní sonda „směs velký“

Půdní jednotka: hnědozem chronická (HNj) s morovým moderem na smíšeném substrátu sprašové hlíny, vápence a reliktního zvětralinového rezidua terra fusca

Stratigrafie půdního profilu: L-F-H-Ah-Ev-Bt-B/C-C



L (0-2 cm): kyprý, neslehlý, souvislý smíšený opad (MD, BK, BO, JD, DG)

Fa (2-3,5 cm): kyprá, čokoládově hnědá drť

Hr (3,5-6 cm): prašná, kyprá měl ostře nasedající na Ah

Ah (6-10 cm): písčitohlinitý, světle žlutošedý, skelet < 2 (frakce hrubého písku až drobného štěrku), jemně drobtovitý až prašný (elementární struktura) ze 70 %, polyedrická struktura ze 30 %, agregáty rozpadavé, porézní; horizont suchý až mírně vlhký, prokořenění < 2 mm 40 ks/dm², > 2 mm 3-4 ks/dm²; přechod dospod mírně zvlňžený, zřetelný

Ev (10-18 cm): písčitohlinitý, skelet 5 % (hrubý písek až drobný štěrk, tvořený zejména křemenem); drobně až středně polyedrický s příměsí lístkovité struktury (max. do 5 %), rozpadavý mírným až středním tlakem, mírně vlhký; prokořenění < 2 mm 30 ks/dm², > 2 mm 2-3 ks/dm²; přechod dospod mírně zvlňžený bez záteků, zřetelný až mírný

Bt (18-46 cm): jílovitohlinitý, skelet 10-15 % (hrubý písek až hrubý štěrk), hrubě polyedrická struktura s kostkovitým rozpadem; silně ulehlý, mírně až středně vlhký, argilany nevýrazné, zřetelné; pedy nezřetelně lesklé; prokořenění < 2 mm 10 ks/dm², > 2 mm 1-2 ks/dm²; přechod mírný do bazálního souvrství

B/C (46-63): jílovitohlinitý, skelet 15 % (frakce hrubý písek až drobné balvany), středně vlhký, struktura středně až hrubě kostkovitá – méně strukturní než výše položený horizont;

argilany nevýrazné, vyznívající; dvojbarevnost (litický kontakt hlavního a bazálního souvrství terra fusca) červenohnědého a žlutavého materiálu; prokořenění < 2 mm 10 ks/dm², > 2 mm 1-2 ks/dm²; přechod mírný do bazálního souvrství

C (> 63 cm): textura jílovitohlinitá až jíl, skelet 60-70 % (frakce balvanů vápence), s drobně kostkovitou strukturou, ulehlý, plastický, středně vlhký, prokořeněn < 2 mm 30-40 ks/dm², > 2 mm 1-3 ks/dm². Horizont tvořený zejména reziduální zvětralinou vápence s příměsí terra fusca žlutohnědé barvy; bezprostřední okolí vápenců reaguje s HCl; bez reakce na ferrokyanid v celém profilu; červená pigmentace výluhy křtinských vápenců z podloží; rychlý přechod do SD horizontu litologické diskontinuity.

Terénní posudek

Topografii tvoří mírně zvlněný až přímý svah o sklonu < 5 %. Půda s menší, ale dostatečnou dotací vody ve srovnání se sondou 1 je utvořená na smíšeném substrátu; je charakteristická pozvolnými přechody horizontů; profilu jsou pomístné valounky křemene i blízko půdního povrchu. Humifikace mírně zpomalena příměsí kyselého, pomalu nekomponujícího opadu jehličnanů; v důsledku se formuje vyvinutější humusová forma. Fosilní substrát terra fusca je pod méně mocným překryvem eolického materiálu v diagnostické hloubce pro vymezení půdního subtypy jako podstatná příměs.

6.1.3. Půdní sonda „smrkový velký“

Půdní jednotka: pseudoglej luvický (PGL) s morovým moderem na smíšeném substrátu sprašové hlíny a křemitých pískovců a křemenců

Stratigrafie půdního profilu: L-F-H-En-Bmt-B/C-C-D



L (0-1,5 cm): opad jehličí a větviček smrku s příměsí modřínu

F (1,5-2,5 cm): kyprá, nevýrazná, avšak souvislá drť

Hr + Hh (2,5-5,5 cm): souvislý, mocný, místy tenčí, svrchu s nevýraznou příměsí reziduí nedokonale humifikované organické hmoty

Ah (5-9 cm): písčitohlinitý, skelet 8 % (frakce hrubý písek); prašný jemně drobtovitý, šedý, převážně slabě strukturní, suchý až mírně vlhký, kyprý; prokořenění < 2 mm 90 ks/dm², > 2 mm 10 ks/dm²; mírně zvlňžený, rychlý přechod dospod

En (9-30 cm): písčitohlinitý,

skelet 7 % (drobný štěrk tvořený zejména křídovými pískovci); struktura shora lístkovitá převažující nad jemně drobtovitou, níže v rámci horizontu polyedrická; kyprá konzistence, mírně vlhký, oglejení v podobě M-Fe nodulí („bročky“) o velikosti do 0,5 mm; prokořenění místy velmi husté, svazčité, v průměru < 2 mm 50 ks/dm², > 2 mm 3 ks/dm²

Bmt (30-53 cm): jílovitohlinitý, skelet 10 % (frakce drobného štěrku); struktura polyedrická (kostkovitá) s pomístně nevýrazně protaženými tvary ve vertikální ose; vyvinuté argilany a světlé polohy, avšak bez výrazného mramorování a bez reakce na Thurnbullovou modř (Fe²⁺) – do 1 % plochy čela sondy

B/C (53-70 cm): písčitohlinitý, skelet 45-50 % (hrubý štěrk až drobné kameny); slabě polyedrický až bezstrukturní, řídké vyvinuté argilany, mírně až středně vlhký, silně ulehlý; prokořenění < 2 mm 1-2 ks/dm²; > 2 mm 0 ks/dm²

D (> 85 cm): rozpad horniny, silně ulehlý až spečený, silně skeletnatý (90-95 %; drobný štěrk až balvany)

Terénní posudek

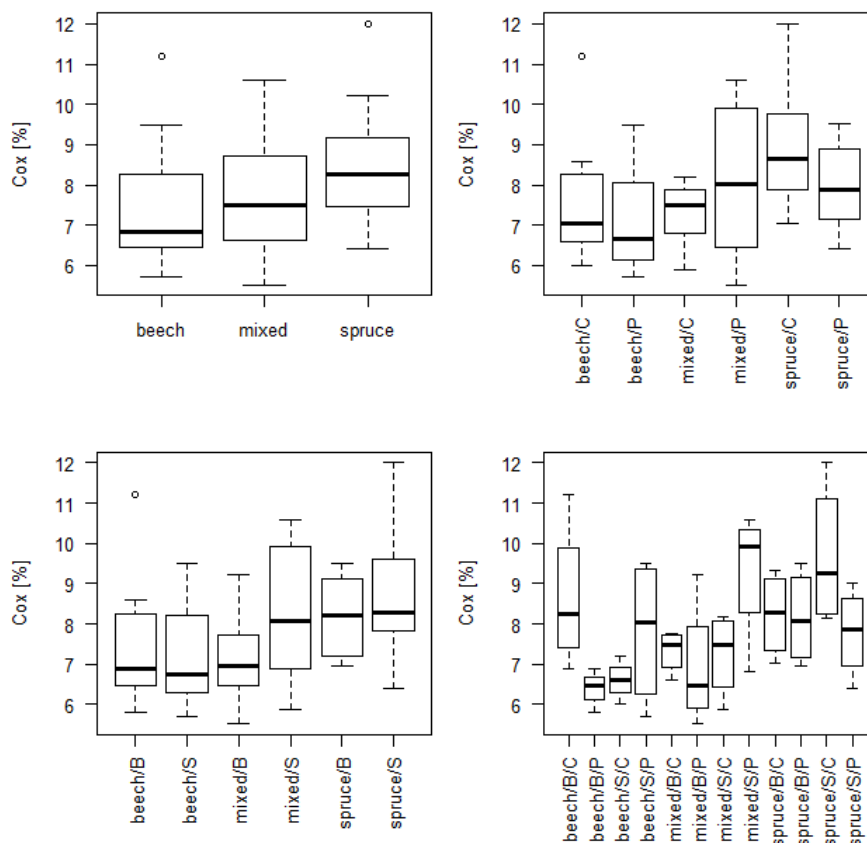
Půda s fyziologickou hloubkou 95 cm a celkovou hloubkou 103 cm, ve svahu sklonu 5-10 %; svrchu je půdní těleso tvořeno alochtonní směsí sprašové hlíny; mocný horizont Ev s drobnými bročky a nevýrazný Bmt jsou vyvinuté v důsledku ilimerizačního procesu a utužení svahovými pohyby. Půda je dostatečně saturována vodou, která je v Bmt dočasně zadržována a dále v silně ulehlém substrátu. Výrazná fyziologická hloubka dokládá příznivý vodní a vzdušný režim i s ohledem na smrk ztepilý. Jeho absencí půda nebývá tendence přemokřování půdního povrchu a změn v hydrických poměrech.

6.2. Vyhodnocení pedologických veličin

6.2.1. Vyhodnocení Cox

Celkový obsah Cox (*Obr. 11*) ve sledovaných gapech byl nejvyšší v porostním typu smrkový (SM), kde se medián nacházel na hodnotě 8,46 % Cox ve sledovaných vzorcích. S extrémní hodnotou ležící kolem hodnoty 12 % Cox. Smíšený (MIX) měl medián přibližně na hodnotě 7,7 % Cox, kde naměřené hodnoty převládaly ve vyšších sférách, potvrzující delší části vousu nad horním kvartilem. Bukový (BK) medián v hodnotě 7,37 % Cox většina změřených hodnot se pohybovala v nižší části krabicového grafu. Byla naměřena extrémní hodnota přibližně 11,2 % Cox.

Při rozdělení pozice na gapu střed (C) a mateřský (P) byly naměřené vyšší hodnoty na středu (C), nejvyšší hodnoty byly zjištěny ve smrkovém (SM) gapu v části střed (C), medián na hodnotě 8,95 % Cox. Mateřský (P) vykazoval medián na hodnotě 7,97 % Cox. Opačný trend byl pozorován ve smíšeném (MIX), kde byl vyšší medián u mateřského 8,11 % Cox, celkově bylo vyšší i mezikvartilové rozpětí. Ve stejné pozici ve středu (C) byl medián v hodnotách 7,29 % Cox, s výraznějším dolním kvartilem. Bukový (BK) gap spadal do trendu vyšších hodnot ve středu (C), medián 7,63 % Cox a extrémní hodnotu 11,2 % Cox, naopak mateřský (P) byl ze všech hodnot nejnižší, medián 7,11 % Cox s dolním umístěním.



Obr. 11 Krabicové grafy Cox. První (pravý horní roh) vystihuje porostní typy bukový (beech), smíšený (mixed), smrkový (spruce). Druhý (levý horní roh) popisuje pozici na gapu kde je bukový, střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Třetí (levý dolní roh) popisuje velikost gapu bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Čtvrtý (dolní pravý roh) popisuje bukový velký střed (beech/B/C), bukový velký mateřský (beech/B/P), bukový malý střed (beech/S/C), bukový malý mateřský (beech/S/P), smíšený velký střed (mixed/B/C), smíšený velký střed (mixed/B/C), smíšený malý mateřský (mixed/S/P), smrkový velký střed (spruce/B/C), smrkový velký mateřský (spruce/B/P), smrkový malý střed (spruce/S/C), smrkový malý mateřský (spruce/S/P).

Zkoumáním vlivu velkého (B) a malého (S) byl zjištěn trend, kdy nejvyšší obsah Cox je ve smrkovém (SM), střední nevyrovnaný obsah ve smíšeném (MIX) a výrazný rozdíl mezi velkým (B) a malým (S) gapem. Bukový velký (BK/B) vykazoval mírný vyšší obsah Cox než malý (BK/S). Celkové zjištění malé (S) gapy obsahovaly, celkově více Cox než velké (B), výrazný rozdíl byl zjištěn ve smíšeném (MIX), naopak v bukovém malém (BK/S) byl medián nepatrně nižší než u bukového velkého gapu (BK/B).

Celkové naměřené hodnoty byly nejvyšší ve smrkovém gapu (SM), kde až na nepatrné výjimky u smrkového mateřského gapu (SM/P) byly veškeré hodnoty nad 8 % Cox. Naopak bukový (BK) měl hodnoty nejnižší. Veškeré naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí 7,11 až 8,95 % s odchylkou v rozmezí 0,99 až 1,87 % (Tab. 1).

Tab. 1 Popisuje procentuální obsah Cox v porostních typech (část první) bukový (BK), smíšený (MIX) a smrkový (SM). Porovnává pozici odběru (část druhá) na gapu střed (C) a mateřský (P) a dále velikost gapů (část třetí) na malý (S) a velký (B).

Veličina	Stat	Jednotka	Porostní typ		
			Bukový	Smíšený	Smrkový
Cox	střední hodnota	%	7,37	7,70	8,46
	směrodatná odchylka		1,48	1,48	1,36

Veličina	Stat	Jednotka	Pozice na gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)
Cox	střední hodnota	%	7,63	7,11	7,29	8,11	8,95	7,97
	směrodatná odchylka		1,55	1,36	0,73	1,87	1,48	1,13

Veličina	Stat	Jednotka	Velikost gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)
Cox	střední hodnota	%	7,53	7,21	7,12	8,28	8,19	8,73
	směrodatná odchylka		1,61	1,32	1,06	1,60	0,99	1,60

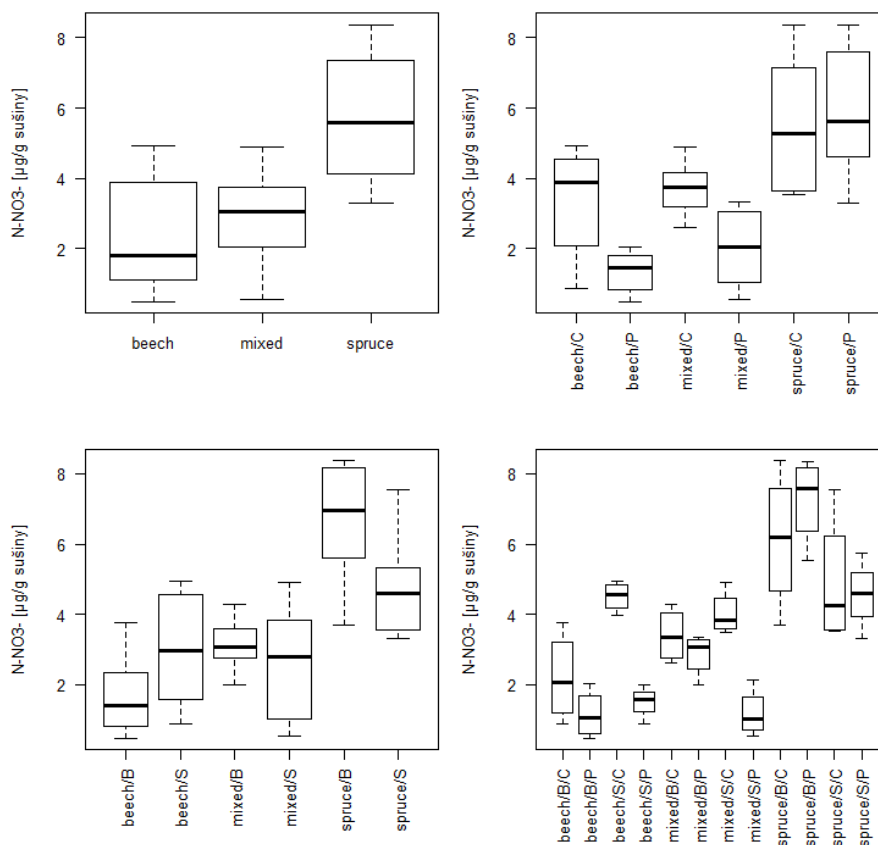
6.2.2. Vyhodnocení NO₃⁻

Nejvyšší obsah NO₃⁻ byl obsažen ve smrkovém (SM) gapu, kde medián byl na hodnotě 5,71 µg/g sušiny, nejméně bylo obsaženo v bukovém gapu (2,34 µg/g sušiny), smíšený (MIX) obsahoval 2,87 µg/g sušiny.

V porovnání pozici na gapu střed (C) a mateřského porostu (P) byly nejvyšší hodnoty v mezikvartilovém rozpětí s mediánem v hodnotě 5,91 µg/g sušiny v mateřském smrku (SM/P). Ve střední části (C), byl spodní kvartil až u minima, kde medián dosahoval hodnot 5,50 µg/g sušiny. Smíšený (MIX) dosahoval nízkého rozptylu, kde medián dosahoval na středu (C) hodnot 3,71 µg/g sušiny, výsledky tvořily pravidelné rozdělení. Naopak medián u mateřského smíšeného gapu (MIX/P) dosahoval hodnot 2,02 µg/g sušiny, horní vous byl krátký. Bukový střed (BK/C) medián byl výraznější ve středu, kde dosahoval hodnot 3,36 µg/g sušiny, dolní kvartil byl výraznější než kvartil horní, mezikvartilové rozpětí bylo v horní části kvartilu. Mateřská část bukového (BK/P) gapu tvořily hodnoty s malou variabilitou, medián se nachází v hodnotách přibližně 1,33 µg/g sušiny.

Při porovnání velikosti gapu velký (B) a malý (S) v této skupině nelze jednoznačně určit trend. Smrkový velký (SM/B) má nejvyšší obsah NO₃⁻ s mediánem v hodnotě 6,69 µg/g sušiny, mezikvartilové rozpětí se nachází v horní části grafu. Naopak malý smrkový (SM/S) má medián v hodnotě 4,72 µg/g sušiny a mezikvartilové rozpětí ve spodní části. Vyrovnané výsledky vykazuje smíšený (MIX) gap, kde je v mediánech minimální rozdíl. Velký smíšený

(MIX/B) má koncentrovanější výsledky v mezikvartilovém rozpětí. Bukový velký (BK/B) je nižší než malý, jeho hodnota je 1,68 $\mu\text{g/g}$ sušiny, velký smíšený (MIX/B) má hodnotu 3,13 $\mu\text{g/g}$ sušiny. Největší rozdíl mezi velkým (B) a malým (S) se nachází ve smrkovém (SM) gapu. Naopak smíšený (MIX) vykazuje minimální rozdíl. Naopak bukový malý (BK/S) má vyšší hodnoty než je tomu ve smrkovém malém (SM/S) (Obr. 12).



Obr. 12 Krabicové grafy N-NO_3^- . První (pravý horní roh) vystihuje porostní typy bukový (beech), smíšený (mixed), smrkový (spruce). Druhý (levý horní roh) popisuje pozici na gapu, kde je bukový, střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Třetí (levý dolní roh) popisuje velikost gapu bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Čtvrtý (dolní pravý roh) popisuje bukový velký střed (beech/B/C), bukový velký mateřský (beech/B/P), bukový malý střed (beech/S/C), bukový malý mateřský (beech/S/P), smíšený velký střed (mixed/B/C), smíšený velký mateřský (mixed/B/P), smíšený malý střed (mixed/S/C), smíšený malý mateřský (mixed/S/P), smrkový velký střed (spruce/B/C), smrkový velký mateřský (spruce/B/P), smrkový malý střed (spruce/S/C), smrkový malý mateřský (spruce/S/P).

Při celkovém porovnání bylo zjištěno, že smrkový gap má celkové hodnoty NO_3^- nejvyšší. Hodnoty smíšeného jsou na druhém místě s výrazným propadem ve smíšeném velkém středě (MIX/S/P). Nejnižší výskyt NO_3^- byl zaznamenán v gapu bukovém velkém mateřském (BK/B/P). Odběry provedené ve smrkovém měly nejvyšší směrodatnou odchylku. Naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí 1,68 až 6,69 $\mu\text{g/g}$ sušiny (Tab. 2)

Tab. 2. Popisuje procentuální obsah $N-NO_3^-$ v porostních typech (první část tabulky) bukový (BK), smíšený (MIX) a smrkový (SM). Porovnává pozici odběru (druhá část tabulky) na gapu střed (C) a mateřský (P) a dále velikost gapů (třetí část tabulky) na malý (S) a velký (B).

Veličina	Stat	Jednotka	Porostní typ		
			Bukový	Smíšený	Smrkový
$N-NO_3^-$	střední hodnota	$mg \times g_{drymass}^{-1}$	2,34	2,87	5,71
	směrodatná odchylka		1,47	1,21	1,73

Veličina	Stat	Jednotka	Pozice na gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)
$N-NO_3^-$	střední hodnota	$mg \times g_{drymass}^{-1}$	3,36	1,33	3,71	2,02	5,50	5,91
	směrodatná odchylka		1,42	0,54	0,69	1,01	1,77	1,21

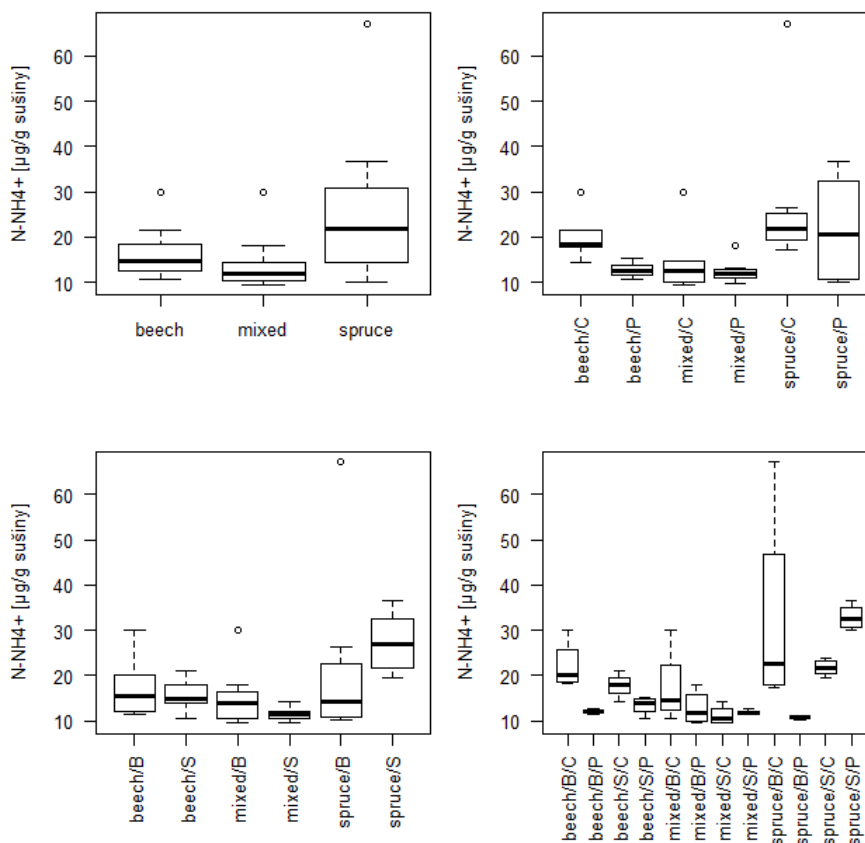
Veličina	Stat	Jednotka	Velikost gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)
$N-NO_3^-$	střední hodnota	$mg \times g_{drymass}^{-1}$	1,68	3,01	3,13	2,60	6,69	4,72
	směrodatná odchylka		1,04	1,55	0,67	1,53	1,54	1,31

6.2.3. Vyhodnocení NH_4^+

Nejnižší obsah NH_4^+ byl naměřen ve smíšeném (MIX), kdy hodnota mediánu byla 10,36 $\mu g/g$ sušiny s extrémní hodnotou 30 $\mu g/g$ sušiny. V bukovém (BK) byly naměřeny hodnoty nepatrně vyšší (medián 12,72 $\mu g/g$ sušiny s extrémní hodnotou ve 30 $\mu g/g$ sušiny). Nejvíce bylo zjištěno ve smrkovém (SM), kde byl medián 19 $\mu g/g$ sušiny. Celkové mezikvartilní rozpětí bylo největší s extrémní hodnotou nad 60 $\mu g/g$ sušiny.

V porovnání středu (C) a mateřského (P) byl nejvyšší obsah NH_4^+ naměřen ve smrkovém (SM) gapu, nejvyšší hodnota byla ve středu (C) (medián 21,05 $\mu g/g$ sušiny a extrémní hodnota více než 60 $\mu g/g$ sušiny). V mateřské (P) části bylo výrazné mezikvartilové rozpětí s mediánem v 16,96 $\mu g/g$ sušiny. Smíšený střed (MIX/C) a mateřský smíšený (MIX/P) byl vyrovnaný na hodnotách 11,11 a 9,62 $\mu g/g$ sušiny, v mateřském (P) byly výsledky více koncentrované (směrodatná odchylka 1,80) v mezikvartilovém rozpětí. Obě hodnoty měly extrémní hodnoty. Lokalita bukový mateřský (BK/P) 9,91 $\mu g/g$ sušiny, měla velice podobné hodnoty jako smíšený mateřský (MIX/P) 9,62 $\mu g/g$ sušiny. Pouze bukový střed (BK/C) byl vyšší 15,53 $\mu g/g$ sušiny s extrémní hodnotou kolem 30 $\mu g/g$ sušiny.

V porovnání velkého (B) a malého (S) gapu byly nejvyšší hodnoty naměřeny ve smrkovém malém (SM/S), kde byla zjištěna hodnota 21,24 $\mu g/g$ sušiny. Ve smrkovém velkém (SM/B) byly hodnoty nižší, 16,77 $\mu g/g$ sušiny s vysokým extrémem nad 60 $\mu g/g$ sušiny. Nejnižší hodnota byla zjištěna ve smíšeném malém (MIX/S) 8,96 $\mu g/g$ sušiny (Obr. 13).



Obr. 13 Krabicové grafy NH_4^+ První (pravý horní roh) vystihuje porostní typy bukový (beech), smíšený (mixed), smrkový (spruce). Druhý (levý horní roh) popisuje pozici na gapu kde je bukový, střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Třetí (levý dolní roh) popisuje velikost gapu bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Čtvrtý (dolní pravý roh) popisuje bukový velký střed (beech/B/C), bukový velký mateřský (beech/B/P), bukový malý střed (beech/S/C), bukový malý mateřský (beech/S/P), smíšený velký střed (mixed/B/C), smíšený velký střed (mixed/B/P), smíšený malý mateřský (mixed/S/P), smrkový velký střed (spruce/B/C), smrkový velký mateřský (spruce/B/P), smrkový malý střed (spruce/S/C), smrkový malý mateřský (spruce/S/P).

V celkovém hodnocení byly zjištěny vyšší hodnoty NH_4^+ než NO_3^- . Hodnoty uvedené v Tab. 3 vyjadřují čistý dusík bez třech molekul kyslíku. Celkově nejvyšší hodnoty byly naměřeny ve smrkovém malém (SM/S). Ve smrkovém velkém, byly extrémně velké mezikvartilové rozpětí s vysokým vousem nad horním kvartilem značící vysokou směrodatnou odchylkou 13,99 %.

Tab. 3. Popisuje procentuální obsah $N-NH_4^+$ v porostních typech (první část tabulky) bukový (BK), smíšený (MIX) a smrkový (SM). Porovnává pozici odběru (druhá část tabulky) na gapu střed (C) a mateřský (P), a dále velikost gapů (třetí část tabulky) na malý (S) a velký (B).

Veličina	Stat	Jednotka	Porostní typ		
			Bukový	Smíšený	Smrkový
$N-NH_4^+$	střední hodnota	$mg \times g_{drymass}^{-1}$	12,72	10,36	19,00
	směrodatná odchylka		3,77	3,76	10,66

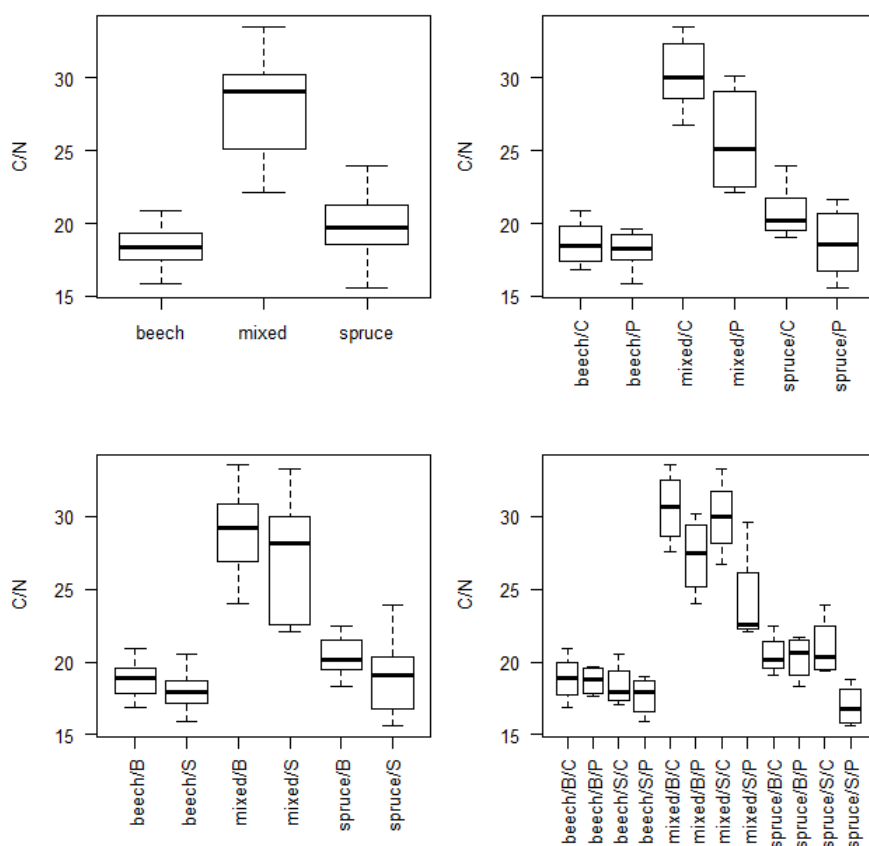
Veličina	Stat	Jednotka	Pozice na gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)
$N-NH_4^+$	střední hodnota	$mg \times g_{drymass}^{-1}$	15,53	9,91	11,11	9,62	21,05	16,96
	směrodatná odchylka		3,36	1,13	4,86	1,86	11,94	2,70

Veličina	Stat	Jednotka	Velikost gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)
$N-NH_4^+$	střední hodnota	$mg \times g_{drymass}^{-1}$	13,30	12,14	11,77	8,96	16,77	21,24
	směrodatná odchylka		4,70	2,36	4,80	1,10	13,99	4,63

6.2.4. Vyhodnocení C/N

Nejnižší poměr C/N byl zjištěn v bukovém (BK) přibližně 18, následně druhý poměr byl zjištěn ve smrkovém (SM) a to 20, nejvyšší poměr byl zjištěn ve smíšeném (MIX), kde činil poměr 28, medián se nachází při horním kvartilu.

Nejvyrovnanější poměr v porovnání středu (C) a mateřské (P) části byl v bukovém, (BK) gapu, kde hodnoty mediánu byly 18 (18,62 a 18,18), tedy stejné jako v celkovém porovnání. Ve smíšeném (MIX) byl zjištěn rozdíl, kde vyšší poměr byl ve střední (C) části a činil poměr 30, naopak v mateřské (P) části bylo širší mezikvartilové rozdělení (směrodatná odchylka 3,15) s mediánem v poměru 25. Ve smrkovém (SM) byly hodnoty vyšší v centrální části, mezikvartilové rozdělení při spodním percentilu s poměrem 21, v mateřské (P) části bylo mezikvartilové rozpětí pravidelné (směrodatná odchylka 6,74), medián se nacházel v hodnotě nižších 18 přibližně stejném jako v bukovém gapu (BK) (Obr. 14 a Tab. 4).



Obr. 14 Krabicové grafy C/N První (pravý horní roh) vystihuje porostní typy bukový (beech), smíšený (mixed), smrkový (spruce). Druhý (levý horní roh) popisuje pozici na gapu kde je bukový, střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Třetí (levý dolní roh) popisuje velikost gapu bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Čtvrtý (dolní pravý roh) popisuje bukový velký střed (beech/B/C), bukový velký mateřský (beech/B/P), bukový malý střed (beech/S/C), bukový malý mateřský (beech/S/P), smíšený velký střed (mixed/B/C), smíšený velký střed (mixed/B/C), smíšený malý mateřský (mixed/S/P), smrkový velký střed (spruce/B/C), smrkový velký mateřský (spruce/B/P), smrkový malý střed (spruce/S/C), smrkový malý mateřský (spruce/S/P).

Tab. 4. Popisuje poměr C/N v porostních typech (první část tabulky) bukový (BK), smíšený (MIX) a smrkový (SM). Porovnává pozici odběru (druhá část tabulky) na gapu střed (C) a mateřský (P) a dále velikost gapů (třetí část tabulky) na malý (S) a velký (B).

Veličina	Stat	Jednotka	Porostní typ		
			Bukový	Smišený	Smrkový
C/N	střední hodnota	-	18,40	28,01	19,69
	směrodatná odchylka	-	1,31	3,57	2,14

Veličina	Stat	Jednotka	Pozice na gapu					
			Bukový (BK)		Smišený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)
C/N	střední hodnota	-	18,62	18,18	30,28	25,72	20,73	18,64
	směrodatná odchylka	-	1,41	1,18	2,28	3,15	1,58	6,74

Veličina	Stat	Jednotka	Velikost gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)
C/N	střední hodnota	-	18,79	18,01	28,93	27,08	20,39	18,99
	směrodatná odchylka	-	1,20	1,31	2,82	3,99	1,30	2,55

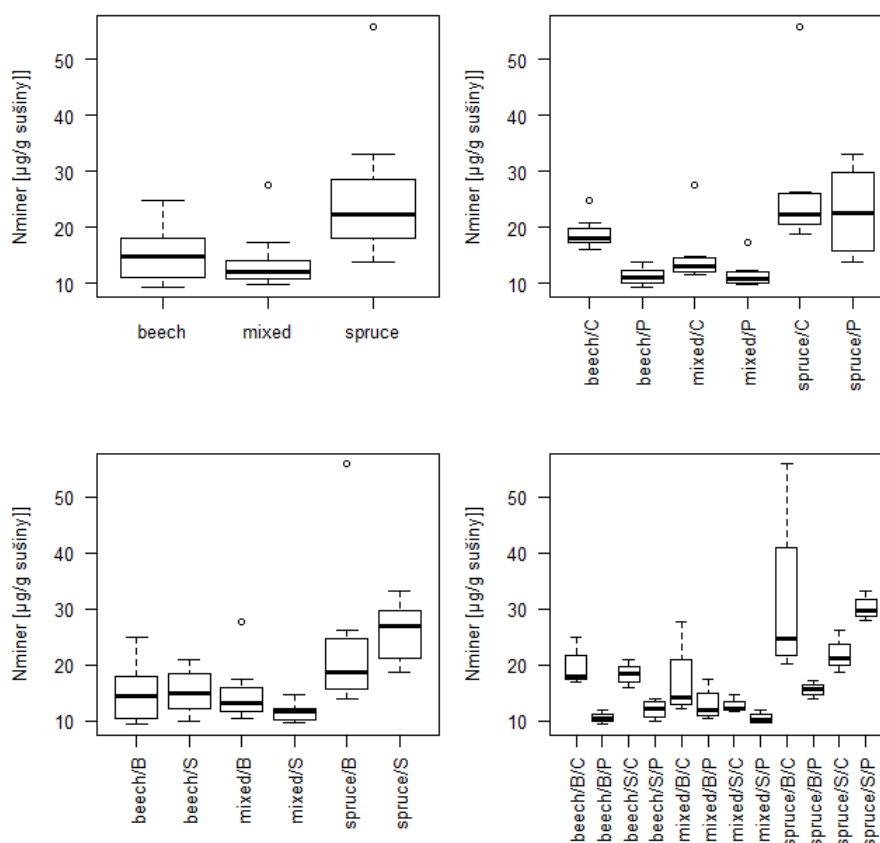
Při porovnání velkého (B) a malého (S) gapu byl trend nižšího poměru v malém gapu (S). Nejnižší hodnoty byly naměřeny v bukovém malém (BK/S), kde byly hodnoty 18,1 a ve velkém (B) 18,79. Výsledné hodnoty byly velice vyrovnané v porovnání všech velikostí gapů. Smíšený (MIX) měl nejvyšší poměr, kde v malém byly hodnoty 27 a ve velkém 29. Ve smrkovém velkém (B) byly hodnoty 20 a v malém (S) 19.

V porovnání všech veličin byly nejvyrovnanější hodnoty v gapu bukovém (BK), kde se poměr pohyboval od 17 do 19. Ve smíšeném byly centrální hodnoty ve stejných hodnotách (31), naopak hodnoty v mateřském (P) porostu byly celkově nižší, nejnižší byly v malém (S/P) mateřském s výrazným mezikvartilovým rozpětím v dolním percentilu, kde se nacházel i medián v poměru 23. Ve smrkovém (SM) byly hodnoty poměrně vyrovnané, pouze poměr v malém mateřském se pohyboval na nejnižších hodnotách poměru 16.

6.2.5. Vyhodnocení minerálního dusíku

Nejvyšší hodnoty byly naměřeny ve smrkovém (SM), kdy hodnoty mediánu byly 20 $\mu\text{g/g}$ sušiny, hodnoty byly pravidelného rozdělení, vyskytla se však extrémní hodnota vyšší než 50 $\mu\text{g/g}$ sušiny. Nejnižší hodnoty byly naměřeny ve smíšeném (MIX) gapu, mezikvartilové rozpětí směřovalo ke spodnímu percentilu s extrémní hodnotou 25 $\mu\text{g/g}$ sušiny. V bukovém (BK) byly hodnoty mediánu na 15 $\mu\text{g/g}$ sušiny.

V porovnání středu (C) a mateřské (P) části byly hodnoty vyšší ve střední části. Nejvyšší ve smrkovém (SM), kde ale také bylo nejvyšší mezikvartilové rozpětí hodnoty mediánu, byly shodné na 21 $\mu\text{g/g}$ sušiny. Střed (C) plochy měl extrémní hodnotu více než 50 $\mu\text{g/g}$ sušiny, ovšem data byla koncentrovanější než v mateřském smrkovém gapu. Celkový nejnižší obsah minerálního dusíku byl obsažen ve smíšeném gapu mezi 11 a 12 $\mu\text{g/g}$ sušiny (Obr. 15).



Obr. 15 Krabicové grafy minerální dusík (N_{miner}) První (pravý horní roh) vystihuje porostní typy bukový (beech), smíšený (mixed), smrkový (spruce). Druhý (levý horní roh) popisuje pozici na gapu kde je bukový, střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Třetí (levý dolní roh) popisuje velikost gapu bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Čtvrtý (dolní pravý roh) popisuje bukový velký střed (beech/B/C), bukový velký mateřský (beech/B/P), bukový malý střed (beech/S/C), bukový malý mateřský (beech/S/P), smíšený velký střed (mixed/B/C), smíšený velký střed (mixed/B/C), smíšený malý mateřský (mixed/S/P), smrkový velký střed (spruce/B/C), smrkový velký mateřský (spruce/B/P), smrkový malý střed (spruce/S/C), smrkový malý mateřský (spruce/S/P).

V porovnání velikostí na malý (S) a velký (B) byly hodnoty mírně vyšší v malém (S) gapu. Hodnoty byly poměrně vyrovnané. Pouze ve smrkovém (SM) se celkově lišily a byly vyšší u velkého (18 µg/g sušiny) a malého (26 µg/g sušiny). Bukové (BK) gapy měly hodnoty mediánu v 15 µg/g sušiny. Smíšený malý (MIX/S) měl koncentrovaná data v mezikvartilovém rozpětí, s mediánem u horního percentilu v hodnotě 12 µg/g sušiny. Velký (B) měl hodnoty mediánu 13 µg/g sušiny s extrémní hodnotou 27 µg/g sušiny.

V celkovém hodnocení byly nejnižší hodnoty zjištěny u velkých (B) gapů mateřských. Celkové nejnižší byly hodnoty ve smíšeném, s mediánem v rozmezí 10 až 15 µg/g sušiny. V bukovém (BK) byly hodnoty značně rozdílné s celkovým trendem u mateřské části byly hodnoty vždy nižší než ve středu (C). U smrkového (SM) nebyl prokázán žádný trend, každý

výsledek byl jedinečný. Pouze velký střed (C) měl velké mezikvartilové rozpětí s vysokou hodnotou maximálního vousu.

6.2.6. Shrnutí výsledků krabicových grafů

Smrkový gap měl nejvyšší obsažené hodnoty NH_4^+ , NO_3^- , minerálního dusíku, celkového obsahu Cox, naopak měl nejnižší poměr C/N. Naopak bukový gap měl v porovnávaných gapech (BK, SM, MIX) nejnižší hodnoty NO_3^- , nejnižší poměr C/N i procento Cox. Smíšený gap obsahoval nejnižší obsah NH_4^+ i minerálního dusíku. Naopak měl nejvyšší poměr C/N.

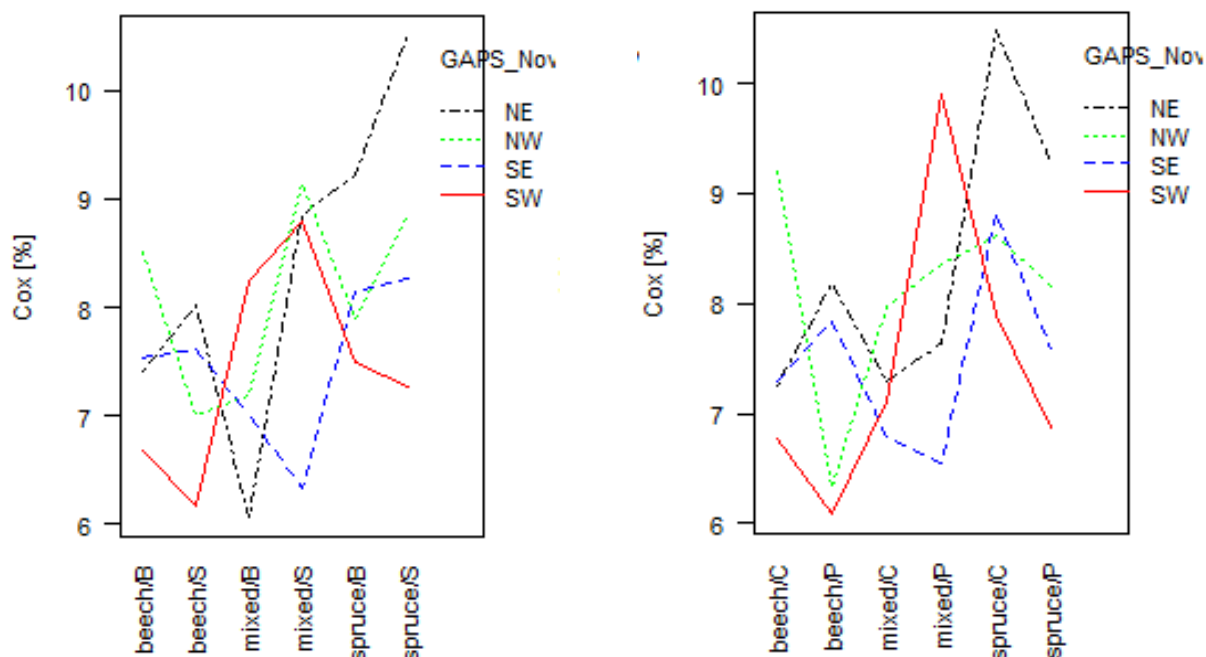
Při hodnocení lokality gapu bylo zjištěno, že bukový i smíšený gap mají sledované hodnoty (NH_4^+ , NO_3^- , minerální dusík, Cox i C/N) vyšší na lokalitě střed (C). U smrkového gapu tento výsledek není tak jednoznačný, hodnoty jsou si často velice podobné. Vyšší hodnoty na lokalitě střed (C) platí u NH_4^+ , Cox a C/N. U minerálního dusíku jsou hodnoty velice vyrovnané. Vyšší obsah NO_3^- byl zjištěn v mateřském porostu (P).

Při porovnání velikostí gapu malých (S) a velkých (B) byl zjištěn poměr C/N nižší u malých (S). Cox byl velice vyrovnaný, drobný rozdíl vykazoval velký (B) gap, který měl vyšší hodnoty v buku a naopak malý (S) byl vyšší ve smrkovém a smíšeném. Minerální dusík měl vyšší obsah u velkého (B) bukového a smíšeného, naopak tomu bylo u smrku. NH_4^+ bylo zjištěno vyšší zastoupení u velkého (B) bukového a smíšeného, opačně u smrku, kde vyšší obsah byl zaznamenán u malého (S). Při vyhodnocování NO_3^- je patrna nízká hodnota u velkého (B) bukového kde je výrazný rozdíl mezi malým (S) a velkým, kde malý (S) vykazuje vyšší hodnoty. Vyrovnané výsledky jsou ve smíšeném gapu, kde už pomalu nastávají vyšší hodnoty u velkého (B). Velice patrný rozdíl hodnot nastává, u smrkového gapu kde jsou vyšší hodnoty u velkého (B).

Porovnáním velikosti a umístění na gapu byl zjištěn, vyšší obsah minerálního dusíku, Cox a NH_4^+ ve všech středech (C) velkého gapu (B). Celkové výsledné hodnoty byly nejčastěji vyšší v lokalitě střed (C). Při vyhodnocení NO_3^- ve smrkovém gapu byly zjištěny vyšší hodnoty v mateřském porostu (P) v provedení malý (S) i velký (B) gap.

6.3. Vyhodnocení se zaměřením na světové strany

6.3.1. Vyhodnocení Cox



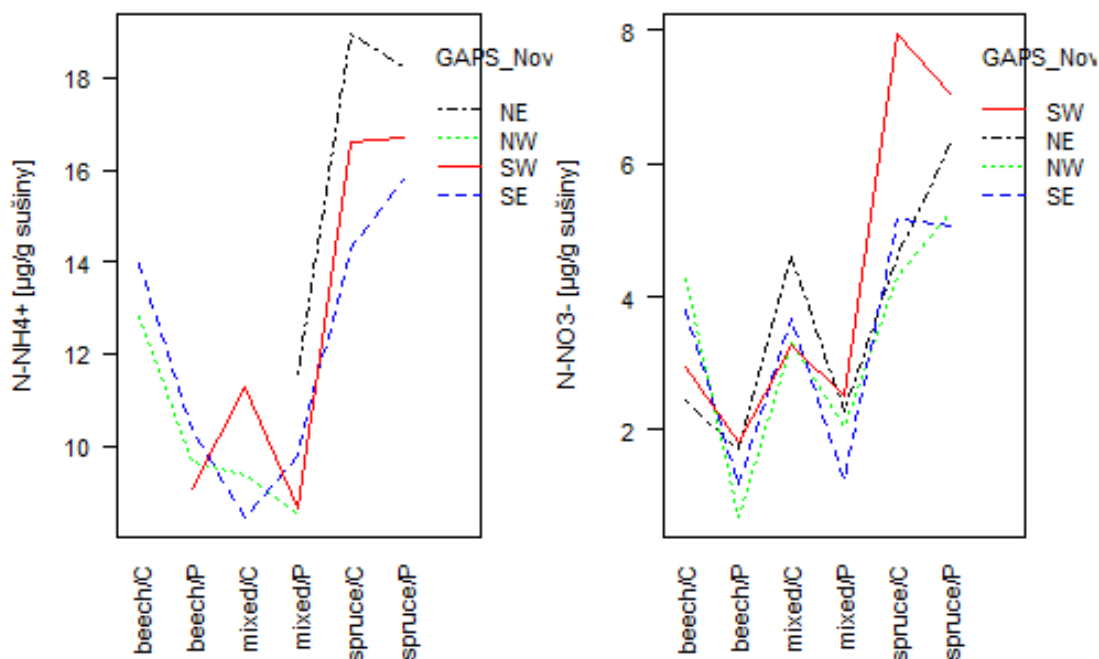
Obr. 16 Obsah Cox. Bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Následně porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE). Bukový střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Následně porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE).

Při vyhodnocení celkového Cox (Obr. 16) bylo zjištěno, že velikost gapu a jeho orientace ke světové straně má zásadní vliv na obsah Cox. Severovýchod (NE) má maximum obsahu Cox ve smrkovém malém, poté přichází drobné snížení ke smrkovému velkému a následně k smíšenému malému. Poté nastává strmý pád do smíšeného velkého. Odtud se zvedá křivka do bukového malého a následně klesá k bukovému velkému. Severozápad (NW) má celkově nižší hodnoty než severovýchod, nejvyšší hodnoty jsou ve smíšeném malém, které klesají k velkému smrkovému i velkému smíšenému, naopak malý smíšený má nejnižší změřené hodnoty severozápadu. Jihovýchod (SE) má prudký pokles ve smíšeném malém. Jihozápad (SW) je přesný opak jihovýchodu, nejvyšší hodnoty se nacházejí ve smíšeném malém gapu.

Vyhodnocení Cox k umístění na ploše střed a mateřský: severovýchod (NE) měl nejvyšší naměřené hodnoty s maximem ve středu smrkového, naopak nejnižší hodnoty byly ve středu smíšeného. Severozápad (NW) měl nejvyšší hodnoty v bukovém středu a nejnižší naopak v bukovém mateřském. Jihovýchod (SE) měl své nejvyšší hodnoty ve smrkovém

středu a nejnižší v mateřském smíšeném. Jihozápad (SW) měl nejvyšší hodnoty ve smíšeném mateřském, které prudce klesaly směrem ke středům smrkový a smíšený, a dále pokračovaly v prudkém klesání až k mateřskému smrkovému a bukovému kde dosáhly nejnižších hodnot. Následně se hodnoty zvýšily na středu bukovém.

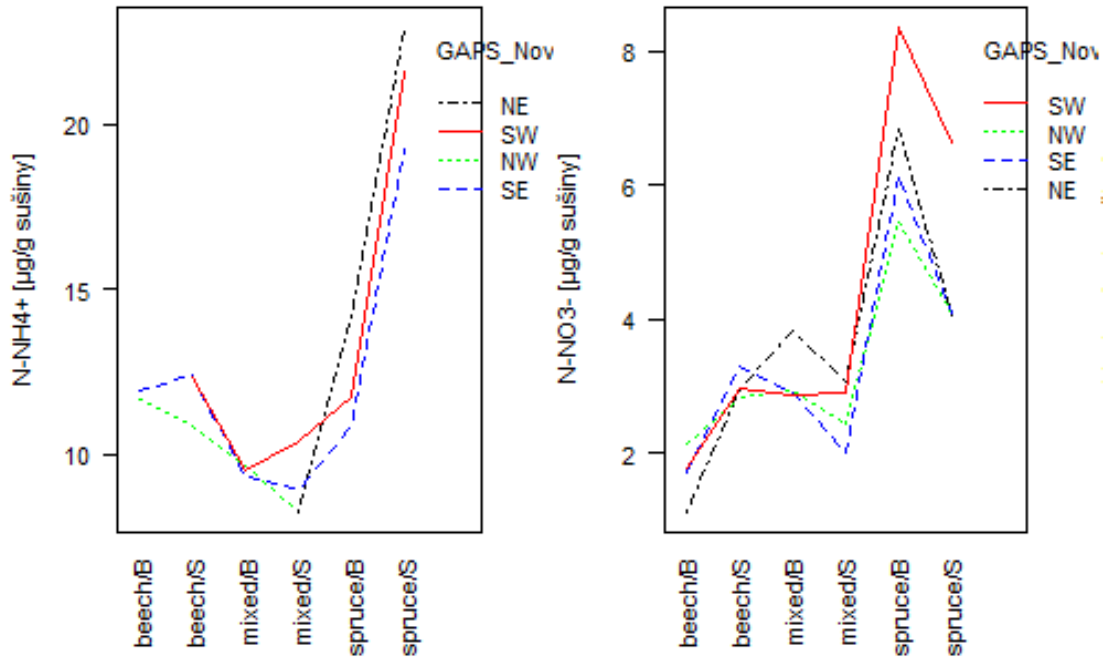
6.3.2. Vyhodnocení NH_4^+ a NO_3^-



Obr. 17 Vyhodnocení NH_4^+ a NO_3^- Bukový střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Následné porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE).

Výsledky středů a mateřských gapů jsou znázorněny na Obr. 17. U amonné formy (NH_4^+) je nejvyšší obsah NH_4^+ ve smrkovém středě, poté lze pozorovat trend, kdy jsou nejvyšší hodnoty ve středě a nejnižší v mateřském gapu.

Výsledky nitratové formy (NO_3^-) jsou celkově nižší a to v řádu desítek. Trend je podobný, nízké hodnoty jsou v mateřském gapu s nejvyšší hodnotou v jihozápadu (SW) smrku na středě plochy gapu.

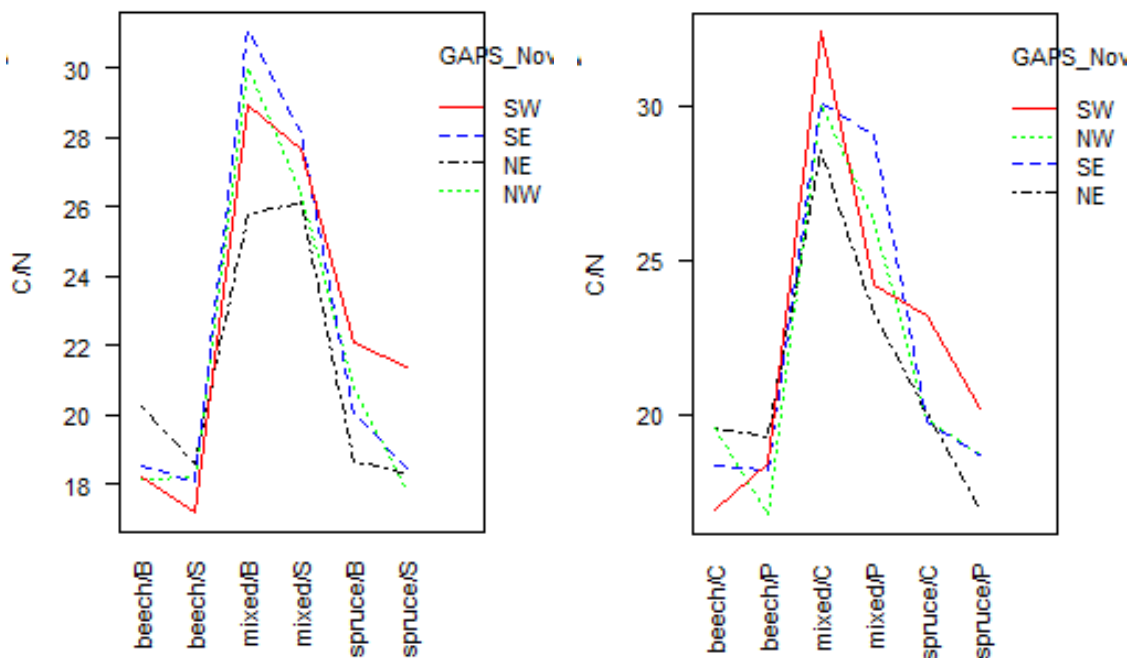


Obr. 18 Vyhodnocení $N-NH_4^+$ a $N-NO_3^-$. Bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Následné porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE).

Z Obr. 18 vyplývá stejný trend jako při hodnocení středů a mateřského gapu. Prudký sestupný trend od smrkového gapu malého ke smrkovému gapu velkému. Postupně až k malému smíšenému s mírným vzestupným trendem ke smíšenému velkému až k bukovému malému a opět mírný pokles k bukovému velkému.

Při hodnocení dusičnanů (NO_3^-) je trend opět sestupný s nejvyšší hodnotu ve smrkovém velkému gapu s následným propadem ke smíšenému malému a následný mírný nárůst k smíšenému velkému. Stejný trend byl zaznamenán i u bukového gapu.

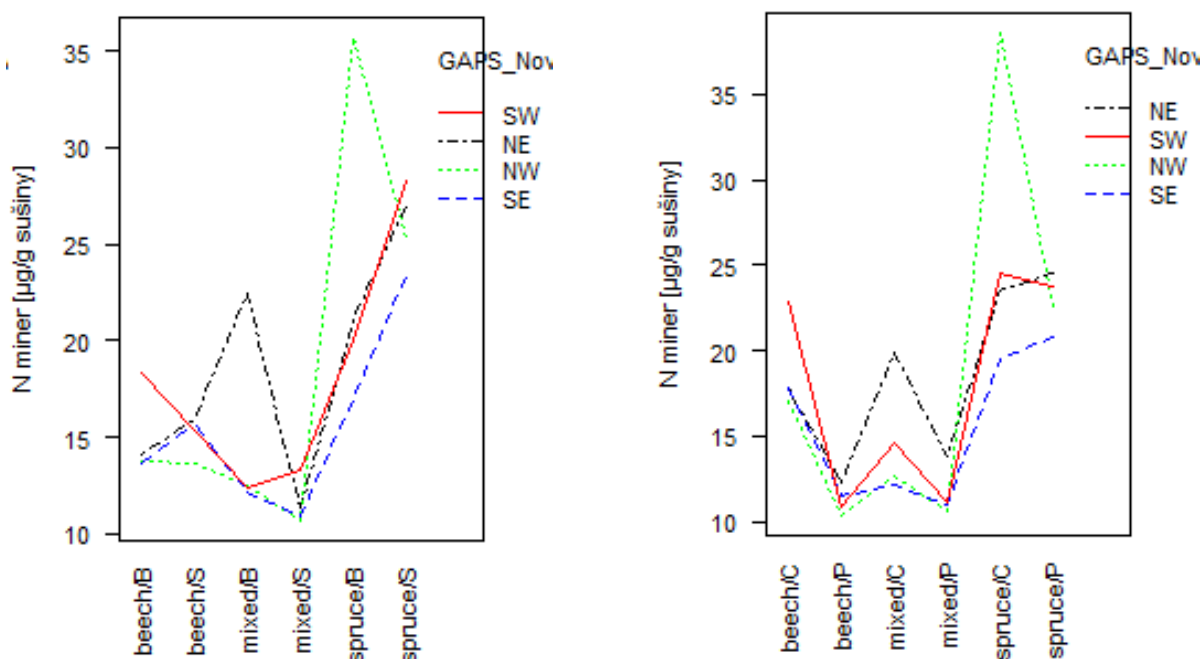
6.3.3. Vyhodnocení C/N



Obr. 19 Vyhodnocení poměru C/N. Bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Následné porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE). Bukový střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Následné porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE).

Trend poměru C/N (Obr. 19) je na první pohled velice podobný s předchozím s tím rozdílem, že se velice liší rozdílem mezi smíšeným, kde velký a malý netvoří tak strmý rozdíl oproti hodnocení středu a mateřské části. Zde je znatelný rozdíl v hodnotách, které jsou tvořeny ostrým klesáním spíše levostranného rozdělení. V hodnocení velikosti se jedná spíše o pravidelné rozdělení s mírným sklonem vlevo.

6.3.4. Vyhodnocení minerálního dusíku

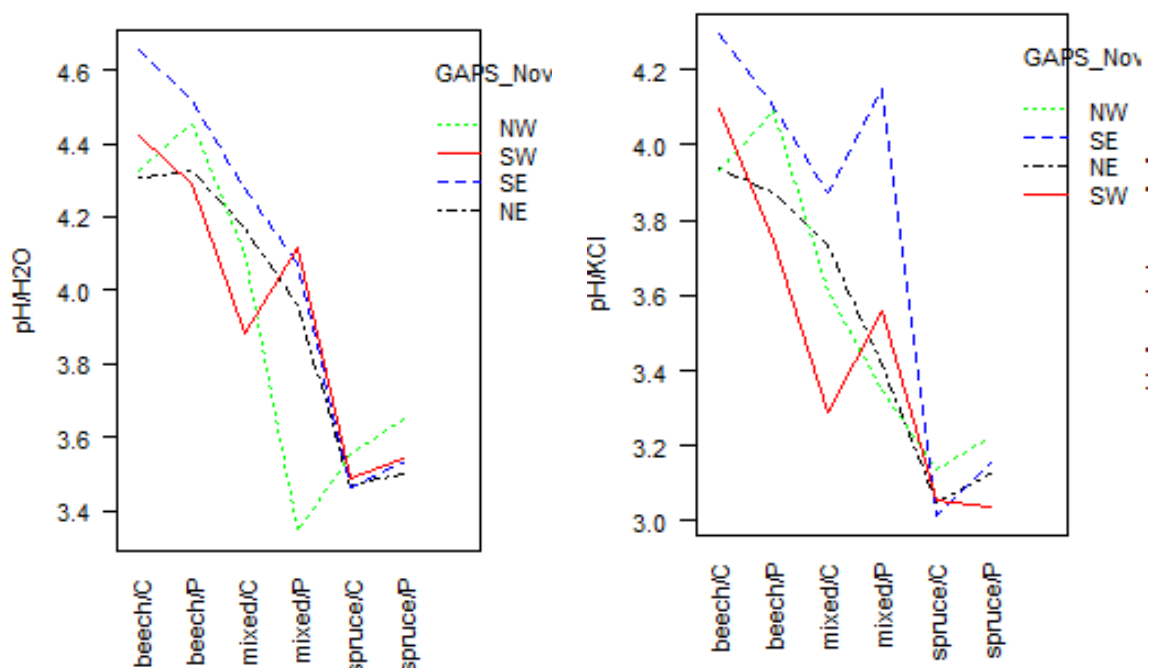


Obr. 20 Obsah minerálního dusíku. Bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Následné porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE). Bukový střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Následné porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE).

Při vyhodnocení minerálního dusíku (Obr. 20) v gapech malý a velký byl celkový trend nejnižších v lokalitě smíšený malý, veškeré světové strany měly v tomto bodě minimum. Následně se hodnoty zvyšovaly. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny ve smrkovém velkém při na straně severozápad (NW). Ostatní světové strany měly maximum ve smrkovém malém.

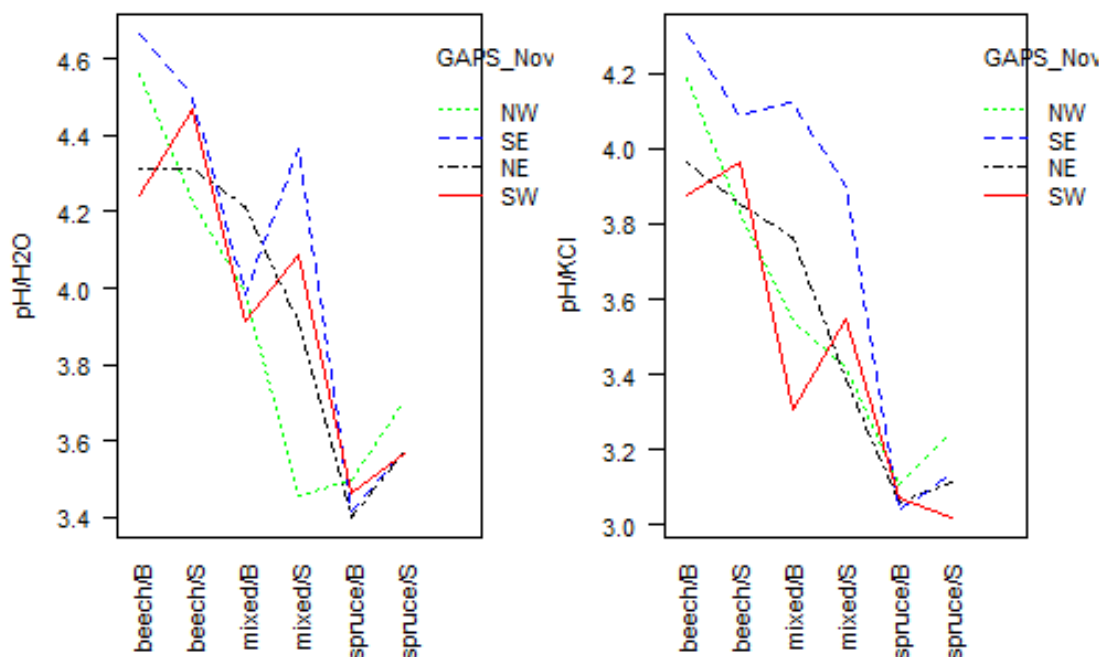
Vyhodnocení středu a mateřské části: celkový trend nižších hodnot byl v mateřské části a vyšší hodnoty ve středu. Nejvyšší hodnoty byly v severozápadu (NW) stejně jako při vyhodnocení velikosti. Zde opět následovalo ostré klesání k mateřskému smrkovému. Následně jako zbylé světové strany následoval prudký pokles ke smíšenému mateřskému. Mírné zvýšení hodnot ve středu a opětovné klesání k mateřskému buku s následným navýšením k bukovému středu.

6.3.5. Vyhodnocení pH ke světovým stranám



Obr. 21 Vyhodnocení pH bukový střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Následné porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE).

Při vyhodnocení středů a mateřských gapů (Obr. 21) je celkový trend klesající ke smrkovému středě, nejvyšší pH bylo naměřeno v bukovém gapu (BK). Jižní strany (SE a SW) se liší ve smíšeném, kde klesají ve středě a následně se zvyšují ke smíšenému mateřskému a poté klesají ke smrkovému.



Obr. 22 Vyhodnocení pH bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Následné porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE).

Při vyhodnocení velikosti gapů (Obr. 22), bylo zjištěno, že gapy malé (S) mají nižší pH než gapy velké (B) velice patrné ve světových stranách jihozápad (SW) a jihovýchod (SE), zde jsou patrné ostré přechody mezi velkým (B) a malým (S). Zbylé světové strany (NE a NW) nemají tak patrný ostrý přechod, ale při bližším pohledu je patrný stejný trend. Opět je patrné nejnižší pH ve smrkovém velkém (SM/B), pouze severozápad se chová mírně jinak kde má nejnižší hodnotu ve smíšeném malém (MIX/S) a dochází k drobnému nárůstu k smrkovému velkému (SM/B) až k smrkovému malému (SM/S). Bližší hodnoty a směrodatné odchylky jsou uvedeny v Tab. 5., kde velký smrkový (SM/B) a smrkový střed (SM/C) mají nejnižší pH spolu s celkovým hodnocením smrku jako celku.

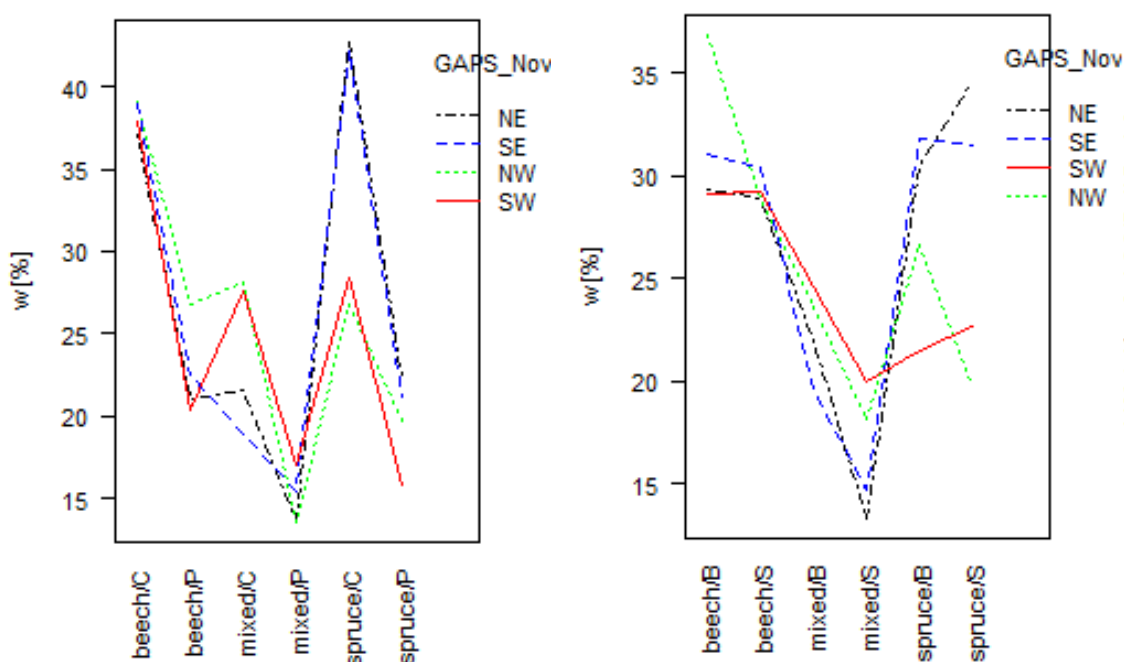
Tab. 5. Popisuje pH v porostních typech (první část tabulky) bukový (BK), smíšený (MIX) a smrkový (SM). Porovnává pozici (druhá část tabulky) odběru na gapu střed (C) a mateřský (P) a dále velikost (třetí část tabulky) gapů na malý (S) a velký (B).

Veličina	Stat	Jednotka	Porostní typ		
			Bukový	Smíšený	Smrkový
pH/H ₂ O	střední hodnota	-	4,41	3,99	3,53
	směrodatná odchylka	-	0,27	0,52	0,12

Veličina	Stat	Jednotka	Pozice na gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)
pH/H ₂ O	střední hodnota	-	4,43	4,40	4,11	3,87	3,50	3,56
	směrodatná odchylka	-	0,24	0,29	0,42	0,58	0,04	0,43

Veličina	Stat	Jednotka	Velikost gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)
pH/H ₂ O	střední hodnota	-	4,45	4,38	4,03	3,96	3,45	3,61
	směrodatná odchylka	-	0,28	0,25	0,51	0,53	0,06	0,11

6.3.6. Vyhodnocení půdní vlhkosti



Obr. 23 Obsah půdní vlhkosti. Bukový velký (beech/B), bukový malý (beech/S), smíšený velký (mixed/B), smíšený malý (mixed/S), smrkový velký (spruce/B) a smrkový malý (spruce/S). Následné porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE). Bukový střed (beech/C), bukový mateřský (beech/P), smíšený střed (mixed/C), smíšený mateřský (mixed/P), smrkový střed (spruce/C) a smrkový mateřský (spruce/P). Následné porovnání ke světovým stranám severozápad (NW), jihozápad (SW), jihovýchod (SE) a severovýchod (NE).

Obsah půdní vlhkosti na pozici na gapu střed (C) a mateřský (P): výrazný trend, kde jsou vyšší naměřené hodnoty ve středu (C) a nižší v mateřském (P), je patrný výrazný rozdíl. Nejvýrazněji a téměř totožně se pohybuje severovýchod (NE) a jihovýchod (SE). Nejnižší naměřené hodnoty byly zjištěny ve smíšeném mateřském (MIX/P) 14,92 %. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny ve smrkovém středu (SM/C) 35,02 % (Obr. 23).

V porovnání velikosti malý (S) a velký (B) byly nejnižší hodnoty ve smíšeném malém (MIX/S) 16,51 %, největší a nejvýraznější pokles byl u stejných světových stran, jako u

hodnocení lokality mateřský (P) a středu (C). Naopak pozvolnější a vyrovnanější hodnoty vyobrazuje jihozápad (SW) (Tab. 6).

Tab. 6 Popis půdní vlhkosti v porostních typech (první část tabulky) bukový (BK), smíšený (MIX) a smrkový (SM). Porovnání pozice (druhá část tabulky) odběru na gapu střed (C) a mateřský (P) a dále velikosti gapů (třetí část tabulky) na malý (S) a velký (B).

Veličina	Stat	Jednotka	Porostní typ		
			Bukový	Smíšený	Smrkový
wH ₂ O	střední hodnota	%w	30,45	19,48	27,37
	směrodatná odchylka		8,54	6,93	10,05

Veličina	Stat	Jednotka	Pozice na gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)	Střed (C)	Mateřský (P)
wH ₂ O	střední hodnota	%w	38,21	22,69	24,04	14,92	35,02	19,73
	směrodatná odchylka		4,38	2,53	7,20	1,64	8,77	9,24

Veličina	Stat	Jednotka	Velikost gapu					
			Bukový (BK)		Smíšený (MIX)		Smrkový (SM)	
			Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)	Velký (B)	Malý (S)
wH ₂ O	střední hodnota	%w	31,56	29,35	22,44	16,51	27,62	27,13
	směrodatná odchylka		9,73	7,00	8,13	3,52	10,33	9,76

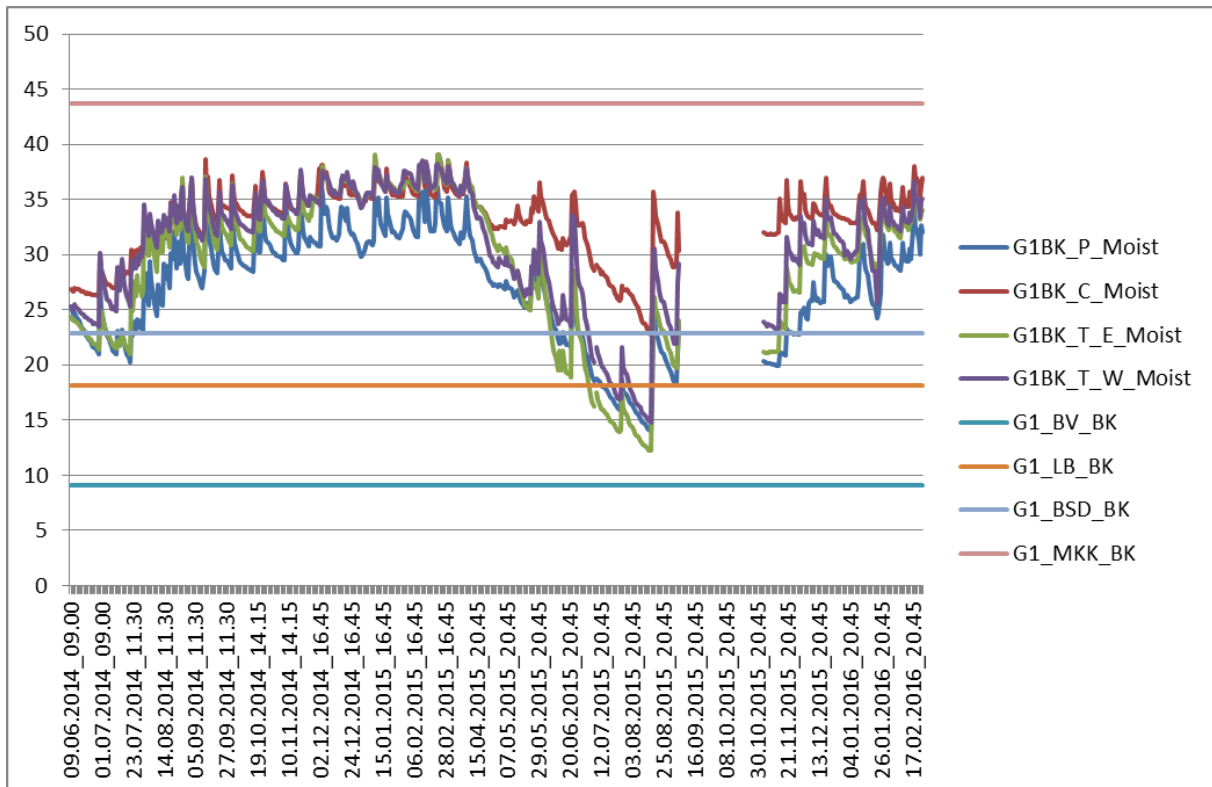
6.4. Vyhodnocení půdní vlhkosti z dat měřících stanic

6.4.1. Severní část bukového gapu (G1)

Celkem bylo hodnoceno 542 dní (Obr. 24). Půdní vlhkost se nikdy nedostala pod půdní hydrolimit bod vadnutí (BV 9,05). Hodnoty pod lentokapilárním bodem (LB 18,14) byly v mateřském porostu (P) překonány celkem ve 35 dnech, na lokalitě okraj východ (T/E) byl LB překonán celkem ve 43 dnech, v okraji západ (T/W) byl hodnoty půdní vlhkosti celkem 21 dní pod lentokapilárním bodem. Vlhkost pod bodem snížené dostupnosti (BSD 22,83) byl ve středu (C) nižší pouze jeden den. V mateřském porostu (P) byla vlhkost nižší celkem ve 121 dnech, v okraji východ (T/E) byla vlhkost nižší ve 113 dnech a v okraji západ (T/W) byla vlhkost nižší celkem ve 47 dnech. Maximální kapilární kapacitu (MKK 43,67) nepřekonal žádná lokalita (Tab. 7).

Celkově lze vyhodnotit lokalitu střed jako nejvíce dotovanou půdní vláhou, ale zároveň zde nedochází k přemokření až zamokření. Naopak jako nejsušší sledované místo byl vyhodnocen východní okraj (T/E), kde nejvíce docházelo ke snížení půdní vlhkosti pod bod

snížené dostupnosti (BSD). Nejvíce nedostatkem půdní vláhy trpěl mateřský porost (P), kde byl nejvyšší počet dnů pod bodem snížené dostupnost (BSD).



Obr. 24 Vyhodnocení půdní vlhkosti v buku severní část (G1) Na ose x jsou znázorněny měřící dny, na ose y jsou uvedeny naměřené hodnoty. Řady G1BK_P_Moist - vlhkost v mateřském porostu, G1BK_C_Moist – vlhkost ve středu gapu, G1BK_T_E_Moist – vlhkost v okraji východ, G1BK_T_W_Moist – vlhkost v okraji západ, G1_BV_BK – stanovený bod vadnutí, G1_LB_BK – stanovený lentokapilární bod, G1_BSD_BK – stanovený bod snížené dostupnosti, G1_MKK_BK – stanovená maximální kapilární kapacita. „Hluchá“ místa vznikla přerušením vlhkostního čidla, chybějící data nebyla nijak doplňována.

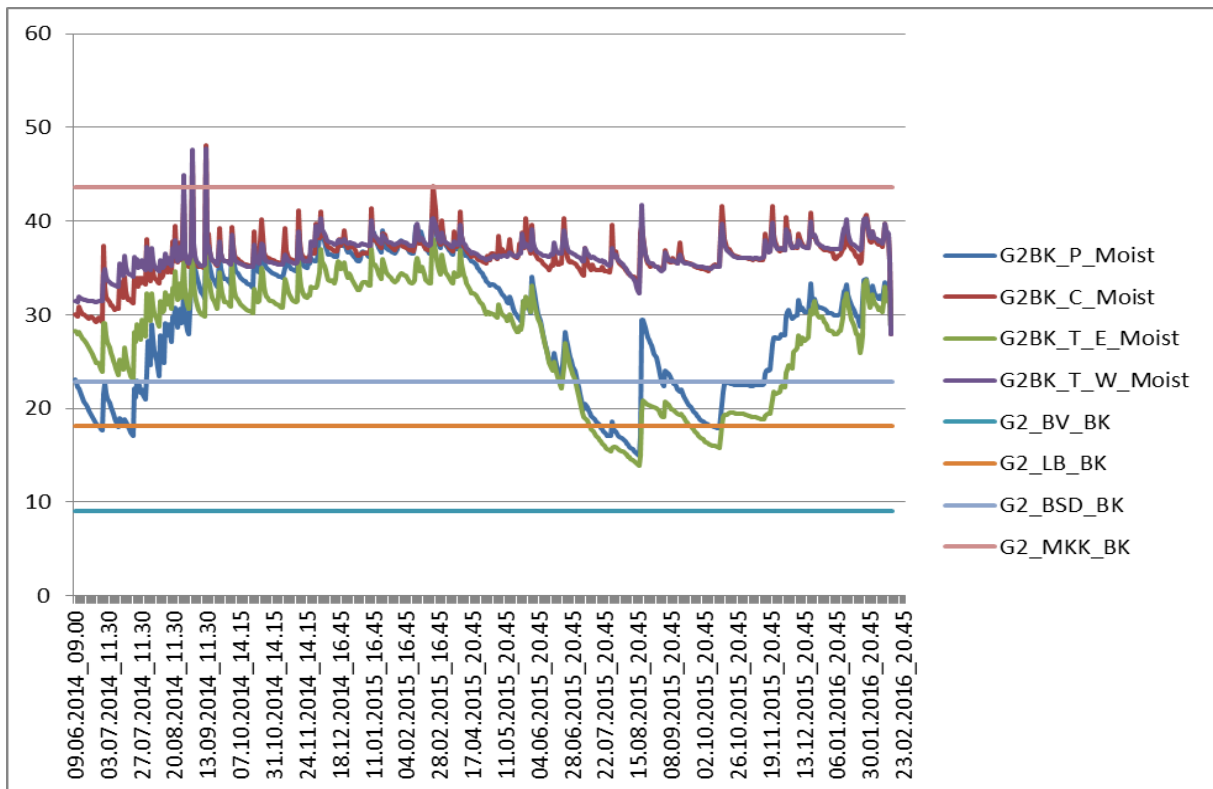
Tab. 7 Vyhodnocuje půdní čidlo umístěné v buku severní části (G1). V levém sloupci jsou vyjádřeny hydrolimity: bod vadnutí (BV), lentokapilární bod (LB), bod snížené dostupnosti (BSD) a maximální kapilární kapacita (MKK). Ve druhém je celkové vyhodnocení a procentuální zastoupení celkových dnů pod vybraným hydrolimitem. Ve zbývajících sloupcích jsou rozlišené lokality střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T/E) a okraj západ (T/W).

G1/BK (celkem změřeno 542 dní)					
hydrolimit	vyhodnocení	C	P	T/E	T/W
BV	% podíl z celku	0	0	0	0
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	0	0	0
LB	% podíl z celku	0	6,46	7,93	3,87
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	35	43	21
BSD	% podíl z celku	0,18	22,32	20,85	8,67
	celkový počet dní pod hydrolimitem	1	121	113	47
MKK	% podíl z celku	0	0	0	0
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	0	0	0

6.4.2. Jižní část bukového gapu (G2)

Celkem bylo hodnoceno 592 dní (Obr. 25). Půdní vlhkost nikdy neklesla na žádné sledované části gapu pod bod vadnutí (BV 9,05). Hodnoty pod lentokapilárním bodem (LB 18,14) klesly v mateřském porostu (P) pod tuto hodnotu ve 44 dnech, v okraji východ klesly v 61 dnech. Pod bod snížené dostupnosti (BSD 22,83) se v lokalitě mateřský porost (P) dostalo celkem v 165 dnech, u lokality okraj východ celkem ve 154 dnech. Maximální kapilární kapacita (MKK 43,67) byla překonána na lokalitě střed celkem ve 3 dnech, v lokalitě okraj západ byl hydrolimit překonán ve 3 dnech (Tab. 8).

Střed (C) a okraj západ netrpěly poklesem půdní vody. Celkově trpěly 3 dny přemokřením, kdy byly měřené hodnoty nad maximální kapilární kapacitou (MKK). Lokality mateřský porost (P) a okraj východ (T/E) si jsou podobny jako lokality střed (C) a okraj západ (T/W).



Obr. 25 Vyhodnocení půdní vlhkosti v buku jižní část (G2). Na ose x jsou znázorněny měřící dny, na ose y jsou uvedeny naměřené hodnoty. Řady G2BK_P_Moist - vlhkost v mateřském porostu, G2BK_C_Moist – vlhkost ve středu gapu, G2BK_T_E_Moist – vlhkost v okraji východ, G2BK_T_W_Moist – vlhkost v okraji západ, G2_BV_BK – stanovený bod vadnutí, G2_LB_BK – stanovený lentokapilární bod, G2_BSD_BK – stanovený bod snížené dostupnosti, G_2MKK_BK – stanovená maximální kapilární kapacita.

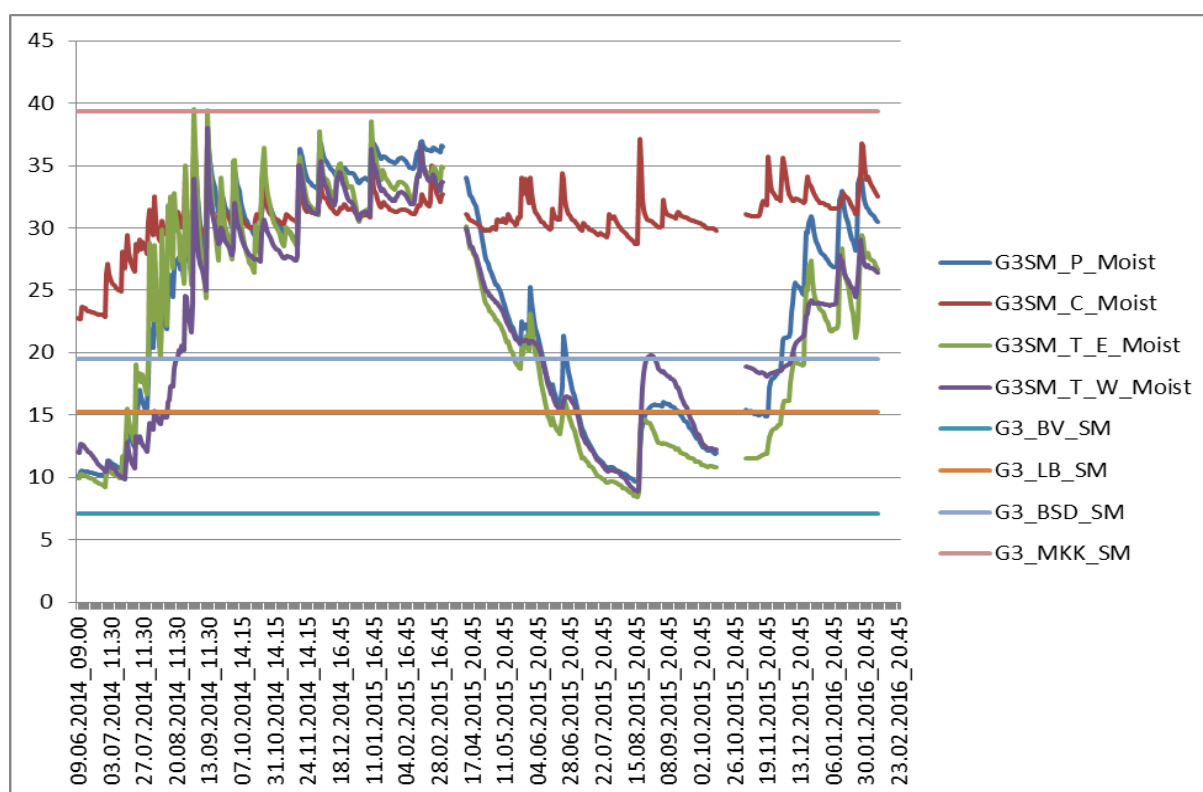
Tab. 8 Vyhodnocuje půdní čidlo umístěné v buku jižní části (G2). V levém sloupci jsou vyjádřeny hydrolimity: bod vadnutí (BV), lentokapilární bod (LB), bod snížené dostupnosti (BSD) a maximální kapilární kapacita. Ve druhém celkové vyhodnocení a procentuální zastoupení celkových dnů pod vybraným hydrolimitem. Ve zbývajících sloupcích jsou rozlišené lokality střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T/E) a okraj západ (T/W).

G2/BK (celkem změřeno 592 dní)					
hydrolimit	vyhodnocení	C	P	T/E	T/W
BV	% podíl z celku	0	0	0	0
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	0	0	0
LB	% podíl z celku	0	7,43	10,3	0
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	44	61	
BSD	% podíl z celku	0	27,87	26,01	0
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	165	154	0
MKK	% podíl z celku	0,51	0	0	0,51
	celkový počet dní pod hydrolimitem	3	0	0	3

6.4.3. Severní část smrkového gapu (G3)

Celkem bylo hodnoceno 592 dní (Obr. 26). Půdní vlhkost na sledovaných částech gapu nikdy neklesla pod bod vadnutí (BV 7,07). Hranice lentokapilárního bodu (LB 15,24) byla překonána v lokalitě mateřský porost celkem ve 133 dnech, na lokalitě okraj východ (T/E) byl tento hydrolimit překonán ve 189 dnech, na lokalitě okraj západ (T/W) byl tento hydrolimit překonán celkem ve 134 dnech. Bod snížené dostupnosti (BSD 19,46) v lokalitě mateřský porost byl překonán celkem ve 203 dnech, v okraji východ (T/E) se jednalo o 232 dnů, v lokalitě okraj západ (T/W) celkem 228 dnů. Maximální kapilární kapacita (MKK 39,33) nebyla v lokalitě střed (C) a mateřský porost (P) překonána. V lokalitách okraj východ (T/E) celkem dvakrát v lokalitě okraj západ (T/W) taktéž (Tab. 9).

Ve středu (C) nebyla zaznamenána žádná hodnota, tímto se liší v trendu ostatních lokalit. Zbylé tři mají výrazný propad pod hodnotu lentokapilárního bodu (LB). Celkové zvýšení vody nad maximální kapilární kapacitu bylo zjištěno u lokalit okraj východ i západ (T/E + T/W).



Obr. 26 Vyhodnocení půdní vlhkosti ve smrku severní část (G3) Na ose x jsou znázorněny měřící dny, na ose y jsou uvedeny naměřené hodnoty. Řady G3BK_P_Moist - vlhkost v mateřském porostu, G3BK_C_Moist - vlhkost ve středu gapu, G3BK_T_E_Moist - vlhkost v okraji východ, G3BK_T_W_Moist - vlhkost v okraji západ, G3_BV_BK - stanovený bod vadnutí, G3_LB_BK - stanovený lentokapilární bod, G3_BSD_BK - stanovený bod snížené dostupnosti, G3_MKK_BK - stanovená maximální kapilární kapacita. „Hluchá“ místa vznikla přerušením vlhkostního čidla, chybějící data nebyla nijak doplňována.

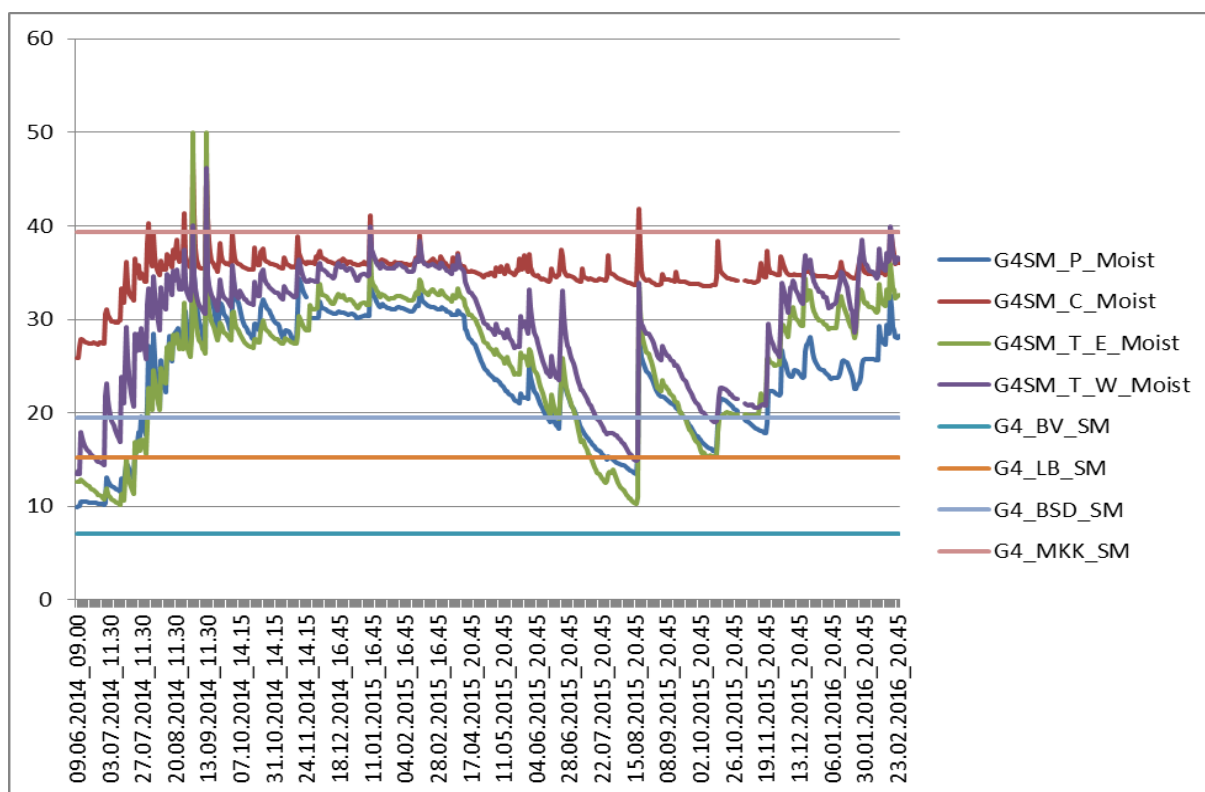
Tab. 9 Vyhodnocuje půdní čidlo umístěné ve smrku severní části (G3). V levém sloupci jsou vyjádřeny hydroimity: bod vadnutí (BV), lentokapilární bod (LB), bod snížené dostupnosti (BSD) a maximální kapilární kapacita. Ve druhém celkové vyhodnocení a procentuální zastoupení celkových dnů pod vybraným hydroimitem. Ve zbývajících sloupcích jsou rozlišené lokality střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T/E) a okraj západ (T/W).

G3/SM (celkem změřeno 592 dní)					
hydrolimit	vyhodnocení	C	P	T/E	T/W
BV	% podíl z celku	0	0	0	0
	celkový počet dní pod hydroimitem	0	0	0	0
LB	% podíl z celku	0	24,23	34,43	24,41
	celkový počet dní pod hydroimitem	0	133	189	134
BSD	% podíl z celku	0	36,98	42,26	41,53
	celkový počet dní pod hydroimitem	0	203	232	228
MKK	% podíl z celku	0	0	0,36	0,36
	celkový počet dní pod hydroimitem	0	0	2	2

6.4.4. Jižní část smrkového gapu (G4)

Celkem bylo hodnoceno 597 dní (Obr. 27). Pod bod vadnutí (BV 7,07) neklesla žádná naměřená hodnota ve vybraných lokalitách. Pod hranici lentokapilárního bodu (LB 15,24) na lokalitě mateřský (P) klesla celkem v 66 dnech, v lokalitě okraj východ (T/E) klesla pod daný hydrolimit v 77 dnech, v okraji západ (T/W) byla tato hodnota překročena ve 14 dnech. Bod snížené dostupnosti (BSD 19,46) byl překonán v lokalitě mateřský celkem ve 148 dnech, lokalita okraj východ (T/E) celkem v 126 dnech, okraj západ celkem v 64 dnech. Maximální kapilární kapacita (MKK 39,33) byla překonána na lokalitě střed (C) celkem 9 dnů, na lokalitě mateřský (P) tato hodnota nebyla překonána, v lokalitě okraj východ (T/E) byla překonána celkem ve dvou dnech, okraj západ (T/W) byla překonána ve 4 dnech (Tab. 10).

Celkově lze posoudit jižní část smrkového gapu (G4) jako lokalitu, kde byla nejčastěji a na nejvíce lokalitách překonána maximální kapilární kapacita. Lokalita střed byla přeplněna na 9 dnů oproti mateřskému porostu, kde nebyl zaznamenán žádný den z hodnotou přesahující MKK. Celkově si lokalita střed (C) držela nejvyšší objem půdní vody.



Obr. 27 Vyhodnocení půdní vlhkosti ve smrku jižní části (G4) Na ose x jsou znázorněny měřící dny, na ose y jsou uvedeny naměřené hodnoty. Řady G4BK_P_Moist - vlhkost v mateřském porostu, G4BK_C_Moist – vlhkost ve středu gapu, G4BK_T_E_Moist – vlhkost v okraji východ, G4BK_T_W_Moist – vlhkost v okraji západ, G4_BV_BK – stanovený bod vadnutí, G4_LB_BK – stanovený lentokapilární bod, G4_BSD_BK – stanovený bod snížené dostupnosti, G4_MKK_BK – stanovená maximální kapilární kapacita.

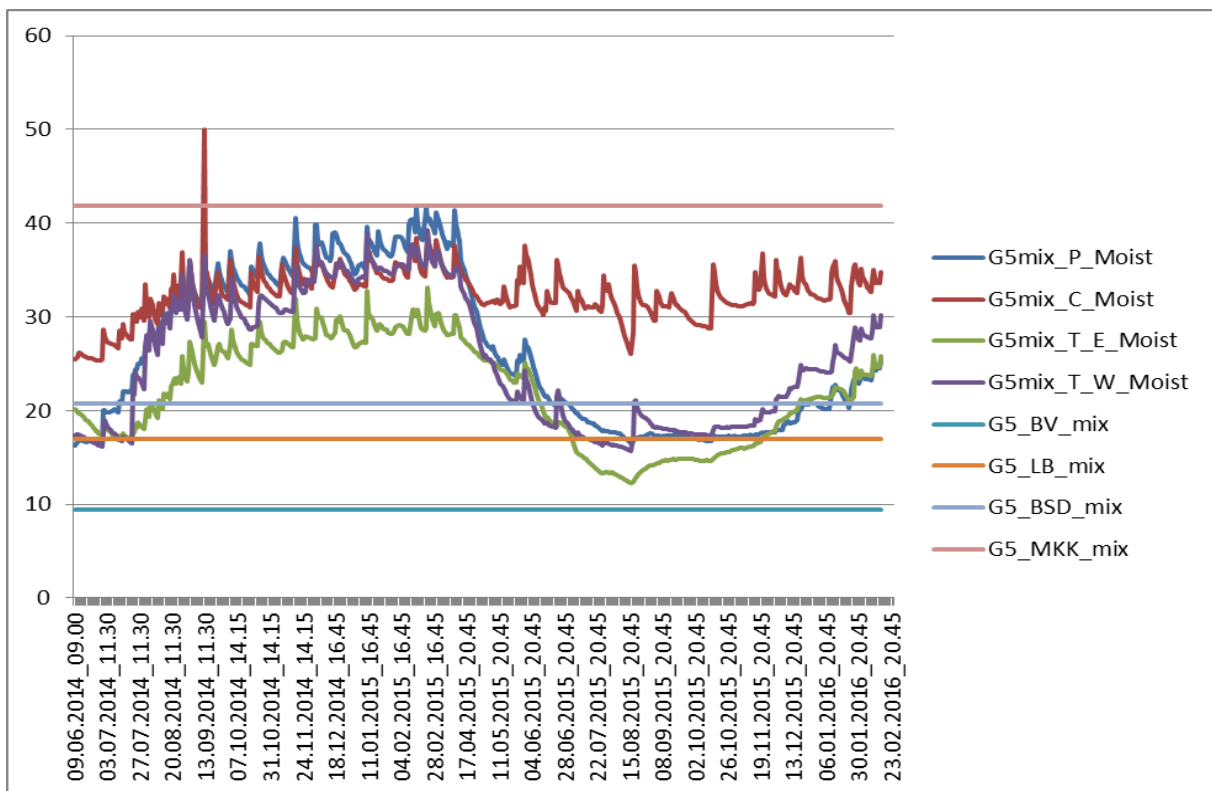
Tab. 10 Vyhodnocuje půdní čidlo umístěné ve smrku v jižní části (G4). V levém sloupci jsou vyjádřeny hydrolimity: bod vadnutí (BV), lentokapilární bod (LB), bod snížené dostupnosti (BSD) a maximální kapilární kapacita. Ve druhém celkové vyhodnocení a procentuální zastoupení celkových dnů pod vybraným hydrolimitem. Ve zbývajících sloupcích jsou rozlišené lokality střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T/E) a okraj západ (T/W).

G4/SM (celkem změřeno 597 dní)					
hydrolimit	vyhodnocení	C	P	T/E	T/W
BV	% podíl z celku	0	0	0	0
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	0	0	0
LB	% podíl z celku	0	11,06	12,9	2,35
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	66	77	14
BSD	% podíl z celku	0	24,79	21,11	10,72
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	148	126	64
MKK	% podíl z celku	1,51	0	0,34	0,67
	celkový počet dní pod hydrolimitem	9	0	2	4

6.4.5. Severní část smíšeného gapu (G5)

Celkem bylo hodnoceno 593 dní (Obr. 28). Pod bod vadnutí (BV 9,43) neklesla žádná naměřená hodnota ve vybraných lokalit. Pod hranici lentokapilárního bodu (LB 16,93) klesla lokalita mateřský porost celkem v 37 dnech, lokalita okraj východ (T/E) klesla ve 143 dnech, v lokalitě okraj západ (T/W) klesla pod tuto hodnotu celkem ve 46 dnech. Pod bod snížené dostupnosti (BSD 20,8) klesla lokalita mateřský porost celkem ve 227 dnech, lokalita okraj východ (T/E) klesla pod tuto hodnotu celkem v 255 dnech, lokalita okraj západ (T/W) klesla pod tuto hodnotu v 216 dnech. Maximální kapilární kapacita (MKK 41,8) byla překonána pouze v lokalitě střed a to pouze v jeden den.

Lokalita střed se vyznačuje nejvyšším změřeným obsahem půdní vody. Naopak jako nejsušší místo by šlo označit okraj východ (T/E). Celkově lze vidět roční dynamiku a pokles půdní vody v letním období. Celkově měsíc srpen snížil obsah půdní vody. Naopak v zimním období lze říci, že se obsah půdní vody stabilizoval na vyšší úrovni, ale pod bodem MKK (Tab. 11).



Obr. 28 Vyhodnocení půdní vlhkosti ve smíšeném gapu v severní části (G5) Na ose x jsou znázorněny měřicí dny, na ose y jsou uvedeny naměřené hodnoty. Řady G5BK_P_Moist - vlhkost v mateřském porostu, G5BK_C_Moist – vlhkost ve středu gapu, G5BK_T_E_Moist – vlhkost v okraji východ, G5BK_T_W_Moist – vlhkost v okraji západ, G5_BV_BK – stanovený bod vadnutí, G5_LB_BK – stanovený lentokapilární bod, G5_BSD_BK – stanovený bod snížené dostupnosti, G5_MKK_BK – stanovená maximální kapilární kapacita.

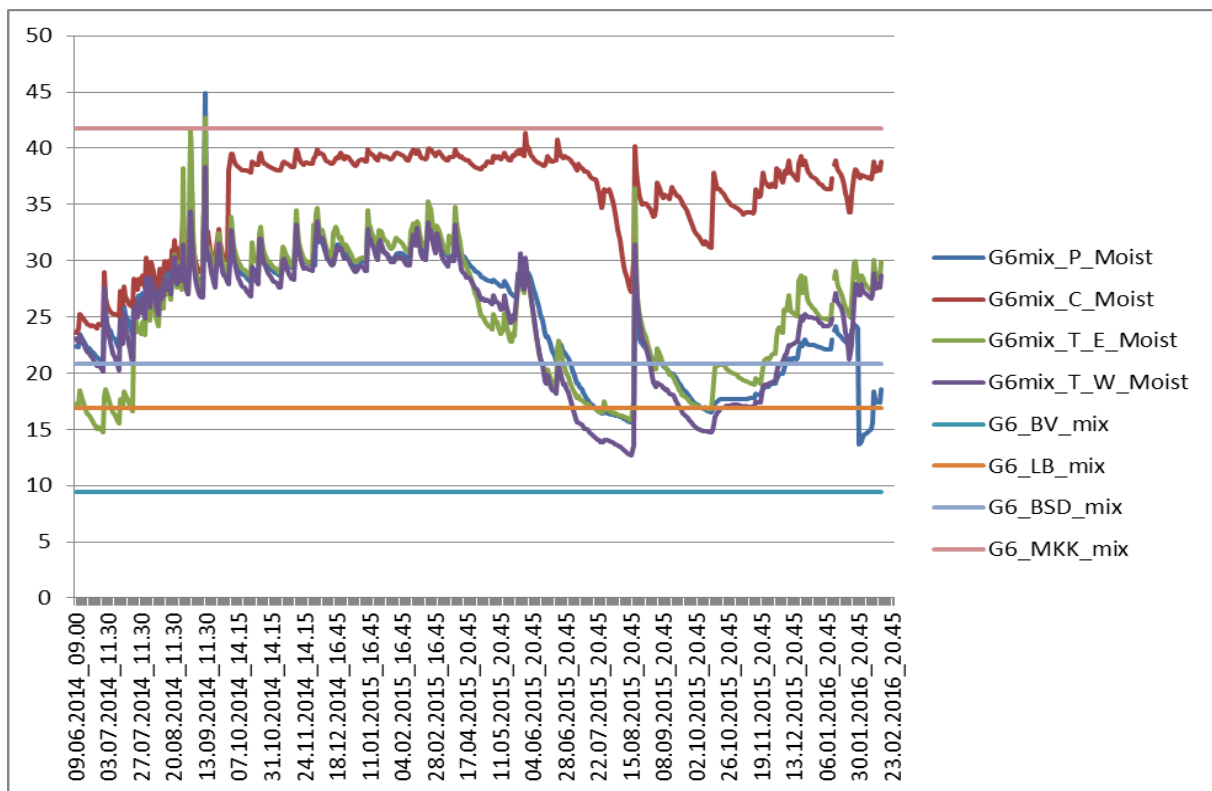
Tab. 11 Vyhodnocuje půdní čidlo umístěné ve smíšeném gapu v severní části (G5). V levém sloupci jsou vyjádřeny hydroimity: bod vadnutí (BV), lentokapilární bod (LB), bod snížené dostupnosti (BSD) a maximální kapilární kapacita. Ve druhém celkové vyhodnocení a procentuální zastoupení celkových dnů pod vybraným hydroimitem. Ve zbývajících sloupcích jsou rozlišené lokality střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T/E) a okraj západ (T/W).

G5/MIX (celkem změřeno 593 dní)					
hydrolimit	vyhodnocení	C	P	T/E	T/W
BV	% podíl z celku	0	0	0	0
	celkový počet dní pod hydroimitem	0	0	0	0
LB	% podíl z celku	0	6,24	24,11	7,76
	celkový počet dní pod hydroimitem	0	37	143	46
BSD	% podíl z celku	0	38,28	43	36,42
	celkový počet dní pod hydroimitem	0	227	255	216
MKK	% podíl z celku	0,17	0	0	0
	celkový počet dní pod hydroimitem	1	0	0	0

6.4.6. Jižní část smíšeného gapu (G6)

Celkem bylo hodnoceno 592 dní (Obr. 29). Pod bod vadnutí (BV 9,43) neklesla žádná naměřená hodnota z vybraných lokalit. Pod hodnotu lentokapilárního bodu (LB 16,93) klesla lokalita mateřský porost celkem 48 dnů, v lokalitě okraj východ (T/E) bylo naměřeno celkem 54 dnů, lokalita okraj západ (T/W) bylo zjištěno celkem 76 dnů. Pod bod snížené dostupnosti (BSD 20,8) kleslo na lokalitě mateřský porost celkem 156 dní, lokalita okraj východ (T/E) celkem 183 dnů, okraj západ (T/W) celkem 170 dnů. Hodnoty maximální kapilární kapacity (MKK 41,8) byly zjištěny na lokalitě mateřský porost (P) a na lokalitě okraj východ (T/E) daná lokalita po jednom dni (Tab. 12).

Do podzimu (říjen 2014) byly hodnoty velice podobné, od tohoto období se drží lokalita střed na hodnotách pod MKK. Ostatní lokality klesají k bodu vadnutí (BV) až pod lentokapilární bod (LB). Je zde patrný trend suchého měsíce srpna.



Obr. 29 Vyhodnocení půdní vlhkosti ve smíšeném gapu v jižní části (G6) Na ose x jsou znázorněny měřicí dny, na ose y jsou uvedeny naměřené hodnoty. Řady G6BK_P_Moist - vlhkost v mateřském porostu, G6BK_C_Moist – vlhkost ve středu gapu, G6BK_T_E_Moist – vlhkost v okraji východ, G6BK_T_W_Moist – vlhkost v okraji západ, G6_BV_BK – stanovený bod vadnutí, G6_LB_BK – stanovený lentokapilární bod, G6_BSD_BK – stanovený bod snížené dostupnosti, G6_MKK_BK – stanovená maximální kapilární kapacita.

Tab. 12 Vyhodnocuje půdní čidlo umístěné ve smíšeném gapu v jižní části (G6). V levém sloupci jsou vyjádřeny hydrolimity: bod vadnutí (BV), lentokapilární bod (LB), bod snížené dostupnosti (BSD) a maximální kapilární kapacita. Ve druhém celkové vyhodnocení a procentuální zastoupení celkových dnů pod vybraným hydroimitem. Ve zbývajících sloupcích jsou rozlišené lokality střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T/E) a okraj západ (T/W).

G6/MIX (celkem změřeno 592 dní)					
hydrolimit	vyhodnocení	C	P	T/E	T/W
BV	% podíl z celku	0	0	0	0
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	0	0	0
LB	% podíl z celku	0	8,11	9,12	12,84
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	48	54	76
BSD	% podíl z celku	0	26,35	30,91	28,72
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	156	183	170
MKK	% podíl z celku	0	0,17	0,17	0
	celkový počet dní pod hydrolimitem	0	1	1	0

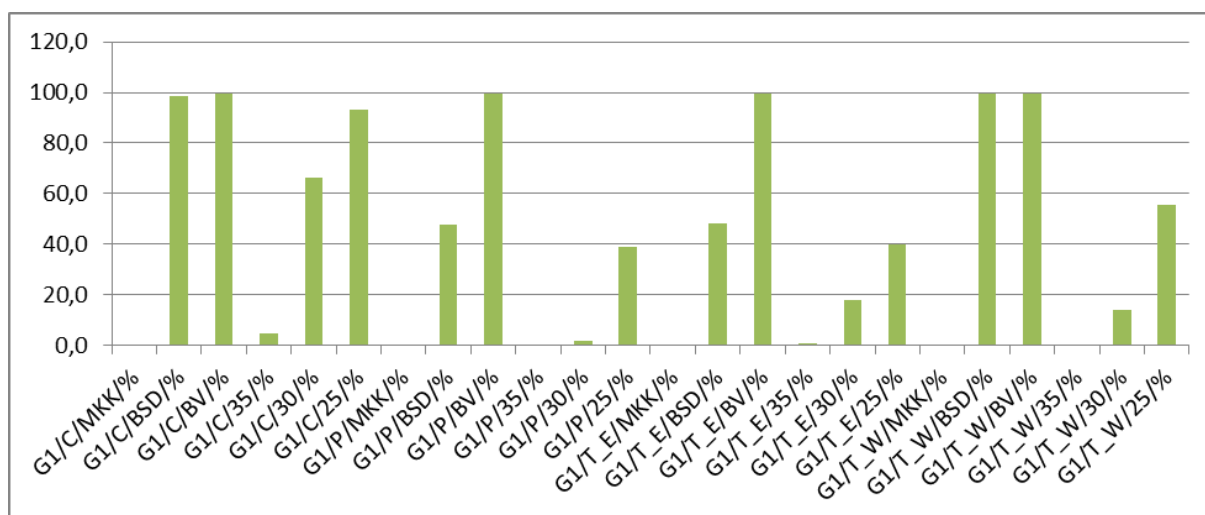
6.5. Vyhodnocení půdní vlhkosti ve vybraném období

6.5.1. Severní část bukového gapu (G1)

Celkem bylo hodnoceno 14048 záznamů půdních čidel, která byla měřena ve čtvrt hodinových intervalech od 13. 4. 2015, začátek v 12:00, až do 26. 10. 2015, ukončeno v 15:00 hodin (*Tab. 13*).

Hodnota vyšší než je maximální kapilární kapacita (MKK 43,67) byla z celkového měření zjištěna pouze na lokalitě střed (C) kde se jednalo 0,2 % měřených hodnot. Bod snížené dostupnosti (BSD 22,83) byl zaznamenán na všech měřených lokalitách, kde jeho zastoupení na lokalitě střed (C) skýtalo 98,5 %, v mateřském porostu byl podíl 47,9 %, na lokalitě okraj východ (T_E) bylo zastoupení 48,1 %, na lokalitě okraj západ (T_W) bylo zastoupení na 99,4 %. Hodnoty bodu vadnutí (BV 9,5) byly vyšší v 99,4% na všech lokalitách. V porovnání půdní vlhkosti kde jako mezní hodnota bylo stanoveno 35 %, byly hodnoty vyšší na lokalitě střed (C) v 4,8 %, na lokalitě mateřský porost (P) nebyly hodnoty vyšší než stanovená mez. Lokalita okraj východ (T_E) měla vyšší hodnoty v 0,8 %, u lokality okraj západ (T_W) byly hodnoty půdní vlhkosti vyšší v 0,2 % případu. Dále byla využita mezní hodnota 25 %, kde v lokalitě střed (C) byly hodnoty vyšší v 66, 1 %, lokalita mateřský porost (P) měla hodnoty vyšší pouze na 1,7 % měřených dat. U lokality okraj východ (T_E) byla mezní hodnota přesáhnuta na 18 %, okraj západ (T_W) měl naměřené hodnoty vyšší než stanovená mezní hodnota (25 %) celkem ve 14 %. Mezní hodnota 20 % půdní vlhkosti byla v lokalitě mateřský (C) vyšší v 92,9 % případů, mateřský porost přesáhl tuto mez v 38,7 % případů, okraj východ (T_E) přesáhl ve 40 % případů, okraj západ v 50,5 %.

Nejvyšší půdní vlhkost byla zjištěna na lokalitě střed (C) kde se vyskytovaly hodnoty vyšší než maximální kapilární kapacita (MKK). Místo s nejnižším obsahem vody se nachází na lokalitě mateřský porost, kde nebyla zjištěna žádná hodnota vyšší než stanovená mez 35 % půdní vlhkosti. Celkově byla zjištěna i nejnižší procentuální zastoupení hodnot vyšších než 25 % půdní vlhkosti (*Obr. 30*).



Obr. 30 Grafické vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech v bukovém gapu severní části (G1) Na ose y jsou zaznamenáno procentuální zastoupení vybrané hodnoty. Osa x znázorňuje kódovou charakteristiku gapu (G1) /lokality (C, P, T_E, T_W) /hydrolimity (MKK, BSD, BV případně stanovenou hodnotu 35, 30, 25 %).

Tab. 13 Vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech v bukovém gapu severní části (G1). V druhém řádku je uvedena lokalita, střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T_E), okraj západ (T_W). V druhém sloupci se nachází vyhodnocení. Následují půdní hydrolimity maximální kapilární kapacita (MKK), bod snížené dostupnosti (BSD), bod vadnutí (BV) a porovnání s 35 %, 30 % a 20 %.

G1 BK (celkem změřeno 14048 záznamů)							
lokality	vyhodnocení	MKK	BSD	BV	35%	30%	25%
C	celkový počet dní nad hydrolimitem	27	13844	13960	673	9279	13054
	% podíl z celku	0,2	98,5	99,4	4,8	66,1	92,9
P	celkový počet dní nad hydrolimitem	0	6725	13960	0	235	5441
	% podíl z celku	0	47,9	99,4	0	1,7	38,7
T_E	celkový počet dní nad hydrolimitem	0	6761	13960	108	2534	5626
	% podíl z celku	0	48,1	99,4	0,8	18	40
T_W	celkový počet dní nad hydrolimitem	0	13960	13960	29	1960	7803
	% podíl z celku	0	99,4	99,4	0,2	14,0	55,5

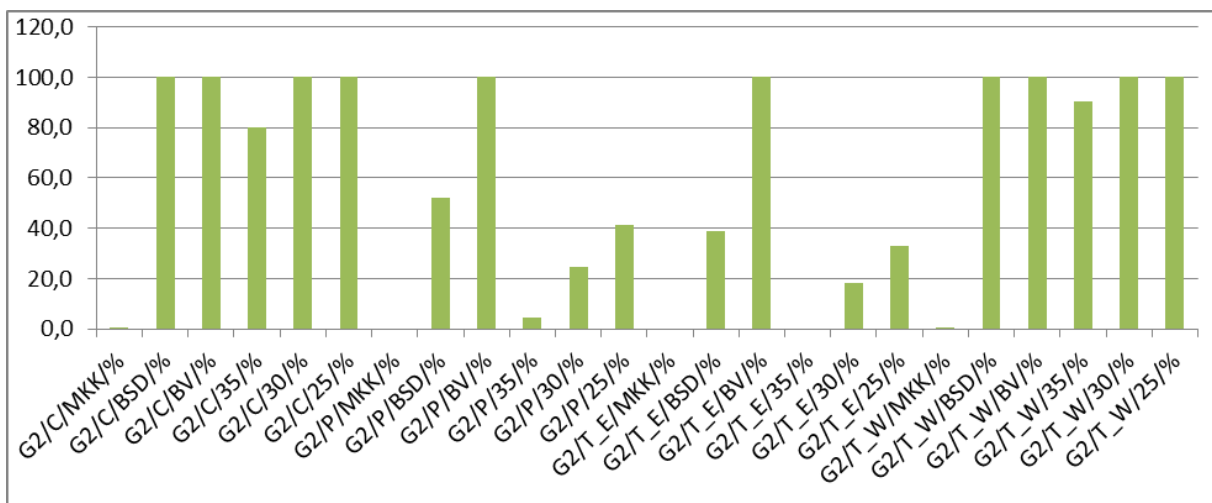
6.5.2. Jižní část bukového gapu (G2)

Celkem bylo hodnoceno 18824 záznamů půdních čidel, která byla měřena ve čtvrt hodinových intervalech od 13. 4. 2015 začátek v 12:00 až do 26. 10. 2015 ukončeno v 15:00 hodin (Tab. 14).

Půdní hydrolimit maximální kapilární kapacita (MKK 43,67) byl překonán na lokalitě střed (C) celkem ve 47 případech (0,3 %) a v okraji západ v 57 případech (0,4 %). Bod snížené dostupnosti (BSD 22,83) byl překonán na všech zkoumaných lokalitách. Ve středu (C) a kraji západ (T_W) bylo zjištěno 100 % případů. V mateřském porostu

celkem 52,2 % a v okraji východ (T_E) byla hodnota zjištěna v 39 % případech. Pod mezní hodnotu bodu vadnutí (BV 9,05) se nedostaly žádné z naměřených hodnot. Jako mezní kritérium byla využita hodnota 35 % kde u lokality střed (C) byly hodnoty vyšší v 80 % v mateřském porostu (P) pouze ve 4,6 %, okraj východ (T_E) nepřekonal danou hodnotu v žádném naměřeném výsledku. Okraj západ (T_W) přesáhl danou hodnotu 90,3 % případu. Porovnání výsledků s hodnotou 30 % byly hodnoty ve středu (C) vyšší 100 % stejně jako u okraje západ (T_W). Lokalita mateřský porost (P) přesáhla danou hodnotu 24,7 % a okraj východ (T_E) 18,2 %. Hodnota 25 % byla 100 % přesáhnutá u lokalit střed (C) a okraj západ (T_W). Mateřský porost (P) 41,4 % vyšší než dané kritérium okraj východ (T_E) 32,9 % vyšší než hodnota 25 %.

V celkovém hodnocení byla nejsušší lokalita okraj východ (T_E), kde bylo nejméně hodnot s přesahujícími půdními hydrolimity (MKK, BSD, BV) i stanovené mezní hodnoty (35 %, 30 %, 25 %). Naopak lokality nejbohatší na půdní vlhkost byly střed (C) a okraj západ (T_W), z těchto dvou byla více zamokřená lokalita okraj západ (T_W), kde bylo více naměřených hodnot v maximální kapilární kapacitě (MKK) i v porovnání s hodnotou 35 % (Obr. 31).



Obr. 31 Grafické vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech v bukovém gapu jižní části (G2) Na ose y jsou zaznamenány procentuální zastoupení vybrané hodnoty Osa x znázorňuje kódovou charakteristiku gapu (G2) /lokality (C, P, T_E, T_W) /hydrolimity (MKK, BSD, BV případně stanovenou hodnotu 35, 30, 25 %).

Tab. 14 Vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech v bukovém gapu jižní části (G2). V druhém řádku je uvedena lokalita, střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T_E), okraj západ (T_W). V druhém sloupci se nachází vyhodnocení. Následují půdní hydrolimity maximální kapilární kapacita (MKK), bod snížené dostupnosti (BSD), bod vadnutí (BV) a porovnání s 35 %, 30 % a 20 %.

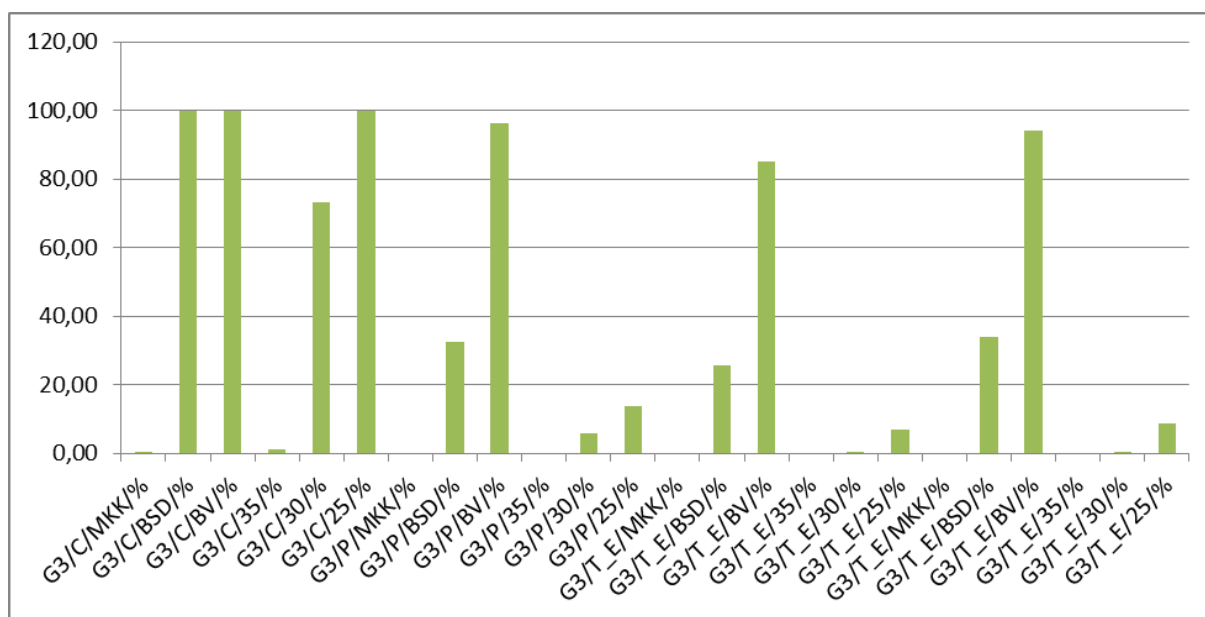
G2 BK (celkem změřeno 18824 záznamů)							
lokality	vyhodnocení	MKK	BSD	BV	35%	30%	25%
C	celkový počet dní	47	18824	18824	15053	18824	18824
	% podíl z celku	0,3	100,0	100,0	80,0	100,0	100,0
P	celkový počet dní	0	9822	18824	869	4656	7799
	% podíl z celku	0	52,2	100,0	4,6	24,7	41,4
T_E	celkový počet dní	0	7352	18824	0	3420	6187
	% podíl z celku	0	39,0	100	0	18,2	32,9
T_W	celkový počet dní	57	18824	18824	17005	18824	18824
	% podíl z celku	0,4	100,0	100,0	90,3	100,0	100,0

6.5.3. Severní část smrkového gapu (G3)

Celkem bylo hodnoceno 17614 záznamů půdních čidel, která byla měřena ve čtvrt hodinových intervalech od 13. 4. 2015 začátek v 12:00 až do 26. 10. 2015 ukončeno v 15:00 hodin (Tab. 15).

Maximální kapilární kapacita (MKK 39,33) byla překonána pouze na lokalitě střed (C), celkem ve 20 případech (0,1 %). Bod snížené dostupnosti (BSD 19,46) byl překonán 100 % případů na lokalitě střed (C), následoval okraj západ (T_W) 34 %, mateřský porost (P) 32,6 % a okraj východ (T_E) 25,8 %. Hodnoty pod bodem vadnutí (BV 7,07) se nevyskytovaly pouze u lokality střed (C). Naopak nejvíce hodnot pod bodem vadnutí (BV) bylo zjištěno v okraji východ (T_E), kde hodnot nad bodem vadnutí bylo pouze 85,03 %. Okraj západ (T_W) měl hodnoty nad bodem vadnutí v 94 % a lokalita mateřský porost (P) měla hodnoty nad bodem vadnutí 96,4 %. Nad stanoveným limitem 35 % půdní vlhkosti byly zjištěny hodnoty pouze u lokality střed (C) kde se jednalo o 1,3 %. Druhá mezní hodnota (30 %) byla již překonána na všech lokalitách nejméně v okraji západ (T_W) kde se jednalo pouze o 13 případů (0,1 %) druhý okraj (T_E) měl pouze 97 případů (0,6 %), mateřský porost (P) již měl 5,9 % a střed (C) 73,3 %. Hodnota 25 % půdní vlhkosti byla ve všech měřených případech překonána v lokalitě střed (C) celkem 100 %. Mateřský porost (P) 13,9 % okraj východ (T_E) 7 % a okraj západ (T_W) 8,6 % (Obr. 32).

Vodou nejlépe zásobená lokalita je střed (C), kde došlo i přesahu maximální kapilární kapacity (MKK). Jako nejsušší lokality byl zjištěn okraj východ (T_E).



Obr. 32 Grafické vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech ve smrkovém gapu severní části (G3) Na ose y jsou zaznamenáno procentuální zastoupení vybrané hodnoty Osa x znázorňuje kódovou charakteristiku gapu (G2) /lokality (C, P, T_E, T_W) /hydrolimity (MKK, BSD, BV případně stanovenou hodnotu 35, 30, 25 %).

Tab. 15 Vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech ve smrkovém gapu severní části (G3). V druhém řádku je uvedena lokalita, střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T_E), okraj západ (T_W). V druhém sloupci se nachází vyhodnocení. Následují půdní hydrolimity maximální kapilární kapacita (MKK), bod snížené dostupnosti (BSD), bod vadnutí (BV) a porovnání s 35 %, 30 % a 20 %.

G3 SM (celkem změřeno 17614 záznamů)							
lokality	vyhodnocení	MKK	BSD	BV	35%	30%	25%
C	celkový počet dní nad hydrolimitem	20	17614	17614	225	12922	17614
	% podíl z celku	0,1	100,0	100,0	1,3	73,3	100,0
P	celkový počet dní nad hydrolimitem	0	5746	16995	0	1047	2449
	% podíl z celku	0	32,6	96,4	0,0	5,9	13,9
T_E	celkový počet dní nad hydrolimitem	0	4547	14984	0	97	1234
	% podíl z celku	0	25,8	85,03	0	0,6	7,0
T_W	celkový počet dní nad hydrolimitem	0	5997	16561	0	13	1518
	% podíl z celku	0,0	34,0	94,0	0,0	0,1	8,6

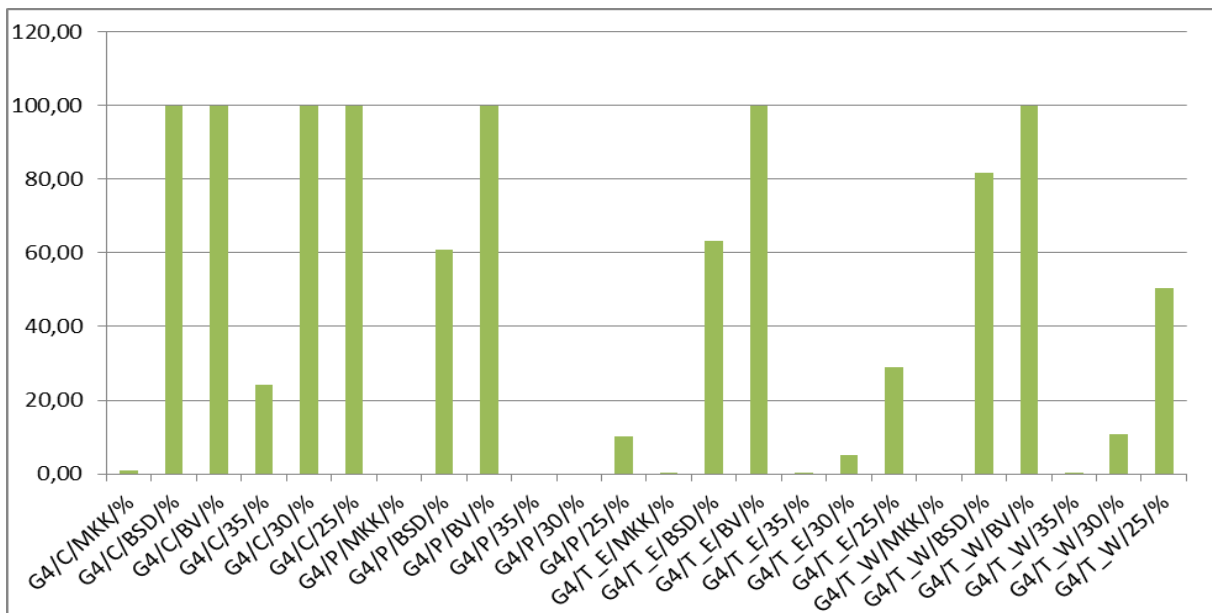
6.5.4 Jižní část smrkového gapu (G4)

Celkem bylo hodnoceno 18820 záznamů půdních čidel, která byla měřena ve čtvrt hodinových intervalech od 13. 4. 2015 začátek v 12:00 až do 26. 10. 2015 ukončeno v 15:00 hodin (Tab. 16).

Hodnoty nad maximální kapilární kapacitou (MKK 39,33) byly zjištěny na lokalitě střed (C) celkem ve 175 měřeních (0,9 %), jednalo se o nejvyšší zjištěný výsledek. Dále byly

zjištěny hodnoty vyšší než maximální kapilární kapacita na lokalitě okraj východ (T_E) ve 49 případech (0,3 %). Bod snížené dostupnosti (BSD 19,46) byl zjištěn vyšší ve všech skupinách. Hodnoty ve středu (C) byly všechny vyšší (100 %), lokalita mateřský porost (P) překročila tuto hodnotu v 60,6 % případů, okraj východ (T_E) byl celkem u 63,2 % hodnot vyšší, okraj západ (T_W) celkem 81,9 % vyšších hodnot než zmíněné hydrolimity. Nebyly zjištěny žádné hodnoty pod bodem vadnutí (BV 7,07). V porovnání s mezní hodnotu 35 % bylo zjištěno nejvíce hodnot vyšších na lokalitě střed (C), jednalo se celkem o 24,1 %. Lokalita mateřský porost (P) nepřesáhla daný limit. Na lokalitě okraj východ (T_N) byla mezní hodnota přesáhnutá pouze v 53 případech (0,3 %) okraj západ (T_W) přesáhl mezní hodnotu v 50 případech (0,3 %). Dále byla využita mezní hodnota 30 %, tuto mez nepřesáhla pouze lokalita mateřský porost (P), lokalita okraj východ (T_E) měla 5,1 % vyšších hodnot, okraj západ (T_W) celkem 10,9 % a veškeré hodnoty vyšší měla lokalita střed (C). Hodnotu 25 % ve všech výsledcích překonala lokalita střed (C), mateřský porost (P) měl pouze 10,3 % přes tuto hodnotu. Okraj východ (T_E) celkem 28,9 % vyšších než mezní hodnota. Okraj západ (T_W) celkem 50,4 % vyšších hodnot než stanovená mez (Obr. 33).

Lokalita střed (C) byla nejvíce dotována vodou. Jako nejsušší lokalita byl vyhodnocen mateřský porost.



Obr. 33 Grafické vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech ve smrkovém gapu jižní části (G4) Na ose y jsou zaznamenáno procentuální zastoupení vybrané hodnoty Osa x znázorňuje kódovou charakteristiku gapu (G2) /lokality (C, P, T_E, T_W) /hydrolimity (MKK, BSD, BV případně stanovenou hodnotu 35, 30, 25 %).

Tab. 16 Vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech ve smrkovém gapu jižní části (G4). V druhém řádku je uvedena lokalita, střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T_E), okraj západ (T_W). V druhém sloupci se nachází vyhodnocení. Následují půdní hydro limity maximální kapilární kapacita (MKK), bod snížené dostupnosti (BSD), bod vadnutí (BV) a porovnání s 35 %, 30 % a 20 %.

G4 SM (celkem změřeno 18820 záznamů)							
lokality	vyhodnocení	MKK	BSD	BV	35%	30%	25%
C	celkový počet dní nad hydro limitem	175	18820	18820	4531	18820	18820
	% podíl z celku	0,9	100,0	100,0	24,1	100,0	100,0
P	celkový počet dní nad hydro limitem	0	11459	18820	0	0	1933
	% podíl z celku	0	60,9	100,0	0,0	0,0	10,3
T_E	celkový počet dní nad hydro limitem	49	11905	18820	53	969	5439
	% podíl z celku	0,3	63,2	100,0	0,3	5,1	28,9
T_W	celkový počet dní nad hydro limitem	0	15412	18820	50	2048	9497
	% podíl z celku	0,0	81,9	100,0	0,3	10,9	50,4

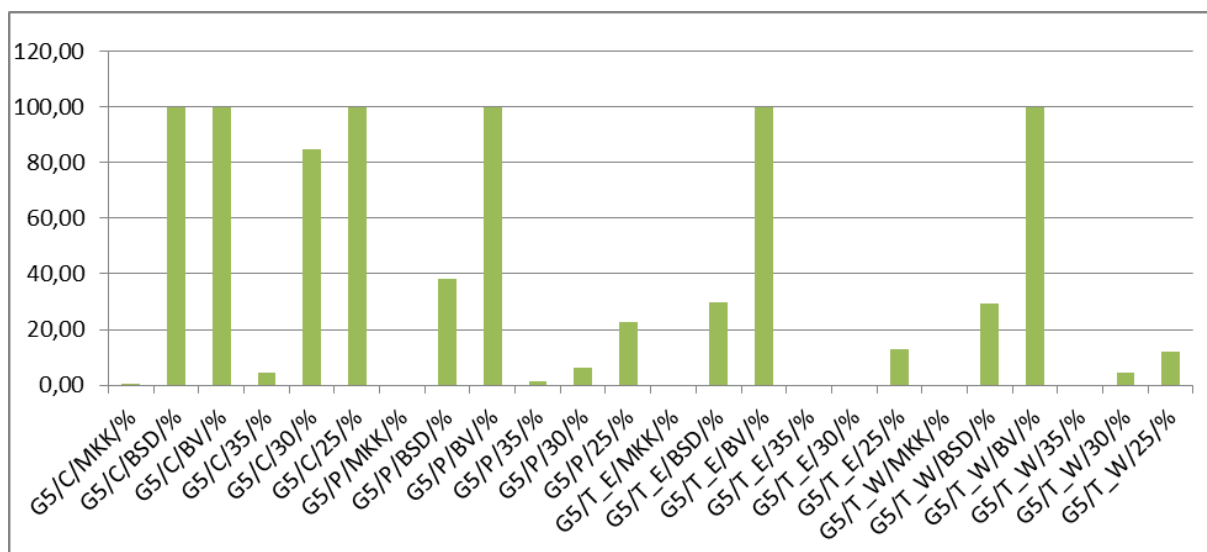
6.5.5. Severní část smíšeného gapu (G5)

Celkem bylo hodnoceno 18821 záznamů půdních čidel, která byla měřena ve čtvrt hodinových intervalech od 13. 4. 2015 začátek v 12:00 až do 26. 10. 2015 ukončeno v 15:00 hodin (Tab. 17).

Maximální kapilární kapacita (MKK 41,8) byla překonána pouze na lokalitě střed (C) celkem ve 40 případech (0,2 %). Bod snížené dostupnosti (BSD 20,8) byl na lokalitě střed (C) překonán ve všech vyhodnocených datech. Lokalita mateřský porost (P) přesáhla tyto hydro limity ve 38,3 %, okraj východ (T_E) celkem 29,8 % a okraj západ (T_W) měl velice podobné hodnoty (29,2 %). Hodnoty bodu vadnutí (BV 9,43) nebyly překonány v žádné lokalitě. Určená mezní hodnota 35 % nebyla překonána v lokalitách okraj východ (T_E) a okraj západ (T_W). Lokalita střed (C) překonala tuto hodnotu 4,4 % výsledku, mateřský porost (P) překonal tuto hodnotu celkem v 1,3 %. Dále byly výsledky porovnány s hodnotou 30 %, kde nebyly zjištěny vyšší hodnoty na okraji východ (T_E), okraj západ (T_W) měl celkem 4,7 % vyšší výsledné hodnoty než stanovený limit. Střed (C) měl 84,8 % vyšších hodnot než limit, mateřský porost (P) celkem 6,2 % vyšších hodnot než vybraný limit. U poslední porovnané hodnoty 25 % byly všechny měřené výsledky vyšší. Lokalita střed (C) měla všechny hodnoty vyšší, mateřský porost (P) celkem 22,7 % hodnot vyšších, okraj východ (T_E) 13,1 % vyšších hodnot a okraj západ (T_W) 12,3 % výsledků (Obr. 34).

Celkově nejvyšší obsah vody byl obsažen na lokalitě střed (C), kde byly zjištěny hodnoty vyšší než maximální kapilární kapacita. Jako lokalita s nejnižším obsahem vody byl

vyhodnocen okraj východ. Okraj západ se lišil pouze o pár desetín procenta pouze okraj západ (T_W) měl vyšší podíl hodnot přesahující 30 % půdní vlhkosti.



Obr. 34 Grafické vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech ve smíšeném gapu severní části (G5) Na ose y jsou zaznamenána procentuální zastoupení vybrané hodnoty Osa x znázorňuje kódovou charakteristiku gapu (G2) /lokality (C, P, T_E, T_W) /hydrolimity (MKK, BSD, BV případně stanovenou hodnotu 35, 30, 25 %).

Tab. 17 Vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech ve smíšeném gapu severní části (G5). V druhém řádku je uvedena lokalita, střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T_E), okraj západ (T_W). V druhém sloupci se nachází vyhodnocení. Následují půdní hydrolimity maximální kapilární kapacita (MKK), bod snížené dostupnosti (BSD), bod vadnutí (BV) a porovnání s 35 %, 30 % a 20 %.

G5 Smíšený gap (celkem změřeno 18821 záznamů)							
lokality	vyhodnocení	MKK	BSD	BV	35%	30%	25%
C	celkový počet dní nad hydrolimitem	40	18821	18821	824	15969	18821
	% podíl z celku	0,2	100,0	100,0	4,4	84,8	100,0
P	celkový počet dní nad hydrolimitem	0	7215	18821	239	1161	4269
	% podíl z celku	0	38,3	100,0	1,3	6,2	22,7
T_E	celkový počet dní nad hydrolimitem	0	5618	18821	0	0	2458
	% podíl z celku	0,0	29,8	100,0	0,0	0,0	13,1
T_W	celkový počet dní nad hydrolimitem	0	5495	18821	0	883	2309
	% podíl z celku	0,0	29,2	100,0	0,0	4,7	12,3

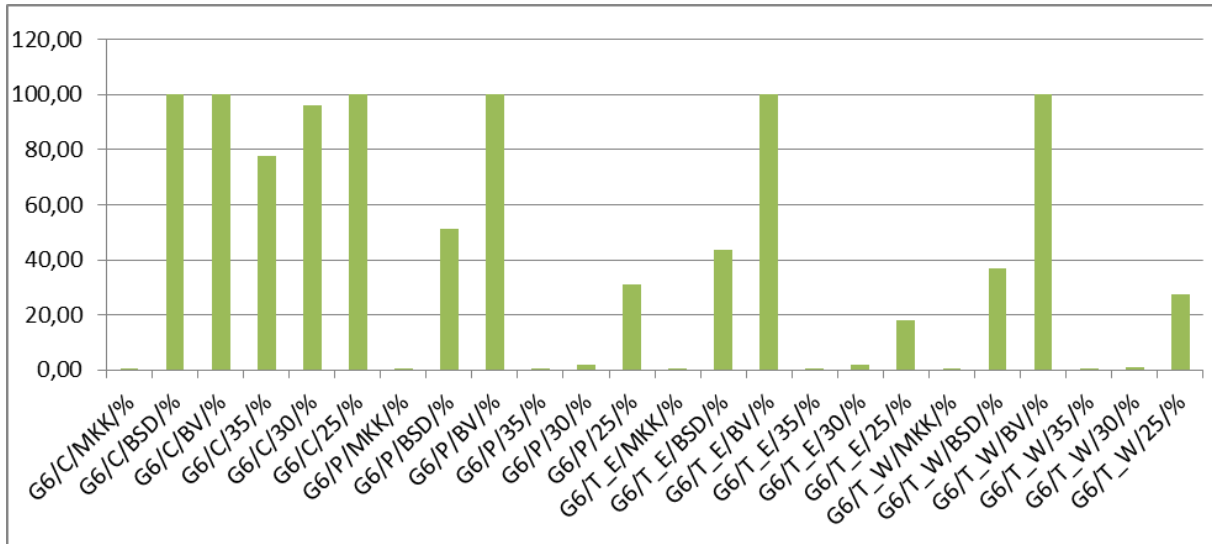
6.5.6. Jižní část smíšeného gapu (G6)

Celkem bylo hodnoceno 18821 záznamů půdních čidel, která byla měřena ve čtvrt hodinových intervalech od 13. 4. 2015 začátek v 12:00 až do 26. 10. 2015 ukončeno v 15:00 hodin (Tab. 18).

Při vyhodnocení maximální kapilární kapacity (MKK 41,8) bylo zjištěno, že jediný tento gap měl hodnoty vyšší než zmíněné půdní hydrolimity. Celkově ve středu (C) to

bylo 119 hodnot (0,6 %), mateřský porost (P) celkem 19 hodnot (0,1 %), okraj východ (T_E) 22 hodnot (0,1 %) a okraj západ 23 hodnot (0,1 %). Výsledky porovnané s hydrolimitem bodu snížené dostupnosti (BSD 20,8) bylo ve středu (C) zjištěno, že veškeré hodnoty byly vyšší. Mateřský porost (P) měl 51,3 % hodnot vyšších, okraj východ (T_E) měl 43,5 % vyšších hodnot a okraj západ (T_W) celkem 36,7 %. Při porovnání hodnot s bodem vadnutí (BV 9,43) bylo zjištěno, že žádné z hodnot nejsou nižší než zmíněný hydrolimit. V porovnání s hodnotou 35 % bylo zjištěno, že lokalita střed měla 77,5 % vyšších než daný limit, mateřský porost měl celkem 29 hodnot vyšších (0,2 %) okraj východ (T_E) celkem 64 hodnot (0,3 %), okraj západ (T_W) celkem ve 34 hodnotách (0,2 %). Porovnání s hodnotou 30 % bylo zjištěno ve středu (C) celkem 96,2 % vyšších hodnot, mateřský porost (P) v 2,1 %, okraj východ (T_E) celkem 2 % a okraj západ (T_W) 1,1 %. Při porovnání výsledků s hodnotou 25 % bylo zjištěno, že střed (C) má všechny výsledky vyšší než dané kritérium, mateřský porost (P) celkem 30,8 % vyšších než dané kritérium, okraj východ (T_E) 18,2 % a okraj západ 27,3 % vyšších než mezní hodnota 25 % (Obr. 35).

Celkově se jedná o lokalitu, která měla nejvíce hodnot přesahující maximální kapilární kapacitu (MKK). Lokalita s nejvyšší půdní vlhkostí byl vyhodnocen střed. Nejsušší byl okraj západ.



Obr. 35 Grafické vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrtročních intervalech ve smíšeném gapu jižní části (G6) Na ose y jsou zaznamenány procentuální zastoupení vybrané hodnoty Osa x znázorňuje kódovou charakteristiku gapu (G2) /lokality (C, P, T_E, T_W) /hydrolimity (MKK, BSD, BV případně stanovenou hodnotu 35, 30, 25 %).

Tab. 18 Vyhodnocení půdních čidel měřených ve čtvrt hodinových intervalech ve smíšeném gapu severní části (G5). V druhém řádku je uvedena lokalita, střed (C), mateřský porost (P), okraj východ (T_E), okraj západ (T_W). V druhém sloupci se nachází vyhodnocení. Následují půdní hydrolimity maximální kapilární kapacita (MKK), bod snížené dostupnosti (BSD), bod vadnutí (BV) a porovnání s 35 %, 30 % a 20 %.

G6 Smíšený gap (celkem změřeno 18822 záznamů)							
lokality	vyhodnocení	MKK	BSD	BV	35%	30%	25%
C	celkový počet dní nad hydrolimitem	119	18822	18822	14588	18110	18822
	% podíl z celku	0,6	100,0	100,0	77,5	96,2	100,0
P	celkový počet dní nad hydrolimitem	19	9657	18822	29	393	5808
	% podíl z celku	0,1	51,3	100,0	0,2	2,1	30,8
T_E	celkový počet dní nad hydrolimitem	22	8197	18822	64	373	3429
	% podíl z celku	0,1	43,5	100,0	0,3	2,0	18,2
T_W	celkový počet dní nad hydrolimitem	23	6916	18822	34	215	5147
	% podíl z celku	0,1	36,7	100,0	0,2	1,1	27,3

6.5.7. Celkové výsledky půdní vlhkosti

Celkově nejvlhčí místo ze všech gapů byla lokalita střed (C) v každém vyhodnocení měla určitou část hodnot nad maximální kapilární kapacitou (MKK). Vždy měla nejvyšší podíl hodnot nejen nad zbylými půdními hydrolimity (BSD, BV), ale i v porovnání s porovnávanými hodnotami (35, 30, 25 %). Na pomyslném druhém místě s obsahem půdní vody jsou lokality okraj západ (T_W) a mateřský porost (P). V bukovém gapu (G1 a G2) to byl okraj západ. Ve smrkovém gapu sever (SM/G3) to byl mateřský porost (P) naopak na jihu (G4) to byl okraj západ (T_W). Naopak ve smíšeném gapu (G5 a G6) to byl mateřský porost (P). Na pomyslném třetím místě bylo zjištěno, že severní gapy (G1, G3 a G5) mají nejsušší místo ve východním okraji (T_E). V jižní části bukového gapu (G2) to byl mateřský porost (P), ve zbylých jižních gapech (G4 a G6) to byl okraj východ. Jako oblast s nejnižší půdní vlhkostí byly zjištěny: v bukovém severu (G1) mateřský porost (P), bukový jižní (G2) okraj východ (T_E), v severním smrkovém (G3) západní okraj (T_W), jižní smrkový gap (G4) mateřský porost (P) smíšený severní gap (G5) okraj západ, smíšený jižní gap (G6) okraj západ (T_W).

7. DISKUZE

Zájmové území spadá svojí polohou do CHKO Moravský kras. Plochy bukový (BK) a smíšený (MIX) gap se nacházejí blízko hranice chráněného území. Jsou zde patrné krasové jevy (závrty) vápence byly zjištěny i v podloží. Smrkový (SM) gap, který se nachází „hlouběji“ v CHKO Moravský kraj již nevykazuje krasové jevy, při vyhotovení půdní sondy nebyly zjištěny vápence v podloží. Geologický výřez podloží (*Obr. 7*) zobrazuje porostní typ smrkový (SM) kde je patrné rozhraní devonských vápenců a fosilních zvětralin.

Zakládání porostních mezer (kotlíků), jako jeden ze způsobů obnovy lesa, byl vymyšlen a aplikován převážně pro obnovu dřevin s ekologickými nároky klimaxových dřevin, zejména pro jedli, buk a smrk. Kde při obnově na holé ploše vznikají vysoké ztráty. Z pěstebního pohledu se napodobují přírodní podmínky, které vycházejí z malého obnovního cyklu. Kde nedochází k zlepšení přírodních podmínek pionýrskými dřevinami (bříza, modřín, borovice), které svými nároky vyžadují vysoký světelný požitok, dobře snáší výkyvy teplot a často vyžadují proudící vzduch (Úradníček, 2009). Tyto dřeviny připravují nejen půdní prostředí, ale i vhodné mikroklima stanoviště.

Při zakládání porostních mezer (gapů) se vycházelo ze zavedených lesnických zkušeností popisovaných autorů (Konias, 1951; Peřina, 1959; Pěňčík, 1960; Tesař a Tichý, 1990; Zezula, 1990; Košulič 2010). Celkem byly vytvořeny porostní mezery (gapy) o velikosti do 0,01 ha, do 0,04 ha, do 0,1 ha a do 0,3 ha. Takto vyhotovené plochy byly vytvořeny za účelem zjištění obnovy lesa. Při zakládání porostních mezer (gapů) se autoři soustředili, pouze na vědecké poznání a nesnažili se o praktické provedení v lesnictví. Plochy nebyly děleny podle výměry, ale podle počtu odstraněných stromů. Jednalo se o odstranění 1, 5, 15, a 30 jedinců, řádově na ploše 10-256 m² (Parsons et al. 1994). Naopak (Arunachalam, Arunachalam 2000) vypočítali porostní mezeru podle Simpsonova pravidla (Rao et al, 1997; Arunachalam, Arunachalam, 2000), jednalo se o mezery o velikosti 35,2 m², 70,3 m², 144,7 m², 306,9 m² 793,1 m² a 981,8 m². Cindy et al. (2003) zakládali porostní mezery o velikosti 31 m², 100 m² a 330 m². Barton (2003) zakládal hrubě eliptické gapy o ploše přibližně 300 m². Naopak Ritter (2005) zakládal gapy odstraněním 12 stromů o průměru cca 30 m a odtěžením 4 stromů s průměrem cca 17. Xueyong et al. (2016) vytváří gapy o velikosti 74 m², 109 m² a 196 m².

Zmíněné výměry využitě pro vědeckou činnost si lze jen těžko představit jako vzor nebo východisko pro lesnickou praxi. Kdy na území ČR stoupá zastoupení starých porostů a nejrozšířenějším obnovním postupem hospodaření je holosečný způsob (Mze, 2014).

Lesnická praxe často ani nechce vytvářet maloplošné obnovní postupy ve starých a přestárlých porostech. Nejčastěji z důvodů pracnosti, vysoké spotřeby času, a následný nízký efekt v mýtní době. Na bohatých stanovištích, lze se zdárným úspěchem pěstovat jedli násečným způsobem do šířky jedné porostní výšky (ústní sdělení ing. Jiří Dobeš).

Tato obnova je vhodná pro prostory na začátku obnovní doby s dostatečně dlouhou obnovní dobou (Tesař et al., 1996). Kdy lesník má dostatečně dlouhou dobu na přípravu porostu a půdy s vhodnými podmínkami pro zdárné vyklíčení semen. Jako velice vhodné je využití při přeměně smrkových monokultur na prostory smíšené (Tesař et al., 1996).

Měření půdní vlhkosti probíhalo půdními vlhkoměry VIRRIB. Data byla ukládána ve čtvrt hodinových intervalech po celou dobu měření. Vzniklo tak obrovské množství dat, která dokázala vytvořit přehledný průběh vlhkosti v průběhu celého roku. Jiní autoři (Zhongsheng et al., 2012) prováděli měření po dobu čtyř sezón, měřili 6 až 12 slunečních dní od 8:00 až do 18:00 každou hodinu. Hodnoty byly měřeny v březnu, červenci, říjnu a prosinci. Při tomto postupu může dojít částečně ke zkreslení dat nenadálými přírodními jevy.

Půdní vlhkost byla jednoznačně zjištěna nejvyšší ve středu (C) gapů. To souhlasí se zjištěním autorů Kantor et al. (2003); Poleno, (2011), kteří uvádí, že při odstranění mateřského porostu se zvedá hladina spodní vody a vlivem dešťových srážek a sníženého odběru půdní vody může dojít k zamokření půdy. Ano, pak je těžké určit, ve které lokalitě bude nižší půdní vlhkost. Mateřský porost bude sice odebírat nejvíce půdní vody, ale také zabráni svojí přítomností odparu vody z půdy a vytvoří stabilnější mikroklima. Naopak okraj, který je částečně zastíněn, nebo naopak na expozici, na kterou dopadá více slunečního záření, by měla mít nejnižší hodnotu půdní vlhkosti. Tento předpoklad se nepodařilo jednoznačně potvrdit ani vyvrátit. Lokality, které lze vyhodnotit jako „sušší“ osahovaly všechny tři zbylé lokality.

Laboratorní vyhodnocení odebraných vzorků bylo vyhodnoceno laboratorně podle metody (Zbírál et al., 2011). Pro vyhodnocení je potřeba odebrání vzorků v terénu. Při vypreparování půdních vzorků může dojít k částečnému zkreslení špatným odběrem a přimísením jiné vrstvy zejména svrchních horizontů bohatých na dusík. Ritter et al. (2005) ve své práci pro vyhodnocení využívá vzorky vody a NO_3^- stanovuje pomocí iontové chromatografie. Theiel a Perakis (2009) odebírali půdní vzorky do 30 cm hloubky půdy, které dále stanovovali podle (Eno, 1960) a vedle odběrného místa stanovili NH_4^+ a NO_3^- pomocí iontoměniče.

Byly zjištěny výsledky, které jsou těžko porovnatelné. Málo autorů se zabývá touto problematikou. Ti, kteří se věnují tomuto tématu, tak ho staví pouze do role specifické

dřeviny (William et al., 1994; Leithead et al., 2012; Lin et al., 2015; Xeuyong et al., 2016; aj.). Případně se jedná o celkové zaměření na lesní ekosystém vybrané oblasti (Lobo et Dalling, 2013). Některé práce jsou zaměřené na cykly dusíku, případně uhlíku nebo pouze půdní vlhkosti. Práce, které se snaží propojit velikost porostní mezery (gapu), s půdní vlhkostí, světovou stranou a různou dřevinnou skladbou je velice málo, nebo se podobné „pokusy“ skloubení několika lesnických a vědeckých disciplín snaží pouze na MENDELU v Brně.

Smrkový (SM) gap měl nejvíce hodnot vyšší než maximální kapilární kapacita (MKK). Z těchto výsledků, se line myšlenka, zda při zamokření kdy se z půdy stává prostředí bez vzduchu (anaerobní prostředí) dochází k denitrifikaci a uniku volatizaci dusíku do atmosféry (Šantrůčková 2014). I přes krátkodobé zamokření vykazuje smrkový gap nejvyšší zjištěné hodnoty NO_3^- .

Při celkovém porovnání zjištěných dat NO_3^- a NH_4^+ bylo zjištěno, že mateřský porost (P) v bukovém a smíšeném gapu vykazuje nižší hodnoty než střed (C). Pouze smrkový porost měl ve velkém mateřském gapu vyšší hodnotu. Po odlesnění nedochází k odčerpání NO_3^- a NH_4^+ a přebytečný dusík je vyplavován do půdy (Šantrůčková 2014).

8. ZÁVĚR

Diplomová práce je součástí řešeného projektu Dynamika přirozené obnovy v ekologických podmínkách porostních mezer na příkladu ŠLP Křtiny. Kde na ŠLP ML Křtiny, polesí Habrůvka, lesnický úsek Borky, byly založeny porostní mezery (gapy) ve třech porostních typech bukový (BK), smíšený (MIX) a smrkový (SM). Vzniklé gapy byly od velikosti 0,01 ha až po 0,3 ha. Předkládaná práce se zaměřila na porostní mezery malé (S) 0,04 ha a velké (B) 0,1 ha.

V každém porostním typu velké (B) porostní mezery byly umístěny půdní měřiče vlhkosti, které kontinuálně snímaly půdní vlhkost ve čtvrt hodinových intervalech. Půdní čidla byla lokalizována do středu (C) gapu, mateřského porostu (P), okraje východu (T/E) a okraje západu (T/W). Následně byla změřená data vyhodnocena a porovnána s půdními hydrolimity: bod vadnutí (BV), bod snížené dostupnosti (BSD), lentokapilární bod (LB) a maximální kapilární kapacitou (MKK).

Při vyhodnocení půdní vlhkosti bylo zjištěno, že lokalita střed (C) obsahovala nejvyšší hodnoty obsahu půdní vody, částečně zde docházelo i k zamokření. Dále jsou hodnoty porovnávány s ohledem ke světovým stranám. Zejména k severozápadu (NW), jihozápadu (SW), jihovýchodu (SE) a severovýchodu (NE). Bylo zjištěno, že lokalita umístění na gapu a světová strana mají vliv na obsah měřených látek.

Dále se práce zaměřila na vyhodnocení NH_4^+ , NO_3^- , C/N, Cox a minerální dusík. Kde byly zjištěny u smrkového (SM) gapu nejvyšší obsažené hodnoty NH_4^+ , NO_3^- , minerálního dusíku i Cox, nejnižší byl poměr C/N. Při vyhodnocení lokality byly zjištěny nejvyšší hodnoty v bukovém (BK) a smíšeném (MIX) středu (C). V porovnání velikosti byl zjištěn nižší poměr C/N u malého (S) gapu. Hodnoty Cox byly vyrovnané v porovnání velikosti. Minerální dusík vykazoval vyšší hodnoty u bukového (BK) a smíšeného (MIX) velkého (B) gapu. NH_4^+ bylo zjištěno vyšší zastoupení u bukového velkého (BK/B) a smíšeného velkého (MIX/B). Při vyhodnocení NO_3^- byly zjištěny nízké hodnoty v bukovém velkém (BK/B) naopak vyšší hodnoty ve smrkovém velkém (SM/B). V následném porovnání velikosti a umístění byly zjištěny vyšší hodnoty minerálního dusíku, Cox a NH_4^+ ve všech středech (C). Při vyhodnocení NO_3^- ve smrkovém (SM) porostním typu byly zjištěny vyšší hodnoty v mateřském porostu (P).

Porovnáním velikosti a umístění na gapu byl zjištěn vyšší obsah minerálního dusíku, Cox a NH_4^+ ve všech středech (C) velkého gapu (B). Celkové výsledné hodnoty byly

nejčastěji vyšší v lokalitě střed (C). Při vyhodnocení NO_3^- ve smrkovém gapu byly zjištěny vyšší hodnoty v mateřském porostu (P) v provedení malý (S) i velký (B) gap.

Zjištěná data jsou si často velmi podobná a nelze je tedy jednoznačně a jednoduše vyhodnotit.

9. SUMMARY

This master thesis is a part of solved project called “Natural regeneration dynamic under ecological conditions of gaps on example of School Enterprise Krtiny”. In territory Habrůvka, forest district Borky, were created gaps in following forest stand types beech (BK), mixed (MIX) and spruce (SM). Created gaps with size from 0,01 ha to 0,3 ha. Thesis focused on gaps on the small gaps (S) 0,04 ha and big gaps (B) 0,1 ha.

In the each individual big forest stand type (B) were placed soil moisture meter which continuously recorded soil moisture in quarter-hour period. Soil sensors were situated into the gap centre (C), mature stand (P), border east (T/E) and border west (T/W). From the obtained data was evaluated soil moisture and then compared with soil hydrolimits: wilting point (BV), point of decreased availability (BSD), point of decreased availability of water (LB) and capillary maximum capacity (MKK).

By evaluating of soil moisture, there was found that location centre (C) contained the highest values of content of soil water. Partly, there was even also a water influence. Then all the values were compared with respect to the cardinal points, primarily to the northwest (NW), southwest (SW), southeast (SE) and northeast (NE). It was also found that location placed on the gap and cardinal points influenced contend of measured substances.

Afterwards, this thesis focused on the evaluation of NO₃⁻, NH₄⁺, C/N, Cox and mineral nitrogen. It was found out that spruce forest stand type (SM) has the highest concentration of NO₃⁻, NH₄⁺, C/N, Cox and mineral nitrogen. On the contrast, it has the lowest C/N ratio. When evaluating of location, it was found that mixed forest type (MIX) and beech forest type (BK) are observed values higher on location centre (C). By comparing the size there were found lower C/N ratio in the small gap (S). Cox values were balanced in comparison of sizes. Mineral nitrogen showed higher values in the beech forest stand type (BK) and mixed forest stand type (MIX) of the big gap (B). NH₄⁺ showed higher values in beech big forest stand type (BK/B) and mixed big forest stand type (MIX/B). NO₃⁻ showed that the lowest values were in the beech big forest stand type (BK/B) and the highest values were in the spruce big forest stand type (SM/B). By comparing of size and location on a gap, there was found a higher concentration of mineral nitrogen, Cox and NH₄⁺ in all the centers (C). In NO₃⁻ evaluation in the spruce forest stand type (SM) there were found higher values in the mature stand (P).

By comparing of size and location on a gap, there was found a higher concentration of mineral nitrogen, Cox and NH₄⁺ in all the centers (S) of big gab (B). Total result values were

often higher in centre (C). In NO₃- evaluation in the spruce forest stand type there were found higher values in the mature stand (P) in implementation of both small gap (S) and big gap (B).

The data obtained are often very similar and thus can not be clearly and easily evaluated.

10. DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Výsledná měření potvrdily lesnické postupy. Na stanovištích s vyšší hladinou spodní vody nevytvářet velké holiny, hrozí zamokření půd. Následně může docházet k eutorfizaci vod a postupnému ochuzování stanoviště o dusík (volatizací do atmosféry) až k degradaci stanoviště. V lesních porostech kde je půda vlhkost limitním faktorem používat k obnově maloplošnou obnovní seč (kotlíkovou). Bylo jasně prokázáno, že při vzniku porostní mezery se zvedá obsah půdní vody. Tato půdní vláha může napomoci ke klíčení semenáčků a tím napomoci přirozené obnově lese.

Naopak nebylo prokázán zásadní vliv světové strany na obsahu dusíku v půdě. Je vhodné při obnově využívat zažitých postupů a využívat vhodné charakteristiky světových stran (sever – nižší teploty a více vlhkosti, jih – teplé, suché atd.) Porostní mezery v ohledem na ekologické nároky dřevin nejsou vhodné pro veškeré dřeviny. Mohu trpět zejména pionýrské, které vyžadují silný sluneční požitek a dobře snášejí teplotní extrémy zejména borovice lesní (*Pinus sylvestris*), modřín opadavý (*Larix decidua*), bříza bělokorá (*Betula pendula*). Využití porostních mezer jako způsob obnovy se naopak velice dobře hodí pro dřeviny, které vyžadují stálější klima a méně světelného požitku: jedle bělokorá (*Abies alba*), buk lesní (*Fagus sylvatica*) i smrk ztepilý (*Picea abies*).

11. SOUPIS LITERATURY

ARUNACHALAM, A., ARUNACHALAM, K., 2000. *Influence of gap size and soil properties on microbial biomass in a subtropical humid forest of north-east India* Plant and Soil 223: 185–193

BIČÍK, I., 2009. *Půda v České republice*. Consult Praha. s 255 ISBN 978-80-903482-4-0

BOYLE, S., A., YARWOOD, R., R., BOTTOMLEY, P., J., D., D., MYROLD, *Bacterial and fungal contributions to soil nitrogen cycling under Douglas fir and red alder at two sites in Oregon*. Soil Biology & Biochemistry 40 (2008) 443–451

BRADY, N., C., WEIL, R., R., 2002. *The Nature and Properties of Soil*. 13th ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, s. 960. ISBN 0-13-016763-0.

CLINTON, B., D., 2003. *Light, temperature, and soil moisture responses to elevation, evergreen understory, and small canopy gaps in the southern Appalachians*, Forest Ecology and Management 186 243–255

CULEK, M., 1996. *Biogeografické členění České republiky*. Praha, Enigma, 347 s.

ČABART, J., 1960 *Naučný slovník lesnický*. 1. vyd. SZN Praha,

CHENGZHEN, W., 2012 *Effects of Forest Gaps on Some Microclimate Variables in Castanopsis kawakamii Natural Forest*, J. Mt. Sci. 9: 706–714

JANDÁK, J., POKORNÝ, E., PRAX, A., 2009. *Půdoznalství*. 2 vyd. dotisk. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. s 142 ISBN 978-80-7157-559-7

JÄMTGARD, S., NÄSHOLM, T., HUSS-DANELL, K., 2010. *Nitrogen compounds in soil solutions of agricultural land*. Soil Biology & Biochemistry 42. 2325-2330

KANTOR, P., KREČMER, V., ŠACH, F., ŠVIHLA, V., ČERNOHOUS, V., 2003. *Lesy a povodně: Souhrnná studie*, Praha s. 46

KOŠULIČ, M., 2010. *Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu*. 1. vyd. Brno: FSC Česká republika - Forest Stewardship Council, 2010. s 449. ISBN 978-80-254-6434-2.

KREČMER, V., FOJT, V., 1972. *Srážkový režim lesních mýtin ve středohorské poloze* Meteorologické zprávy, 26, č.4/5

LEININGER. S., URICH. T., SCHLOTTER. M., SCHWARK. L., OI. J., NICOL. G. W., PROSSER. J.I., SCHUSTER. S. C., SCHLEPER. C., 2006 *Archaea predominate among ammonia-oxidizing prokaryotes in soils*. Nature 442: 806-809

LESROJEKT BRNO, a.s. 2013. *Lesní hospodářský plán LHC ŠLP Masarykův les Křtiny*

MICHÁLEK, J., et al., 1968. *Nauka o lesním prostředí: Učebnice pro střední lesnické technické školy*. 1. vyd. SZN Praha

MRÁČEK, Z., 1989. *Pěstování buku*. 1. vyd. SZN Praha. s. 223 ISBN 80-209-0003-9

MRÁČEK. Z., PAŘEZ. J., 1986. *Pěstování smrku* SZN Praha. s 203

MZE 2015. *Zelená kniha*. ISBN 978-80-7434-242-4

NÄSHOLM, T., KIELLAND, K., GANETEG, U., 2009. *Uptake of organic nitrogen by plants*. New Phytologist 182, 31-48

PANG, X., HU, B., BAO, W., VARGAS, T., d O., TIAN, G. 2016 *Effect of thinning-induced gap size on soil CO₂efflux in a reforested spruce forest in the eastern Tibetan Plateau*. Agricultural and Forest Meteorology 220. 1-9

PARSONS, W., F., J., KNIGHT, D., H., MILLER. S., L., 1994 *Root Gap Dynamics in Lodgepole Pine Forest: Nitrogen Transformations in Gaps of Different Size*. Ecological Applications, Vol. 4, No. 2, pp. 354-362

PELÍŠEK, J., 1957. *Lesnické půdoznalství*. 1. vyd. s 486 SZN Praha

PLÍVA, K., 2000. *Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů*. ÚHUL. Brandýs nad Labem

PODĚDINSKIJ, A.V., KREČMER, V., 1984. *Funkce lesů v ochraně vod a půdy*, SZN Praha. s 247

POKORNÁ, D., ZÁBRANSKÁ, J., 2008. *Hydrologie a hydropedologie*. Praha: Vydavatelství VŠCHT. 218 s.

POKORNÝ, J., MATOUŠOVÁ, V., KONEČNÁ, M., 1998. *Stromy*. 1. vyd. Aventinum Praha. s 223. ISBN 80-7151-045-9

POLENO, K., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., 2011. *Pěstování lesů 2. upr. a dopl. Vyd.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce s. 463

PRESCOTT, C., E., HOPE, G., D., BLEVINS, L., L., 2003. *Effect of gap size on litter decomposition and soil nitrate concentrations in a high-elevation spruce–fir forest* Department of Forest Sciences, The University of British Columbia, 3041-2424

PREGITZER, K., A., ZAK, D., TALHELM, A., 2008. *Simulated chronic nitrogen deposition increases carbon storage in northern temperate forests*. Global Change Biology vol. 14: 142-153

REJŠEK, K., 1999. *Lesnická pedologie: cvičení*. 1. vyd. Brno: MZLU. s 152. ISBN 80-7157-352-3

RITTER, E., 2005. *Litter decomposition and nitrogen mineralization in newly formed gaps in a Danish beech (*Fagus sylvatica*) forest*. Soil Biology & Biochemistry 37. 1237–1247

SPRENT, J., 1987. *The ecology of the nitrogen cycle*. Cambridge University Press, Cambridge

- ŠÁLY, R., 1978. *Pôda základ lesnej produkcie*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, s 235 .
- ŠANTRŮČKOVÁ, H., 2014. *Základy ekologie půdy*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice. s 115. ISBN 978-80-7394-480-3
- ŠIMEK, M., 2003. *Základy nauky o půdě*. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, 151 s. ISBN 80-7040-630-5
- ŠTUPKOVÁ, V., 2009. *Kvantifikace zásoby dusíku v půdě v závislosti na typu lesa*. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Přírodovědecká fakulta katedra biologie ekosystému s 34
- THIEL, A., L., PERAKIS, S., S., 2009 *Nitrogen dynamics across silvicultural canopy gaps in young forests of western Oregon*. Forest Ecology and Management 258. 273–287
- TOBIÁŠOVÁ, E., 2013. *Biológia pôdy*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, s 93. ISBN 978-80-552-1003-2
- ÚRADNÍČEK, L., 2009. *Dřeviny České republiky, 2., přeprac. vyd.* Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. 367, ISBN 978-80-87154-62-5
- VAVŘÍČEK, D., KUČERA, A., 2015. *Lesnická pedologie pro posluchače LDF Mendelu v Brně*. 318 s
- VYSKOT, M., 1971. *Základy růstu a produkce lesů*. 1. vyd. SZN Praha s. 440
- ZBÍRAL, J., MALÝ, S., VÁŇA, M., a kol. 2011. *Analýza půd III*, Brno, ÚKZÚZ, národní referenční laboratoř, s. 253
- ZHONGSHENG, H., JINFU, L., CAITING, W., SHIQUN., Z., WEI, H., SONGJIN, S.,

11.1. Internetové zdroje

URL [1]: vulhm.opocno.cz *Přirozená obnova lesních porostů* [online] citováno dne 23.3.2016, dostupné na Word Wide Web: <<http://vulhm.opocno.cz/download/rv00dp02.pdf>>

URL [2]: cbks.cz *Vztah teploty vzduchu a půdy různých půdních druhů* [online] citováno dne 23.3.2016, dostupné na Word Wide Web: <<http://www.cbks.cz/SbornikSMlyn11/Hora.pdf>>

URL[3]:web2.mendelu.cz *Metamorfózy kořene* [online] citováno dne 23.3.2016, dostupné na Word Wide Web:<http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/textyorganologie-metamorfozy_korene.html>

URL [4]: dendroflora.agrobiologie.cz *Modřín opadavý* [online] citováno dne 23.3.2016, dostupné na Word Wide Web: <<http://dendroflora.agrobiologie.cz/hot/lardec.htm>>