

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Regenerace fotbalového trávníku pomocí drnování a
přísevu**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Jiří Chára

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. Pavel Fuksa, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Regenerace fotbalového trávníku pomocí drnování a přísevu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. 3. 2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Pavlu Fuksovi, Ph.D. za čas, odborné vedení a rady při psaní této práce. Dále bych chtěl poděkovat klubu FC Slavia Karlovy Vary a.s. za poskytnutí podmínek pro praktickou část této diplomové práce.

Regenerace fotbalového trávníku pomocí drnování a přísevu

Souhrn

Cílem diplomové práce bylo posouzení úspěšnosti regenerace fotbalového trávníku pomocí předpěstovaného travního koberce ve srovnání s přísevem poškozených míst travní směsí. Dále byl sledován vliv hnojení dusíkatým hnojivem na pokryvnost nově zasetých nebo drnováním upravených ploch fotbalového trávníku. Součástí práce byla i základní ekonomická analýza nákladů na regeneraci porostu.

V praktické části byl pozorován vliv hnojení N na dvě varianty renovace (drn, přísev) předbrankového území na fotbalovém hřišti FC Slavia Karlovy Vary. Na každé straně hřiště bylo území rozděleno na 9 bloků, které byly odlišně hnojeny (nehnojeno, 3×50 kg N/ha a 5×50 kg N/ha). V pravidelných intervalech (celkem 21 měření) byla sledována pokryvnost fotbalového trávníku pomocí metody optického bodového rámu (ČSN EN 12231 2003).

Na základě výsledků lze konstatovat, že porost založený drnováním vykazoval po celou dobu sledování vyšší pokryvnost, než porost založený výsevem. Průměrná hodnota pokryvnosti za celé sledované období byla u varianty přísevu 71 %, u varianty drnování dosahovala na hodnotu 90 %. Na konci sledování byla u varianty přísevu naměřena pokryvnost 44 %, zato u varianty drnování 72 %. Hypotéza, že travní porost založený drnováním je odolnější vůči zátěži ve srovnání s porostem založeným výsevem, byla potvrzena.

Dále bylo prokázáno, že varianta drnování dosahuje lepších výsledků i bez dodání N hnojiv. Výsev nedosahuje tak dobrých výsledků ani při aplikaci vysokých dávek N hnojiv, ale efekt hnojení byl oproti kontrolní variantě více patrný. Hypotéza, že hnojení dusíkem ovlivňuje odolnost nově založeného trávníku vůči zátěži, byla tedy potvrzena pouze pro porost založený výsevem. Hypotéza, že hnojení dusíkem nově založeného trávníku výsevem má vliv na rychlost regenerace porostu, však potvrzena nebyla.

Z ekonomické analýzy vyplývá, že náklady na výsev jsou velmi nízké, drnování je až 17× finančně náročnější.

Klíčová slova: pokryvnost; druhové složení; přísev; travní koberec; ekonomická analýza

Recovery of football turf by sodding and seeding

Summary

The aim of this thesis was to assess the success of the regeneration of a football turf using a pre-grown grass mat in comparison with the sowing of damaged areas with a grass mixture. Furthermore, the effect of nitrogen fertilizer fertilization on the coverage of newly sown or tillage areas of the football field was monitored. The work also included a basic economic analysis of the costs of vegetation regeneration.

In the practical part, the effect of N fertilization on two variants of renovation (turf, sowing) of the penalty area at the FC Slavia Karlovy Vary football field was observed. On each side of the pitch, the area was divided into 9 blocks, which were differently fertilized (unfertilized, 3×50 kg N/ha and 5×50 kg N/ha). At regular intervals (a total of 21 observations) the grass cover was evaluated according to the optical point frame method (ČSN EN 12231 2003).

Based on the results, it can be stated that the stand established by plowing showed a higher coverage than the stand established by sowing during the whole monitoring period. The average value of coverage for the entire monitored period was 71 % for the sowing variant, and reached 90 % for the sanding variant. At the end of the follow-up, the coverage was measured at 44 % for the sowing variant and 72 % for the sanding variant. The hypothesis that turf-based grass growth is more resistant to stress compared to sowing-based stand has been confirmed.

Furthermore, it has been shown that the plowing variant achieves better results even without the supply of N fertilizers. Sowing does not achieve such good results even with the application of high doses of N fertilizers, but the effect of fertilization was more noticeable compared to the control variant. The hypothesis that nitrogen fertilization affects the load resistance of the newly established grass cover was therefore only confirmed for sowing-based vegetation. However, the hypothesis that nitrogen fertilization of the newly established grass cover by sowing has an effect on the rate of stand regeneration has not been confirmed.

The economic analysis shows that the cost of sowing is very low, sanding is up to 17 times more expensive.

Keywords: coverage; species composition; sowing; grass carpet; economic analysis

Obsah

1 Úvod	7
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	8
3 Literární rešerše.....	9
3.1 Způsoby zakládání fotbalových trávníků	9
3.1.1 Výsev	9
3.1.2 Travní koberce	12
3.2 Pěstování a ošetřování fotbalových trávníků.....	14
3.2.1 Závlaha	14
3.2.2 Mechanické ošetřování	16
3.2.3 Ochrana proti chorobám	17
3.2.4 Ochrana proti plevelům	18
3.2.5 Výživa trávníků	19
3.3 Vliv hnojení dusíkem na porost	23
4 Materiál a metody	26
4.1 Popis hřiště.....	26
4.2 Počasí.....	28
4.3 Založení pokusu.....	29
4.3.1 Hnojení trávníku	30
4.3.2 Hodnocení pokryvnosti trávníku	31
4.4 Statistické vyhodnocení dat.....	32
5 Výsledky.....	33
6 Diskuse	41
7 Závěr	45
8 Literatura.....	46
9 Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Při fotbalových trénincích a zápasech jsou místa na fotbalovém hřišti rozdílně zatěžována. Nejvíce jsou poškozovány oblasti před brankami, tj. brankoviště. Je obecně známo, že trávy mají díky své schopnosti odnožování schopnost rozrůstat se do stran a zaplňovat prázdná místa, nelze ale tuto pozitivní schopnost přeceňovat. Pokud na fotbalovém trávníku vzniknou prázdná místa, greenkeeperi pak řeší otázku, jestli taková místa mají dosít nebo vyplnit travním drnem. Jednodušší a ekonomicky přijatelnější variantou je prázdné místo dosít a následně kvalitně ošetřovat, aby se za co nejkratší dobu dosáhlo kvalitního a odolného porostu. Daleko rychlejší variantou je ale drnování. Pomocí travního koberce se zacelí prázdná místa, která jsou okamžitě ozeleněna a nehrozí zde výskyt plevelů nebo zhutnění půdy. Metoda drnování je ale ekonomicky dražší varianta a její pokládka vyžaduje odborné zkušenosti. Je to ale metoda, která se v dnešní době pro svůj efekt čím dál více využívá nejenom na hřištích profesionálních klubů.

Jak pro dosev, tak i v místech, kde se předpěstovávají travní koberce pro fotbalové trávníky, se musí vybírat travní druhy, které jsou na tato místa určena. Jedná se především o toto duo travních druhů: jílek vytrvalý a lipnice luční. Oba tyto druhy relativně hodně odolávají zátěži a sešlapu. Při výsevu těchto trav je ale dobré počítat s nerovnoměrným mezidruhovým klíčením. Zatímco jílek vytrvalý je schopný vyklíčit už za 5 dní, lipnice luční klíčí za dva až tři týdny. I z tohoto hlediska je jílek vytrvalý nejčastěji používaný travní druh pro dosev prázdných míst na fotbalovém hřišti. Uvedené travní druhy mají značné nároky na vodu a živiny. Pro získání kvalitního a estetického trávníku musíme provádět kvalitní a intenzivní ošetřování včetně pravidelného zavlažování a hnojení.

Právě pravidelná závlaha a hnojení jsou dva aspekty pro získání kvalitního hustě zeleného trávníku. V České republice nedosahuje roční úhrn srážek ani polovinu potřebné vody pro travní druhy na fotbalových hřištích. Vodu pro rostliny bychom neměli dodávat pravidelně v malých dávkách, abychom stimulovali rostlinu k tvorbě hustých a dlouhých kořenů. Nejlepším obdobím dne pro závlahu je brzké ráno, těsně před východem slunce. Pokud je závlaha správně nastavena, trávník je lépe připravený odolávat zhoršeným vnějším podmínkám, jako je například sucho. Hnojení se řadí mezi operace, bez které bychom nedosáhli na dokonalý trávník. Pravidelné dodání především dusíku stimuluje růst rostlin a dodává trávníku svěží zelenou barvu. Dávku dodaného dusíku bychom měli nastavit správně. I nadměrné hnojení dusíkem může porost poškodit, ten bude velmi křehký s malým kořenovým systémem. Neměli bychom také zapomínat na hnojení ostatními živinami, jako je např. fosfor, draslík, vápník, hořčík a železo.

Pro udržení dobrého stavu trávníku je důležité provádět pravidelnou seč. Pro tu je nejlepší používání vřetenové sekačky, která trávu nepoškodí a zároveň vytvoří esteticky pohledný povrch, který slouží také např. pro orientaci pomezních rozhodčích při fotbalovém utkání. Nedílnou součástí ošetřování fotbalových trávníků je také ochrana vůči chorobám a plevelům. Pro tu je v dnešní době na trhu mnoho přípravků, díky kterým je ošetřování jednoduchou záležitostí. Neexistuje však žádný selektivní herbicid na lipnici roční, která je ve fotbalovém trávníku také chápána jako plevel. Samozřejmě by se nemělo zapomínat na pravidelnou vertikutaci, aerifikaci a spoustu dalších zásahů, které zlepšují stav fotbalového trávníku.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem diplomové práce je posouzení úspěšnosti regenerace fotbalového trávníku pomocí předpěstovaného travního koberce ve srovnání s přísevem poškozených míst travní směsí. Součástí práce bude i základní ekonomická analýza nákladů na regeneraci porostu.

Hypotézy:

Travní porost založený drnováním je odolnější vůči zátěži ve srovnání s porostem založeným výsevem.

Odlišné hnojení dusíkem ovlivňuje odolnost nově založeného trávníku vůči zátěži.

Odlišné hnojení dusíkem nově založeného trávníku výsevem má vliv na rychlost regenerace porostu.

3 Literární rešerše

Fotbalové trávníky jsou v našich podmínkách využívány skoro celoročně. Podzimní část fotbalových soutěží začíná tradičně v srpnu a je ukončena až v listopadu. Co se týče profesionálních soutěží, tam soutěže končí až v prosinci. Ta jarní může začít už v únoru a trvá do poloviny června. Fotbalová hřiště jsou tak velmi zatěžovaná a potřebují dobrou, ale především odbornou péči, aby travní druhy, které musí být správně vybrány, mohly co nejrychleji regenerovat. V kontextu celého hřiště se tato skutečnost dá kvalitní péčí zvládat, ale jsou místa, která jsou velmi exponovaná a potřebují častý dosev nebo v lepším případě nový drn. Ten zajistí okamžité zatravnění a jeho výhodou je možnost téměř celoroční pokládky (Skládanka et al. 2009).

Na velmi exponovaných místech fotbalového hřiště, kam patří obě brankoviště a oblasti před pokutovým územím, je trávník podle Macolino et al. (2004) nepřetržitě vystaven mechanickému poškozování, způsobené nadměrnou zátěží během tréninků a zápasů. Klíč k získání kvalitního, funkčního a dobře vypadajícího trávníku je podle Płaskowska et al. (2006) složení speciální travní směsi. V klimatických podmínkách střední Evropy uvádějí, že nejlepšími druhy pro směs jsou jílek vytrvalý (*Lolium perenne* L.) a lipnice luční (*Poa pratensis* L.), které jsou odolné vůči silnému sešlapávání a nízkému sečení. Turgeon (2008) vyzdvihuje především jílek vytrvalý, který se podle něj vyznačuje rychlým růstem na jaře, což utváří pěkný trávník po celé vegetační období. Dále uvádí, že je odolný proti zátěži i díky svým výborným regeneračním vlastnostem. Tento travní druh je tak považován za nejlepší pro intenzivně využívané oblasti jako jsou například brankoviště nebo oblasti, kde také dochází k velkému zatížení.

3.1 Způsoby zakládání fotbalových trávníků

Na správném způsobu založení závisí ve značné míře kvalita trávníku po celou dobu jeho trvání i náklady na jeho pěstování. Trávník je trvalá kultura a nelze jej v pozdějším období bez větších problémů podstatným způsobem opravovat (Cagaš & Svobodová 2013). Pokud v sezóně vzniknou na fotbalovém hřišti, nebo kdekoli jinde, prázdná místa způsobená především vyšlapáním, může greenkeeper použít dvě metody nápravy. Jednak holé místo doseje vhodným osivem nebo na něj položí travní koberec (drn). Zakládání porostu výsevem je ekonomicky přijatelnější, ale na druhou stranu i zakládání trávníku drnováním s sebou nese spoustu výhod. Vždy záleží na konkrétních podmínkách a především na množství času a financí, které máme při zakládání k dispozici.

3.1.1 Výsev

Výsev nového trávníku je velmi důležitou činností, která s sebou přináší spoustu rizik. Tiwari et al. (2015) uvádějí, že fáze založení je kritická a vyžaduje řadu postupů k zajištění rovnoměrné hustoty a kvalitního růstu trávníku. Dále uvádějí, že výběr správné směsi trav samo o sobě nezaručuje dosažení a udržení vysoce kvalitního sportovního trávníku. Dosažení tohoto cíle je podmíněno řádnou přípravou půdy (včetně drenáže) a znalostí následné caespestechiky, což je komplex opatření sloužící ke zvýšení kvality travních porostů. Technika výsevu závisí

především na našich možnostech a podmínkách. Na malých plochách většinou provádíme výsev ručně. Jedná se o jednoduchou a nenáročnou metodu, která ale vyžaduje určité zkušenosti. Velmi důležité je pravidelné rozmístění osiva na plochu. Pokud nám požadované zkušenosti chybí, pomůžeme si rozdělením pozemku na menší plochy (Straka & Straková 2011). Pro větší plochy použijeme secí stroje, které nám osivo na pozemku rovnoměrně vysejí.

Správné založení trávníku je podle Randhawa & Mukhopadhyay (1986) nezbytné pro to, aby byl nejen esteticky pohledný, ale i zdravý. Při zakládání sportovních trávníků za účelem získání nejlepších vizuálních a funkčních vlastností jsou podle Kazimierska et al. (2016) využívány směsi složené z mnoha druhů a kultivarů trávníkových trav. Používají se odrůdy odolné vůči intenzivní zátěži zajišťující homogenní trávník, který splňuje optimální podmínky pro odraz míče a další aspekty.

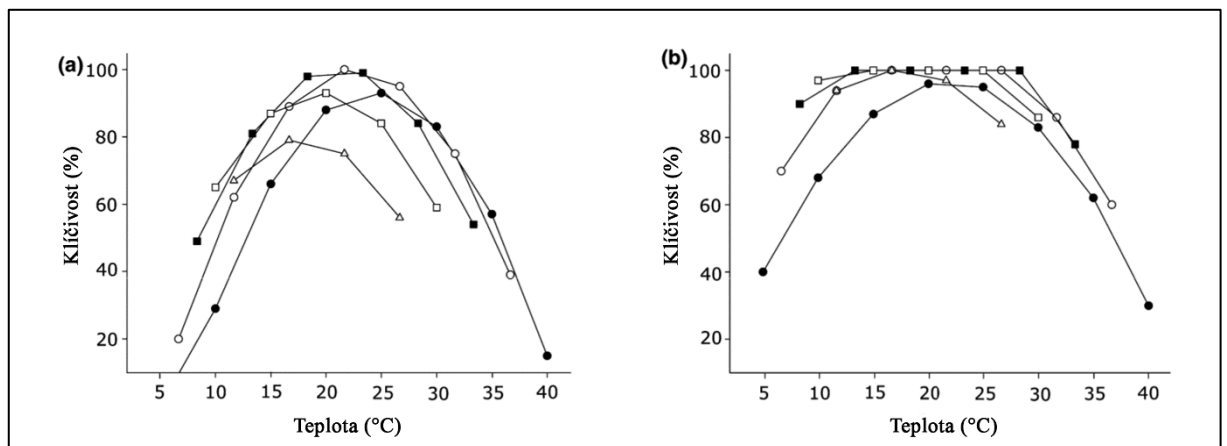
Larsen & Bibby (2004) tvrdí, že trávník na fotbalových hřištích je často zakládán výsevem směsí tvořených větším množstvím travních druhů a kultivarů. V mírných oblastech se travní směsi často skládají z kultivarů kostřavy červené, jílku vytrvalého a lipnice luční. Klíčivost jednotlivých druhů má velký význam pro konkurenční schopnost a druhovou skladbu založeného trávníku a pro konkurenční schopnost vůči plevelům (Larsen & Andreassen 2004). Lipnice luční obecně ve srovnání s ostatními druhy ve směsi klíčí pomalu a navzdory velkému podílu semen lipnice luční ve směsi může být ve vzrostlém trávníku pouze malý podíl tohoto druhu (Arens 1962; Adams & Gibbs 1994). Nejrychlejší je při vzcházení jílek vytrvalý, vzchází za 5–8 dní. Následují kostřavy, cca po 14 dnech (14–20 dní). Nejpomaleji vzcházejí lipnice luční (3–4 týdny). Giolo et al. (2017) dodávají, že mezi jednotlivými kultivary lipnice luční mohou být rozdíly. Některé mohou začít vzcházet již týden po výsevu, některé až za tři týdny. Navíc dodávají, že největší roli v době klíčení hrají stanovištní podmínky, mezi nejdůležitější řadí teplotu. To potvrzují i Shen et al. (2008), kteří prováděli studie s jílkem vytrvalým a při určování doby klíčení tohoto druhu došli k závěru, že velmi záleží především na vlivu nočních a denních teplot. Straka & Straková (2011) uvádějí, že v dnešní době již někteří producenti osiv provádí ošetření osiva pomaleji klíčících druhů látkami, které klíčení výrazně urychlují, např. osivo takto ošetřené lipnice luční vzchází již během 14 dnů. Rychlé vzcházení přispívá k lepšímu zakořenění rostlin a maximalizuje růstové období. Rostliny vzešlé se zpožděním jsou zpravidla méně konkurenceschopné k rostlinám dříve vzešlým. Při pomalém a nevyrovnaném vzcházení tak narůstá variabilita produktivity jednotlivých rostlin v porostu (Hosnedl 2003).

Ideální výsevek se liší podle složení směsi. Aros (2021) uvádí, že výsevek travní směsi se pohybuje v rozmezí 10–30 g/m² v návaznosti na kvalitě přípravy půdy, druhu travní směsi a technice výsevu. To potvrzuje i Crossley (2021), která uvádí ideální výsevek v rozmezí od 15 do 20 gramů na metr čtvereční. V praxi se však k zajištění rychlého a jednotného zapojení porostu zvyšují dávky až na násobky běžných výsevků, což nejen že může znamenat zbytečné náklady, ale i značné oslabení jedinců z důvodu silné konkurence v dalších etapách růstu. Takový porost se pak vyznačuje zeslabením rostlin náchylných ke vnějším faktorům (choroby) a pomalým vývojem (Madison 1966, Beard 1973). Brede a Duich (1984) uvádějí, že z hlediska nejvyšší pokryvnosti po dvou měsících od založení porostu je optimální výsevek směsi lipnice luční a jílku vytrvalého 196 obilek na dm² (cca 2 obilky na cm²).

Poměr jednotlivých druhů ve směsi je stejně tak důležitý jako jejich celkový počet. Významem kvalitativního složení směsi se zabývali Weerd & Kadrožka (2001) a

prokázali, že použití více než dvou odrůd stejného druhu ve směsi snižuje v konečném výsledku kvalitu směsi. Pokud se ve směsi použije pouze nejlepší odrůda určitého druhu, kvalitu směsi to zaručeně zvýší víc, než pokud se použije v kombinaci se slabšími odrůdami stejného druhu. Problémovost setí travních semen vyplývá též z celkově malé velikosti, respektive hmotnosti obilek s nízkou zásobou potřebných živin pro klíčení a vzejití a dále z jejich rozdílné velikosti v rámci druhu ve směsi. Tyto vlastnosti pak podle Hraběte et al. (2003) vyžadují nutnost dodržování především hloubky výsevu. U druhů s většími obilkami (HTS 1,5–2 g) je nejlepší výsev do hloubky 5–10 mm, drobnější semena (HTS zpravidla 0,1–0,3 g) mají málo zásobních látek, a proto vyžadují povrchové setí nebo jen nepatrné zapravení do maximálně 5 mm.

Mezi důležité faktory, které ovlivňují výsev a kvalitní klíčení travních druhů patří určité také teplota. Ta má podle McGinnies (1960) hlavní vliv na klíčení jílku vytrvalého. Podle Roberts (1988) ovlivňuje především jeho rychlost. Ze studie, kterou provedli Shen et al. (2008) vyplývá, že by bylo nejlepší zasít semena jílku, když jsou teploty půdy mezi 15 a 30 °C. Podporu pro toto tvrzení lze nalézt ve dřívější studii. Yoon et al. (1985) uvedli, že rychlost klíčení jílku vytrvalého byla optimální při 15 a 25 °C a uvádí to i Lodge (2004). Mezinárodní asociace pro zkoušení osiv (ISTA 1996) tvrdí, že jílek vytrvalý by měl vyklíčit za 5 až 14 dní. Při vyšších teplotách vyklíčí rychleji, pokud jsou ale teploty nižší (např. 5 a 10 °C), délka klíčení může být až 14 dní. Larsen et al. (2004) pozorovali, že klíčivost kultivarů lipnice luční (Andante a Brodway) byla vyšší při teplotě 10 °C než při 25 °C, což poukazuje na fakt, že optimální teplota klíčení lipnice luční je pod 25 °C. Aamlid & Arntsen (1998) dále tvrdí, že u lipnice luční mají na klíčení největší vliv teplota a kultivar.



Graf č. 1 Vliv střídání teplot na klíčení jílku vytrvalého (a) cv. „Turfstar“ a (b) cv. Transtar“. Amplitudy střídání teplot jsou 0 (●), 5 (○), 10 (■), 15 (□) a 20 °C (Δ) (Shen et al. 2008).

V grafu č. 1 můžeme vidět vliv střídání denních a nočních teplot na klíčení dvou kultivarů jílku vytrvalého. V průměru můžeme vidět, že nejhůře vzchází semena, která jsou v chladnějších podmínkách, což potvrzují i další studie (viz výše). Ze studie je dále patrné, že jílek nejlépe klíčí, pokud jsou denní i noční teploty co nejvíce vyrovnané (nejlepší rozmezí je kolem 20 až 25 °C). Čím je větší rozdíl mezi denními a nočními teplotami, tím je klíčivost menší.

3.1.2 Travní koberce

Vzhledem k velké zátěži fotbalových hřišť a jejich skoro celoročnímu využití je často dosev prázdných míst nedostatečný a neefektivní. Vhodnou alternativou je používání travních koberců, které poškozené místo okamžitě zacelí. V dnešní době se travní koberce používají velmi intenzivně. Už i na amatérské úrovni si správci hřišť poblíž hřiště pěstují vlastní trávníky, aby je mohli použít pro případné mezery v trávníku. Nejčastěji se jedná o brankoviště a oblasti kolem pokutového území. Samozřejmě jsou na trhu i specializované firmy, které se zaměřují na pěstování a prodej předpěstovaných travních koberců.

Travní koberce, neboli také podle Skládanky et al. (2009) kobercové trávníky, rolované trávníky či svinované trávníky, se v dnešní době předpěstovávají ve speciálních školkách a následně používají pro místa, kde je potřeba povrch rychle a kvalitně ozelenit, což jsou například fotbalová nebo golfová hřiště.

Kvalita trávníku závisí na jeho úspěšném založení, což je dále podle Tiwari et al. (2015) ovlivněno správným plánováním nejrůznějších zásahů, včetně přípravy půdy, vlivem počasí a podnebí, postupy a následnou péčí, údržbou a ochranou před škůdci a plevely. Hnojení je jedním z nejdůležitějších zásahů do trávníku, které je potřebné pro pěstování dokonalého trávníku a zlepšování a udržování jeho vysoké kvality. Beard (1973) tvrdí, že hnojení dusíkatými hnojivy výrazně zlepšuje kvalitu travního drnu včetně jeho barvy. Mezi další činnosti potřebné pro správné pěstování kvalitního trávníku patří zavlažování, aerifikace, sekání, pískování atd. Všechny tyto činnosti se v různých podmínkách liší podle typu půdy a druhů trav.

Fotbalová hřiště jsou plochy s velmi vysokou intenzitou využití, které utváří specifické podmínky pro rozvoj travnatých ploch. Pokud se rozhodneme pro pokládku travních koberců, měli bychom zvolit takové travní druhy, které již na fotbalovém hřišti máme vysety. Jednak z estetického hlediska, ale také i z funkčního. Každý travní druh má trochu odlišné nároky na ošetřování atd. Druhy používané na sportovních površích musí mít řadu prospěšných vlastností, aby mohly být na takových místech použity. Tiwari et al. (2015) uvádějí, že lze použít několik druhů trav pro rozvoj trávníku. Některé z nich dávají přednost teplé a vlhké lokalitě, zatímco jiné vyžadují chladné a suché počasí. Nejčastěji jsou travní druhy kategorizovány jako trávy chladných nebo teplých lokalit. Na sportovním trávníku se nejčastěji setkáme s druhy jako jsou jílek vytrvalý, lipnice luční a kostřava červená, které Tiwari et al. (2015) řadí mezi trávy chladné lokality. Všechny travní druhy, které pro trávník vybereme by ale měly vytvářet pevný a kompaktní drn, vyznačující se vysokou odolností proti sešlapání, pohybu a mechanickému poškození. Mnoho autorů (Czarnecki & Harkot 2002; Domanski 2002; Charles 2006) uvádí tři druhy: lipnice luční, jílek vytrvalý a kostřava červená jako zvláště vhodné pro fotbalová hřiště. Dokonalá tráva, která by splňovala všechny požadavky na sportovní povrch, neexistuje, ale správným složením několika druhů lze vytvořit požadovaný efekt. S tímto souhlasí i Turgeon (2008) a dodává, že jílek vytrvalý je nízká volně trsnatá tráva se spoustou zelených a lesklých listů. Vyznačuje se rychlým růstem na jaře, což utváří pěkný trávník po celé vegetační období. Jílek vytrvalý je odolný proti pošlapání a má výborné regenerační vlastnosti po mechanickém poškození, takže tento druh je považován za nejtrvanlivější a je nejlepší pro intenzivně využívané oblasti jako jsou například brankoviště nebo oblasti, kde také dochází k velkému zatížení. Lipnice luční je také tráva odolná vůči nízkému sečení a sešlapávání. Kvůli

velkému množství krátkých a zploštělých výhonků je tento druh zodpovědný za tvorbu stejnoměrných a silných porostů. Nejlepší dekorativní hodnota je patrná v létě, kdy je barva trávníku svěží a výrazná (Wolski et al. 2006, Mynett et al. 2010). To však v našich podmínkách platí jen tehdy, pokud je travní porost pravidelně a dostatečně zavlažován.

Při zakládání nového hřiště rychlou metodou pomocí předpěstovaných travních koberců nebo při zatravnění prázdných míst můžeme použít metodu drnování. Tato metoda spočívá v pokládání travních koberců (drnů) na předem připravenou vegetační vrstvu. Koberce se předpěstovávají v trávníkových školkách (můžeme si je předpěstovat i sami) a pomocí speciální sklizňové technologie se slupují v pruzích tzv. slupovačkou (stroj, který odřízne travní drn) s kořenovou vrstvou silnou 15–30 mm. Po vypěstování pomocí speciální pěstební technologie je konečný produkt – trávníkový koberec, role nebo blok transportován z místa pěstování na místo užívání. Trávník musí být před sloupnutím dostatečně prokořeněný, aby se při pokládání netrhal. K usnadnění transportu se koberce svinují do rolí, jak je vidět níže na obrázku č. 1, které jsou následně připraveny k okamžitému položení na předem připravený vegetační substrát (Skládanka et al. 2009).



Obrázek č. 1 Role travního koberece při transportu (Agro CS 2021).

Podle Straky & Strakové (2011) se příprava půdy pro pokládání travního koberece nijak neliší od přípravy půdy při zakládání trávníku výsevem. Při pokládání jednotlivé role rozvinujeme těsně vedle sebe. Koberce je nutné přitlačovat k sobě, jinak by později docházelo zvláště při vysychání k tvorbě nežádoucích spár mezi rolemi. Postupujeme tak, abychom si nepošlapali připravenou plochu, tzn. nové role přinášíme po již položeném trávníku. Práci je nutné provádět pečlivě. Po položení trávník zavlažíme a uválcujeme. Sledujeme, jak dochází k prokořenění, trávník zpočátku nezatěžujeme.

Při stavbě moderního sportovního hřiště je substrát tvořen z větší části pískem, který spolu s organickou hmotou tvoří podklad pro trávníkovou vrstvu. Podle Skirde (2008) je podklad velmi důležitý, jelikož infiltruje část povrchové vody a přebytečnou vodu odvádí do

drenážního systému. Podle Deutsche Norm (1991) by po zhutnění a homogenizaci vegetační vrstva měla mít propustnost pro vodu na úrovni větší než 5 cm/h, zhutnění 0,75–0,95 MPa, obsah jílu 8–12 % a obsah organického uhlíku (C org.) 1–3 %. Půdní pH sportoviště by mělo mít hodnotu 5,5–7,0. Hotové role trávníku, o tloušťce nepřesahující 20–25 mm, se pokládají na navlhčenou a urovnanou vrstvu substrátu. Ihned po pokládce by se měl povrch uválet a zavlažit v množství 10–15 l/m². Skirde (2008) dále dodává, že nejpříznivější podmínky pro zakořenění trav je období od začátku dubna do poloviny června a od poloviny srpna do konec září.

Jak už bylo řečeno, v dnešní době nalezneme na trhu spoustu firem, které se zaměřují na pěstování travních koberců. Skládanka et al. (2009) tvrdí, že i toto odvětví musí splňovat určité normy a dodává, že např. podíl příměsí cizích druhů u fotbalových trávníků musí být max. 2 %. Dále uvádějí, že u fotbalových trávníků by měla být tloušťka pokládané drnové vrstvy 15–20 mm. Samozřejmě by na celém travním koberci měla být rovnoměrná šířka a stejná délka; vrstva odumřelého drnu by měla být max. 3 mm.

Výhodou použití předpěstovaných travních koberců je podle Skládanky et al. (2009) rychlé a spolehlivé ozelenění. Fotbalový trávník je možné založit do 24 hodin, což je oproti dosevu velmi časově úsporné řešení související i s eliminací rizik souvisejících s osevem, což je např. vyzobávání semen ptactvem, špatné vzejití, odplavení semen zapříčiněné hustým deštěm apod. Dále pak uvádějí, že travní koberec netrpí tolik invazí škůdců, plevelů ani mechů. Další předností pokládky již předem vypěstovaného trávníku je bezpochyby možnost jeho rychlého používání, kdy se dá plně využívat již po několika týdnech, což je v letním období, kdy je na fotbalových hřištích jen krátká přestávka mezi koncem sezóny a začátkem nadcházející, velmi důležité. Travní koberec vytvoří okamžitě stejnoměrně zapojený hustý a pružný drn. Jak už bylo výše zmíněno, technologie pomoci drnování se stává v podmínkách sportovních areálů čím dál oblíbenější. Používá se především pro regeneraci velmi poškozených částí hřiště jako jsou brankoviště, oblast penalt nebo oblasti u rohových praporků, kde dochází k velkému zatížení stále stejného místa. I zde platí, že je zde možnost téměř celoroční pokládky. Správce areálu musí ale samozřejmě pracovat s harmonogramem zápasů a tréninků, aby měl drn co nejlepší podmínky a čas pro správné zakořenění.

3.2 Pěstování a ošetřování fotbalových trávníků

Vypěstovat kvalitní, zdravý a funkční trávník není nic jednoduchého. Každý trávník ihned od svého založení vyžaduje péči. Podle Straky & Strakové (2011) se jedná o soubor činností, které označujeme souhrnně termínem údržba trávníku. Patří sem především zavlažování, kosení, hnojení, vertikutace (prořezávání), aerifikace (provzdušňování), regulace chorob, škůdců a plevelů atd. Intenzita provádění těchto operací se odvíjí především podle našich požadavků na kvalitu trávníku a je také závislá na časových a finančních možnostech.

3.2.1 Závlaha

Závlaha nejen sportovních hřišť je jednou z nejčastěji nepochopených činností, které je nutné provádět pro kvalitní travní drn. Martin & Hillock (2007) tvrdí, že zavlažování trávníkových ploch je často příliš frekventované s malými dávkami závlivky. To má za následek mělké zakořenění trav, zhutnění půdy, hromadění odřezků trav a klíčení semen plevelů. Dále

uvádějí, že v ideálním případě by trávník neměl být zavlažován pravidelně ale jen tehdy, když je závlaha nutná. Jako důvod uvádějí, že množství a frekvenci závlahy ovlivňuje mnoho faktorů: teplota, vlhkost, vítr, srážky, půdní druh atd.

V České republice dosahuje roční úhrn srážek zhruba 1/3 až 1/2 potřebného množství vody pro růst kvalitního trávníku. Závlaha je tedy opravdu důležitá. Navíc vysoké nároky trav na vodu vyplývají z řady faktorů. Například travní porost má vysoký tzv. transpirační koeficient (= množství vody potřebné k tvorbě 1 kg sušiny nadzemní fytomasy) na úrovni 700 až 800 litrů, tj. 1,52× více než příbuzné obiloviny (Hrabě et al. 2009). I proto automatický zavlažovací systém najdeme v dnešní době na většině fotbalových hřišť. Vzhledem k pravidelnosti hrací plochy je návrh a instalace zavlažovacího systému velmi jednoduchá. Důležitým faktorem, který je třeba vnímat, je bezpečnost hráčů, proto jsou postřikovače vybaveny pryžovými kryty, které jsou osazeny travním drnem.

Dávky závlahy se během celého roku mění. Jak už bylo řečeno, vliv na tom má teplota, vlhkost, množství srážek, půdní druh a spousta dalších faktorů. Martin & Hillock (2007) doporučují, že jednou aplikací by mělo být dodáno dostatečné množství vody, aby se půda namočila do hloubky 15 cm. Skládanka et al. (2009) dodávají, že nově založené trávníky by se v prvních týdnech měly zavlažovat menšími dávkami vody a častěji. Reálná je prý závlaha i několikrát denně v intervalu 4–6 hodin, v suchých dnech po zhruba 4 hodinách. Důvodem je fakt, že mladý trávník není schopen zadržovat příliš velké množství vody. U takto mladých trávníků bychom se měli držet pravidla, že půda by měla být provlhčena do hloubky 60 mm.

Ani při vzrostlém trávníku neexistuje jednotná zavlažovací dávka. Velkou roli hraje půdní druh. U písčitých půd dochází k vadnutí rostlin při podstatně nižší půdní vlhkosti, než je tomu u jílovitých typů půd. Hlavním důvodem je zrnitostní složení půdy. Se stoupajícím podílem zrn menších než 0,01 mm vzrůstá schopnost půdy pohlcovat vodu, což se projevuje růstem polní vodní kapacity, avšak zároveň vzrůstají síly, které ji váží v půdě a činí ji pro rostliny nepřístupnou. Tato skutečnost se projevuje vzrůstem bodu vadnutí (Littschmann et al. 2007). To tvrdí i Martin & Hillock (2007) a dodávají, že písčité půdy s hrubou strukturou absorbují vodu rychleji, ale zadržují méně vody než půdy s jemnou texturou, jako jsou půdy hlinité, jílovitohlinité a jílovité. K navlhčení písčité půdy je tedy potřeba méně vody než do stejné hloubky na půdy jílovité. Z toho vyplývá, že pro trávníky rostoucí na písčitých půdách je potřeba častější aplikace menšího množství vody než pro trávníky na půdách těžších. S tím souvisí i průměrný roční výpar na jednotlivých stanovištích. Houdek (2012) tvrdí, že u písčitých půd se pohybuje kolem 189 mm, zatímco u půd jílovitých až kolem 390 mm za rok. Šantrůček et al. (2001) k tomu dodávají, že travní porost se nejlépe vyvíjí na stanovištích, kde je kořenový systém trvale a v dostatečném množství zásoben půdní vodou a netrpí extrémním nadbytkem nebo nedostatkem vody.

Ukázalo se, že zavlažování výrazně zvyšuje vyplavování $\text{NO}_3\text{-N}$ (Endelman et al. 1974). Tam, kde je zavlažování řízeno automaticky, což je v dnešní době většina fotbalových hřišť v České republice, jsou podle Snyder et al. (1984) dávky závlahy nastaveny často tak, aby nedošlo k zaschnutí horní vrstvy půdy, což má za následek přemokření. To podporuje právě vyplavování $\text{NO}_3\text{-N}$ včetně dešťové vody z náhlých bouřek, která se nemá kam vsáknout.

Často se v praxi setkáváme s tím, že správci sportovních hřišť nemají v letních měsících dostatek vody na závlahu. Straka & Straková (2011) v takovýchto případech radí, aby greenkeeperi redukovali výpar tím, že nastaví zavlažování na noc nebo brzké ráno. Dalším

tipem je seřízení postřikovačů, včetně vlivu větru. Větší výpar vody z trávníku redukuje také výška trav. Čím vyšší je koberec, tím nižší je výpar. V neposlední řadě pak Straka & Straková (2011) doporučují před přísušky hnojení draslíkem a neprovádění mechanických opatření jako je vertikutace, aerifikace nebo pískování.

3.2.2 Mechanické ošetřování

K mechanickému ošetřování trávníku řadíme kromě sečení také operace, které se provádějí během vegetace. Mezi tato opatření patří aerifikace (provzdušňování), vertikutace (prořezávání), válení, pískování a smykování (Svobodová 2004). Loch (2013) toto potvrzuje a dále tvrdí, že péče o trávník není jen o sekání, zalévání nebo hnojení. Smaragdový odstín trávníku je zajištěn správně provedenými sériemi ošetření, které zahrnují také provzdušnění, vertikutaci, pískování, válcování a ochranu trávníku před chorobami a škůdci. Všechna tato ošetření by měla být prováděna přesně a pravidelně, aby se snížily související náklady s výměnou trávníku, a bylo dosaženo vysoké kvality trávníku (Wysocki 2002).

Velmi důležitou operací při péči o jakýkoliv trávník je pravidelná seč. Sekáním se zabraňuje trávě růst do výšky, a to prospívá jejímu odnožování. Také se podle Kováčika (2001) oslabují plevy, kterým se v trávníku nikdy úplně neubráníme. Trávy lze sekat opakovaně bez jejich poškození, jelikož jejich odnožovací uzly jsou umístěny nízko u půdy. Pravidelné sekání trávníku pomáhá vytvořit hustý trávník, který navíc vypadá atraktivně (Munford 2011). Pro správný růst trávníku se doporučuje sekat často a pokaždé odříznout jen malé množství trávy. Kováčik (2001) uvádí, že bychom měli vždy zkracovat trávník jen o třetinu výšky, nejvíce o dvě třetiny. Důvodem je podle něj prý fakt, že by mohlo dojít ke stresu trávy po odseknutí velkého množství zelené části rostliny. Pokud trávník přeroste, doporučuje posekat trávník poprvé na vyšší stříh a za 3 dny na normální výšku. Optimální výška sečení je 3–6 cm, vždy ovšem záleží na druzích trav, účelu trávníku a intenzitě údržby. Vysoce kvalitní trávníky se obvykle sekají ve velké frekvenci (2–3 dny) a velmi nízko. To však platí podle Munford (2011) jen v hlavním vegetačním období (duben – září). V ostatních měsících se seč neprovádí tak frekventovaně, v zimních měsících vůbec. Všude tam, kde je kladen důraz na pěkný vzhled a výbornou kvalitu trávníku, se nejvíce uplatňují vřetenové sekačky. Velmi hojně se používají na fotbalových hřištích, ale také na golfových odpalištích a greenech (Hrabě et al. 2009).

Sobotová et al. (2006) zkoumali vliv intenzity sečení na odnožování jílku vytrvalého a lipnice luční při zastoupení těchto druhů ve směsích 90:10, 75:25 a 60:40 hmotnostních procent. Při zvýšení frekvence sečení z 8 na 20 během vegetační sezóny se navýšilo množství odnoží u jílku vytrvalého o 132, 84 a 33 %. Intenzita sečení neměla významný vliv na zvýšení počtu odnoží lipnice luční (u všech poměrů), stejně tak nebyl zjištěn průkazný rozdíl v produkci sušiny u obou druhů.

Vertikutace neboli prořezávání nadzemních částí rostlin se provádí speciálními stroji nebo speciálními ručními hráběmi, které jsou podle Šantrůčka et al. (2001) vybaveny plochými srpovitými zuby s postaveným ostřím, které jsou umístěny ve směru pohybu kolmo k půdě. Vertikutace se provádí s cílem odstranit odumřelé výhonky, listy a výběžky, které způsobují tzv. plstnatění trávníků. Toto onemocnění trávníku dále brání odnožováním trav a způsobuje

výskyt chorob v travním porostu (Šantrůček et al. 2001). Pokud je vrstva odumřelých částí rostlin větší než 1 cm, dochází podle Sulzberger (2005) k horšímu přísunu vody, živin a vzduchu ke kořenům rostlin. Turgeon (2002) také tvrdí, že nadbytek plsti nejenom omezuje přísun vzduchu, ale také omezuje infiltraci vody a živin v horní části půdního profilu. Dále jsou zlepšeny podmínky pro vzcházení plevelů a mechů. Při vertikutaci dochází také k poškození plevelů tvořící listovou růžici, které jsou v trávníku nežádoucí. Gandert a Bureš (1991) zjistili, že plst' (odřezky trav) v trávníku obsahuje 30 % ligninu. Vrstva trávníkové plsti o tloušťce 20 mm tak dokáže zadržet až 20 mm vody (Büiring 2002). Vertikutace, někdy nazývaná vertikální sekání, je proto nezbytná operace pro odstranění plsti trávníku, a tím udržení zdravého trávníku. Sulzberger (2005) tvrdí, že vertikutace (prořezávání) a nástroje, které se při tomto ošetřování trávníku používají, se staly v poslední době standardem. To potvrzují i Straka & Straková (2011), kteří se domnívají, že vertikutace je nezbytnou součástí komplexního ošetřování trávníku.

Na hřištích s utuženou vegetační vrstvou, kde dochází ke špatnému vsakování vody se může provádět aerifikace. Ta je v dnešní době právě na hřištích, které jsou vybudovány na přirozeném půdním profilu, stále více oblíbená. Principem této operace je podle Svobodové (2004) vytvoření otvorů, kde může docházet k proudění vzduchu. Pro dlouhodobější účinek je možno vyplnit otvory kvalitním tříděným pískem. Stroje používané pro aerifikaci travního porostu jsou aerifikátory s dutými i plnými hroty s různou délkou i tloušťkou nebo provzdušňovací hvězdice, které prořezávají vegetační vrstvu noži ve tvaru trojúhelníku, bez narušení travního porostu. Po provedení aerifikace je vhodné provést tzv. topdressing. Jedná se soubor operací vedoucích ke zlepšení fyzikálně chemických vlastností svrchní části vegetační vrstvy. Obecně jde o aplikaci písku – pískování ve směsi se substráty, hnojivy. Dále je možné provést i dosev (Straka & Straková 2011). Správná a pravidelná aerifikace je podle Thomas (1976) pro vývoj zdravého trávníku zcela nezbytná. Podporuje výměnu plynů, kořeny rostlin lépe přijímají kyslík a uvolňují uhlík pomocí oxidu uhličitého.

3.2.3 Ochrana proti chorobám

Choroba trávníku je podle Vargas (2018) abnormalita ve struktuře nebo funkci, která je způsobena infekčním agens a která poškozuje rostlinu nebo ničí její estetickou hodnotu. Choroby trávníku není vždy snadné diagnostikovat. Některé klíčové faktory a příznaky, které pomáhají rozpoznat onemocnění zahrnují podle Lamey et al. (1988) velikost a tvar odumřelých a odumírajících rostlin, specifické skvrny na listech, kvalitu kořenového systému, barvu listů a růstové vlastnosti, roční období a teplotu, kdy se nemoc rozvinula. Při diagnostice onemocnění trávníku je užitečné mít záznam všech prací, jako je datum a druh hnojení, používání herbicidů, frekvence sečení, frekvence a množství zavlažování atd. Baldwin (1990) ale dodává, že v současné době jsou již problémy s chorobami, škůdci a plevely na sportovních trávnících dobře zdokumentovány.

Vznik chorob podporuje, jak už bylo řečeno, nesprávný management zásahů. Například Simon et al. (2003) tvrdí, že vysoké dávky dusíkatého hnojení mohou stimulovat rozvoj několika listových chorob. Choroby trávníku jsou nejen na fotbalových trávnících velmi nežádoucí. Jednak z estetického hlediska, tak i z funkčního hlediska. Vargas (2018) dodává, že

choroby travníků způsobené houbami mají velký ekonomický význam. Dále uvádí, že je obtížné získat přesná čísla, ale travní průmysl v USA v roce 1988 utratil 80 milionů dolarů za fungicidy. V tomto roce se tak ve Spojených státech na travníky použilo větší množství fungicidů než na kteroukoli jinou jednotlivou plodinu.

Mezi nejvíce vyskytující se choroby na fotbalovém trávníku v České republice patří určitě sněžná světlerůžová plísňovitost trav (plíseň sněžná), sněžná šedobílá plísňovitost trav (paluška travní), padlí trav, listové skvrnitosti, travní rzi, dolarová skvrnitost a čarodějná kruhovitost travníků (Cagaš & Macháč 2005).

Světlerůžová plísňovitost trav se nejčastěji vyskytuje v lednu, únoru, březnu a v prosinci. Patří mezi nejrozšířenější travní choroby v České republice. Nejvíce se vyskytuje na travnicích, které jsou složeny z jílku vytrvalého a kostřavy červené. Štětinová (2021) tvrdí, že je potřeba na jaře odumřelou hmotu vyhrabat a přihnojit hnojivý s obsahem ledku vápenatého nebo ledku amonného s vápencem. Hodí se i postřik, který obsahuje například účinnou látku azoxystrobin. Pokud není trávník včas ošetřen, mívá trvalé následky.

Padlí travní je choroba, kterou způsobuje houba *Blumeria graminis*. Její výskyt je ovlivněn výrazně hustým a vysokým porostem, kde hraje velkou roli zastínění, příznivé pro vývoj mikroklimatu, vhodné pro rozvoj této houby, která svými haustorií proniká do rostlinných buněk. Rozezná se podle bílého moučnatého povlaku na horní či spodní části listů (Peeters et al. 2004).

3.2.4 Ochrana proti plevelům

Na sportovním, ale i na jakémkoliv jiném trávníku, je většinou největším problémem plevel. Hron & Kohout (1986) tvrdí, že se jedná se o každou rostlinu, která se na určitém stanovišti vyskytuje, aniž by člověk zamýšlel její pěstování. Výskyt plevelu je často výsledkem nevhodné přípravy půdy nebo špatné údržby. Gaussoin & Martin (1994) tvrdí, že plevel může omezit růst trávníku, být hostitelem jiných škůdců a také konkurovat ostatním travním druhům v okolí. To potvrzují i Ahmad et al. (2003) a dodávají, že plevel v trávníku může konkurovat s travními druhy o vodu, světlo, prostor, živiny a upozorňují, že se plevel častěji vyskytuje na řídkých travnatých plochách než na svěže zeleném a hustém trávníku. Podle Susan et al. (2016) jsou plevelu v trávníku považovány za nežádoucí, protože narušují uniformitu trávníku a konkurují travním druhům o vlhkost, světlo a živiny. Významné zaplevelení může podle nich zhoršit vizuální kvalitu. Také dodávají, že nejlepší možností, jak udržet plevel na fotbalovém hřišti pod kontrolou, je prevence. Podobný pohled na problematiku plevelu v trávníku mají i Kamal-Uddin et al. (2009), kteří uvádějí, že přítomnost plevelů nejen na sportovních hřištích narušuje uniformitu a hratelnost povrchu především kvůli odlišné variabilitě šířky listů, barvy a růstu. Proto tvrdí, že musí být plevel odstraněn ze sportovního trávníku, aby byla zachována co největší estetická kvalita. Důvod, proč je trávník s velkým množstvím plevelu neatraktivní, doplňuje Bingham (1988), který tvrdí, že většina plevelů snižuje kvalitu trávníku nepravidelným růstem ve vztahu k trávníku. Někdy plevel roste rychleji a objevuje se nad požadovanou výškou trávníku za 1 nebo 2 dny po posečení. Nerovnoměrná struktura a výška plevelů tak udává nežádoucí a nekvalitní vzhled.

Dostupná literatura o regulaci plevelů v trávniku jasně ukazuje, že hlavní pozornost byla podle Turgeon et al. (1994) historicky věnována chemickým metodám kontroly plevelů, zatímco dobrým manažerským postupům a různým dalším metodám nemechanické regulace plevelů byla věnována malá pozornost, což potvrzují i Watschke et al. (1995). Tuto kontrolu bez chemických přípravků podporuje např. Escritt (1960), který tvrdí, že plevel lze z trávniku odstranit pomocí správného managementu.

Regulace plevelů v trávniku se v dnešní době provádí především pomocí chemických herbicidů. Cagaš & Macháč (2005) uvádějí, že pro hubení plevelů v trávniku jsou ideální přípravky s účinnou látkou fluroxypyr. Stále však dochází k jejich omezování. Pirchio et al. (2018) dodávají, že v dnešním světě se stále více omezuje používání těchto herbicidů kvůli jejich vysoce negativnímu dopadu na životní prostředí a na lidské zdraví. Trendem je tedy najít alternativní řešení pro kontrolu plevelů v trávniku na základě správného managementu.

3.2.5 Výživa trávníků

V dnešní době, kdy se na kvalitu fotbalových hřišť klade vysoký důraz, patří výživa trávníků ke stěžejním operacím prováděných na fotbalovém hřišti. Aplikace hnojiv na sportovním trávniku má významný vliv na herní vlastnosti povrchu i jeho estetický vzhled. Dostupnost živin ovlivňuje hustotu porostu, správný vývoj kořenů, zaplevelenost, odolnost vůči houbovým patogenům, odolnost vůči zátěži, suchu a chladu (Lawson 1989). Trávník je potřeba hnojit, aby si zachoval barvu, hustotu a vitalitu. Čím je trávník silnější, tím lépe odolává stresu z horka, sucha, zátěži a dalším negativním vlivům. Kulin et al. (2008) tvrdí, že se často snažíme dosáhnout tmavě zeleného trávniku, ale ne vždy znamená nejtmavší zelený trávník nejzdravější trávník. Dusík je nejdůležitějším prvkem, který je spoluzodpovědný za zelenou barvu a vegetativní růst. Při každé seči musíme počítat s úbytkem 1 g dusíku/m² (Gruber 1964).

Nejdůležitějším indikátorem pro intenzivně využívané sportovní trávniky je zásoba živin v půdě, především N, P, K (Németh 2006). V zásadě bychom ale měli počítat s tím, že všechny prvky jsou důležité pro udržení zdravého trávniku, to potvrzují i Vaněk et al. (2016) a dodávají, že živina, která je v daném souboru limitujícím článkem výživy rostlin, neumožňuje rostlinám plné využití jejich produkčního potenciálu, a tím je sníženo využití i ostatních živin. Dusík ale způsobuje největší odezvu. Trávniky potřebují k dobrému vývinu až šestnáct minerálních prvků. Většinou jsou prvky v malé míře přirozeně přítomny v půdě, zatímco tři hlavní prvky (dusík, fosfor a draslík) by měly být do půdy dodávány pravidelně (Naderi & Kafi 2005). Přesto je podle Fallahian (2006) nejzásadnějším prvkem pro trávník dusík. Podle stupně nedostatku jakékoliv živiny jsou narušeny fyziologické procesy v rostlinách a zvláště za výraznějšího nedostatku a méně příznivých podmínek se snižuje kvalita porostu a mohou se objevit i příznaky strádání až poškození rostlin (Vaněk et al. 2016).

Pro zdravý zelený trávník je důležité si zvolit vhodný program hnojení. To podle Javahery et al. (2021) znamená takový program, který poskytuje rostlinám potřebné množství živin ve správný čas. Cílem tohoto plánu by měl být adekvátní rozvoj nadzemní trávnikové hmoty, bez negativního vlivu na růst kořenů. Aplikace pomalu uvolnitelných hnojiv, jako jsou organická hnojiva, zabraňují přerůstání nadzemní biomasy a poskytují živiny pro trávník dlouhodobě (Ugur & Esvet 2007). Hřiště jsou v dnešní době často budovány na umělých površích, které jsou odvodněny a substrát je z větší části tvořen pískem, kterým jsou živiny často velmi rychle

vyplavovány do kanalizace. Obzvláště na takových stanovištích je podle Aamlid (2005) velmi důležité správné načasování aplikace hnojiv a závlahy, aby byly rostliny trav správně zakořeněny a aby nedocházelo k proplavování hnojiv.

Řada hnojiv je speciálně navržena pro sportovní trávníky. Většina z nich podle Carrow et al. (2001) obsahují některé živiny v organické formě, které jsou závislé na mikrobiálním rozkladu v půdě, aby se staly dostupné pro rostliny. Taková hnojiva mohou dobře zvýšit mikrobiální aktivitu kořenové zóny, ale uvolňování N a dalších živin závisí na teplotě půdy, dostupnosti vody, pH, poměru C:N a řadě dalších faktorů.

Při stanovení celkové roční dávky živin je podle Straky & Strakové (2011) nutno zohlednit řadu faktorů, zejména pak typ trávníku a tomu odpovídající četnost kosení, úroveň zatížení trávníku, konstrukci vegetační vrstvy, typ použitých hnojiv – při použití konvenčních zemědělských hnojiv je třeba volit vyšší celkové dávky z důvodu nižšího stupně využití dodaných živin a jejich vyšších ztrát a v neposlední řadě mulčování pokosené hmoty, přítomnost jetelovin v trávníku a další vlivy.

Každá živina má v rostlině mnoho funkcí a při hnojení trávníku bychom neměli zapomínat na „zákon minima“. Ten nám říká, že nedostatek jedné živiny nelze kompenzovat jinou živinou (Hrabě et al. 2009). Dusík podporuje růst a odnožování trav, což ovlivňuje vyšší hustotu trávníku, fosfor působí pozitivně na klíčivost semen, draslík podporuje fotosyntézu, zvyšuje odolnost trav vůči stresovým faktorům (sucho, mráz, choroby...). Železo ovlivňuje tmavě zelenou barvu listů, vápník podporuje rozvoj kořenového systému, hořčík ovlivňuje fotosyntézu a síra zajišťuje mimo jiné odolnost proti chorobám. Ale vše není tak jednoduché, procesy v rostlině se navzájem propojují a například při malém rozvoji kořenového systému nemusí být na vině nedostatek vápníku (jak bylo psáno výše). Níže v kapitole jsou proto rozepsány nejdůležitější živiny, které mají vliv na kvalitu trávníku, včetně jejich funkcí, příznaků při jejich nedostatku a mnoho dalšího.

Dusík má vliv na nasazení nových odnoží a působí na prodlužovací růst travních odnoží. Aplikace dusíku (N) výrazně zlepšuje barvu trávníku a jeho kvalitu (Beard 1973). Rovnoměrný přísun zajišťuje nárůst kořenové biomasy a tvorbu kořenového vlášení. Jednotlivé druhy se vyznačují rozdílnými nároky na přísun dusíku. Kostřava ovčí a kostřava červená potřebuje kolem 12 g/m²/rok. Mezi nejnáročnější druhy patří psinečky, jílek vytrvalý a lipnice luční, které potřebují kolem 30 g/m²/rok. O intenzitě výživy dusíkem rozhoduje také intenzita zátěže. Novoa & Loomis (1981) tvrdí, že index listové plochy (LAI), rychlost fotosyntézy, procento zachycení záření a jeho využití se zvyšují zvýšením dávky N. Pro kvalitní trávník je nejdůležitějším ukazatelem hustota porostu. Světlý, mezerovitý a zaplevelený trávník je podle Emmons (2008) důsledkem nedostatečného hnojení dusíkem.

Mezi symptomy nedostatku dusíku patří podle Giesler (1997) žloutnutí a zastavení růstu, které se vyskytuje nejprve na starších listech a je nejčastější na písčitých půdách, kde se sbírají odřezky (posečená tráva). Což potvrzuje i Sagers (1990), který tvrdí, že nedostatek N způsobuje pomalý růst a úzké listy se světle žlutozelenou barvou. Dále se snižuje hustota odnoží a celková listová plocha. V neposlední řadě má nedostatek dusíku vliv i na rozvoj některých chorob. Kvůli oslabení rostliny je trávník náchylný např. na dolarovou skvrnitost. Rostoucí využívání propustných kořenových zón pro sportovní plochy vede k větší poptávce po dusíku a také ke

zvýšenému zájmu o používání pomalu se uvolňujících dusíkatých hnojiv (Lawson 1989). Nathan (2009) doporučuje dodání dusíku především pomocí těchto hnojiv: dusičnan vápenatý, dusičnan draselný, dusičnan amonný, fosforečnan amonný, síran amonný a močovina. V dnešní době jsou také velmi populární foliární hnojiva, která se aplikují postřikem přímo na list v době vegetace (Walterová 2014). Hnojivo se často používá jako doplňková výživa i v případě používání dlouhodobě působících hnojiv, hlavně díky jeho velmi rychlému účinku.

Fosfor je důležitý prvek pro systém přenosu sacharidů, který přenáší energii do všech částí rostliny pro růstové procesy. Podle Giesler (1997) je jednou ze tří primárních živin, které trávník pravidelně potřebuje. Fosfor je extrémně důležitý pro vývoj kořenů a pro zvýšení zásobních sacharidů, které pomáhají dodávat rostlině konzistentní energii po celý rok. Ačkoli je fosfor přítomen v malých množstvích v tkáních trávníku (0,30–0,55 % v sušině), je extrémně důležitý pro zakořeňování, vývoj mladých rostlin, buněčné dělení a syntézu různých sloučenin používaných rostlinami. Fosfor se aplikuje v množství 20 až 40 kilogramů na hektar za rok. Existuje dobrý vědecký základ pro aplikaci fosforu jednou ročně ve spojení s dusíkem a draslíkem na podporu růstu na sportovních hřištích (Adam & Gibbs 1994).

Příznaky nedostatku se nejprve objevují na starších listech s tím, že vykazují tmavě zelené zbarvení s červenofialovou pigmentací podél okrajů listové čepele. Podle Nathan (2009) způsobuje nedostatek fosforu pomalý růst rostliny až zakrslost a nafialovělé zbarvení listů. U déle trvajících nedostatku je pak typické tmavě zelené zbarvení listů s odumírajícími špičkami. V neposlední řadě pak dochází ke špatnému vývoji semen.

Draslík je důležitý pro řízení a regulaci vody, vyrovnává vodu v buňkách a ztráty transpirací. Napomáhá korigovat teplo, chlad, sucho, opotřebením a odolnost vůči škůdcům. Draslík se podílí na mnoha základních procesech: aktivace enzymů, syntéza bílkovin, fotosyntéza, transport floému, osmoregulace, kationt-aniontová rovnováha, světlem řízené pohyby atd. (Läuchli & Pflüger 1978; Marschner 1995). V rostlině se podle Talbott & Zeiger (1996) draslík velkou měrou podílí na otevírání a zavírání průduchů, což souvisí právě s regulací vody v rostlině a udržování vnitřní homeostázy. Trávník vyžaduje velké množství draslíku, hned za dusíkem, a obvykle se v rostlinách ukládá ve větším množství, než je potřeba pro normální růst rostlin. Draslík zvyšuje odolnost proti mrazu, suchu a chorobám. Pomáhá překonat vodní stres (Dreyer et al. 2017). Nedostatek se projevuje slabšími pletivy, klesá odolnost proti nízkým teplotám a suchu. Mizí mechanická ochrana proti parazitům. Příjem K rostlinou je vysoce selektivní a úzce spojen s metabolickou aktivitou (Marschner 1995).

Symptomy nedostatku se vyskytují na starších listech tím, že podle Richtera (2004) vykazují intervenální (mezižilkové) žloutnutí, kroucení a spálení špičky listů, případně tvořící nekrotické skvrny na okrajích listů.

Vápník je pro trávník také velmi důležitý. V rostlině je relativně nepohyblivý a obvykle se nachází ve starších listech. Podle Simon (1978) je nezbytný pro buněčné dělení a je důležitý pro propustnost buněčné membrány, je také přítomen ve střední lamele, která působí jako lepidlo, které drží buněčné stěny pohromadě.

Nedostatky se nejčastěji vyskytují v písčítých půdách s nízkou kapacitou výměny kationtů, extrémně kyselých (<5,0 pH) půdách a půdách nasycených sodíkem. Příznaky

nedostatku se podle Richtera (2004) vyskytují na mladších listech a mohou se jevit jako zdeformované nebo zkroucené. Tyto listy se podél okrajů zbarvují do červeno-hněda, pak se stávají růžově červenými, což nakonec vede ke špičkám a okrajům listů, které vadnou a odumírají. Nathan (2009) dále tvrdí, že při nedostatku vápníku mají rostliny celkově oslabená pletiva, trpí také kořeny, které jsou krátké a shlukované, čímž se snižuje potenciál trávníku přijímat živiny a schopnost odolávat abiotickým a biotickým stresovým faktorům.

Hořčík je důležitou složkou chlorofylu, působí jako nosič fosforu a aktivuje rostlinné enzymy pro metabolismus sacharidů a fosfátů. Je nezbytný pro fotosyntézu. Guo et al. (2016) uvádějí, že hořčík slouží jako aktivátor pro mnoho rostlinných enzymů nezbytných pro metabolismus, pohyb cukrů a pro růstové procesy. Rostliny přijímají hořčík jako iont Mg^{2+} .

Nedostatek se projevuje pruhovitou chlorózou. Příznaky nedostatku se nejčastěji vyskytují v kyselých písčitých půdách nebo v půdách s vysokým pH. Symptomy začínají podle Tanoi & Kobayashi (2015) mírným světlým zbarvením spodních listů, následuje intervenální chloróza se zelenými žilkami a nakonec se starší listy zbarví skvrnitě do červena se žlutavými pruhy mezi paralelními žilkami. To tvrdí i Nathan (2009), který dodává, že příznaky nedostatku se objevují u starších listů jako mezižilní chloróza (žloutnutí) a jako podélné zvlnění listů. Nedostatek Mg může být vyvolán aplikacemi hnojiv s vysokým obsahem K.

Hořčík se obvykle dodává, když jsou půdy vápněné dolomitickým vápnem. Nathan (2009) uvádí nejtýpčtější zdroje Mg pomocí hnojiv, jako jsou dolomitický vápenec ($CaMg(CO_3)_2$) nebo síran hořečnatý ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$).

Síra je nezbytná pro syntézu bílkovin a používá se jako složka bílkovin a chlorofylu. Rostliny přijímají síru kořeny ve formě aniontu SO_4^{2-} . Její asimilace je podobná asimilaci nitrátů. Příjem sulfátů není pravděpodobně citlivý na pH prostředí (Richter 2004).

Nedostatky se běžně vyskytují na půdách s nízkým obsahem organické hmoty a tam, kde se sbírá posečená tráva. Příznaky připomínají nedostatek dusíku s bledými, žlutozelenými listy a jsou výraznější na novějších listech s připálenými špičkami listů podél okrajů. Což potvrzuje i Nathan (2009), který tvrdí, že nedostatek síry se projevuje u mladých listů jako světle zelené až nažloutlé barvy listů. Dále pak nedostatek síry způsobuje zpomalený růst a zralost. Síru můžeme dodat do půdy podle Nathan (2009) například pomocí těchto hnojiv: síran draselný (K_2SO_4), síran amonný ($(NH_4)_2SO_4$) nebo síran železitý ($Fe_2(SO_4)_3$).

Železo je typicky mikroživina, která je v trávníku nejčastěji nedostatečná a obecně je nedostatek důsledkem nerozpustnosti železa. Je důležité pro tvorbu chlorofylu a cytochromu a rozhodující pro buněčný dýchací systém.

Nedostatky jsou běžné v půdách s vysokým pH, vápníkem, zinkem, manganem, fosforem, mědí a hydrogenuhličitanem v závlahové vodě. Příznaky zahrnují intervenální chlorózu na mladších listech, které se v extrémních případech mohou změnit na bělavé. Tyto příznaky se typicky objevují vážněji na krátce posekaném trávníku, proto železo přímo ovlivňuje estetiku trávníku. Sagers (1990) dále dodává, že nedostatek železa se projevuje výrazným žloutnutím na stéblech trávy v létě nebo na jeho konci. Giesler (1997) také doplňuje, že nedostatek železa má za následek ztrátu návyku vzpřímeného růstu. Trávníkové porosty se mohou jevit jako zplstnatělé a je často obtížné je sekat. Trávník s nedostatkem železa se může

jevit jako mozaika chlorotických skvrn. Půdní podmínky vedoucí k nedostatku železa zahrnují vysoké pH půdy (snížená dostupnost), vysoký obsah fosforu v půdě (zvyšuje účinnost růstu, tj. odnožování), vysoké hladiny půdního dusíku (vedou k rychlému růstu), písčité půdy a studené vlhké půdy.

3.3 Vliv hnojení dusíkem na porost

Hnojení trávníku má pozitivní vliv na jeho růst a vývoj. V dnešní době si v našich podmínkách nelze představit fotbalový trávník, který není hnojený minimálně dusíkem. Obecně se uznává, že dostupnost dusíku a vody jsou dva hlavní faktory omezující růst rostlin (Ingestad 1977). Dusík podporuje růst rostlinných buněk s příliš tenkými stěnami, které jsou více náchylné k poškození nebo nemocem (Courtier 2002). Aplikace dusíku je citlivá a musí souviset s potřebou rostliny (Slafer & Savin 2018). Beard (1973) tvrdí, že dusík je hlavní živinou při hnojení trávníku a dodává, že dusíkatá hnojiva výrazně ovlivňují barvu a kvalitu trávníku založené na uniformitě, hustotě, barvě a nepřítomnosti plevelů. To uvádí i Tallowin & Brookman (1996), kteří tvrdí, že hnojení dusíkem podporuje růst trav, které jsou schopné rychle a efektivně přijímat živiny z půdy. Laissus & Marty (1969) dodávají, že velmi efektivně přijímá živiny z půdy například jilek vytrvalý a lipnice luční.

Dostatek dusíku zajišťuje bujný růst a zelenou barvu u travních rostlin. S tím souhlasí i Beard (1973), který konstatuje, že aplikace dusíku výrazně zlepšuje barvu trávníku a jeho kvalitu. Na druhou stranu ale velmi nízká hladina nebo příliš mnoho dusíku může způsobit problémy. Příliš málo dostupného dusíku vede k pomalému růstu, zvýšené pravděpodobnosti výskytu některých chorob, žloutnutí rostlin a celkově slabému trávníku, což má za následek mimo jiné zvýšený tlak plevelů. Příliš mnoho dusíku vede k nadměrnému odnožování a růstu, sníženému růstu kořenů, snížení zásob sacharidů a špatné toleranci k vnějším vlivům prostředí (choroby, sucho, mraz, ...) (Rosen et al. 2008).

Canaway (1984) zkoumal vliv nadměrného hnojení dusíkem a zjistil, že zvyšující se množství dusíku až do horní hranice zvýšilo produkci nadzemní biomasy trav. Horní hranici určil Canaway (1984) na hodnotě 625 kg N/ha/rok. Při hnojení právě 625 kilogramů N na hektar za rok, rozdělených do osmi stejných aplikací s odstupem tří až čtyř týdnů, se snížila množství celkové biomasy zejména na těžších půdách ve srovnání s lehkými půdami (písčité). Na lehkých půdách totiž dochází k většímu odplavení vody spolu s živinami (zejména N). Dále autor ve výsledcích studie uvádí, že kořenová biomasa se snižovala s rostoucím množstvím dodaného dusíku, přičemž většina kořenů se nacházela při horní hranici hnojení (625 kg N/ha/rok) do pěti centimetrů. To je velký problém při nadměrném hnojení dusíkem. Kořenová soustava trav má totiž dosahovat minimálně do hloubky 20 cm. To potvrzuje i Hrabě et al. (2009) kteří tvrdí, že kořeny trav se vyznačují vysokou plochou 150–300 m²/m² a 80 % kořenů se nachází v hloubce do 20 cm. Tyto vlastnosti mají velký vliv na únosnost drnu a odolnost proti poškození, naopak mělké kořeny zvyšují náchylnost na poškození suchem.

K podobným závěrům došel i Street (1986), který uvádí, že aplikace dusíku nejenom že zvyšuje nadzemní biomasu, ale také podporuje zelenější vzhled trávníku. Dále ale dodává, že zelenější trávník není vždy lepší trávník, zejména pokud je barva způsobena nadměrnou nebo nesprávně načasovanou aplikací dusíku. Nadměrné hnojení dusíkem vede totiž k přerůstání nadzemní biomasy na úkor kořenového systému. Nadměrné jarní hnojení dusíkem tak

způsobuje rychlý růst nadzemní biomasy a častější sečení. Rostliny vstupují do letního stresového období s redukováným kořenovým systémem a zvýšenou křehkostí, což vede k jejich větší náchylnosti k chorobám, škůdcům atd. (Street 1986).

K určení vhodné dávky bylo provedeno několik studií, které se zabývaly účinky doby a množství aplikace N na kvalitu a růst trávníku (Wilkinson & Duff 1972; Spangenberg et al. 1986; Wehner et al. 1988). Wilkinson & Duff (1972) například došli k závěru, že hnojení až do 1. listopadu vedlo k zelenější barvě porostu (tj. zvýšení chlorofylu) až do začátku zimy. Hnojení po 1. listopadu pak nezpůsobilo výraznou podzimní tmavě zelenou barvu trávníku. Všechna ošetření přinesla dobré jarní zazelenění do poloviny března; na pozemcích hnojených v pozdním podzimu (po 1. listopadu) však byl obsah chlorofylu do poloviny dubna vyšší. Ani v jedné z těchto studií však nebyl studován vliv hnojení dusíkem na odolnost proti zátěži a regenerační schopnost trávníkových odrůd. Canaway (1984) uvádí, že tolerance k opotřebením se zvýšila se zvýšením dávky N z nízkých na střední hodnoty v trávníku jílku vytrvalého. Pokryvnost trávníku přijímající vysoké dávky N se snižovala rychleji než u trávníku, na kterém byla aplikace N nízká a střední. Kritická úroveň, kdy už bylo hnojení dusíkem kontraproduktivní a rostliny začaly být více náchylné k opotřebením, nastala při dávkách 300 kg N/ha/rok. Cockerham et al. (1989) zkoumali 53 odrůd jílku vytrvalého z hlediska odolnosti vůči opotřebením mezi polovinou května a polovinou července. Poškození opotřebením je jedním z hlavních problémů používaných sportovních trávníků. Je definováno jako poškození rostlinných pletiv v travním porostu v důsledku tlaku, trhání a oděru (Carrow & Petrovic 1992). Řada studií uvádí, že zatížení způsobuje snížení vizuální kvality trávníku (Carrow & Petrovic 1992; Taivalmaa et al. 1998; Trenholm et al. 2000). Hodnocení kvality trávníku ve studii, kterou provedl Cockerham et al. (1989) bylo nejlepší při vysokých dávkách dusíku nad 200 kg N/ha/rok. Naproti tomu aplikace N v dávkách od 96 do 192 kg N/ha/rok/ zlepšila ve 4. roce toleranci k opotřebením psinečku výběžkatého (*Agrostis stolonifera* L.). Snížené dávky neměly vliv na odolnost vůči zátěži lipnice luční.

Ve studii, kterou provedli Ugur & Esvet (2007), bylo vypořádáno, že největší poškození sportovního trávníku bylo při režimu hnojení s nízkým obsahem dusíku. Je dobře známo, že hnojení dusíkem stimuluje růst rostlin, zvyšuje procento pokryvnosti a objem travních odřezků (Beard 1973). Dále se ukázalo, že zvýšené hnojení dusíkatými hnojivy zlepšilo pokryvnost porostu. Došlo se také k významným rozdílům v objemu odřezků trav mezi zatěžovanými plochami a mírou hnojení N. Výrazně největší objem odřezků byl pozorován při dávce 7,5 g/m N a následně 5,0 g/m N. Tyto hodnoty a výsledky vcelku odpovídají i studiím, které byly provedeny v minulých letech. Jsou to např. studie od Sills & Carrow (1983), Cockerham et al. (1989) nebo Carroll & Petrovic (1991), kteří zjistili, že hnojení N zvýšilo procento pokryvnosti a objem odřezků na různých trávnících. Skládanka et al. (2009) doporučují pro silně zatěžovaný sportovní trávník roční dávku dusíku minimálně 250 kg/ha. Canaway (1984) s touto roční dávkou mírně nesouhlasí a uvádí, že optimální aplikační dávka pro zatěžovaný trávník je 290 kilogramů dusíku na hektar za rok.

Roli při určení množství aplikovaného dusíku hraje spousta faktorů. Jedním z nich je samozřejmě i půdní druh. Turner & Hummel (1992) uvádějí, že tolerance trav k nadměrnému zatížení je nejlepší při dodání 200 až 300 kilogramů dusíku na hektar za rok. Dále tvrdí, že na lehkých půdách (písčítých) je minimální množství dusíku pro udržení dostatečného množství

biomasy 100 kg N/ha/rok. Pokud na takových hřištích nedodáme ani 100 kg N/ha/rok, nemůžeme počítat s hustým travním drnem na povrchu hřiště. Pokud je hřiště založeno naopak na těžších půdách, je zde velký problém při nedostatečném množství dodaného N, že pokud na takovém hřišti dojde ke ztrátě travního porostu, tak na takových místech může docházet k zhutnění půdy a vlhký povrch může vést až k bažinatým podmínkám a hře hrané na velmi kluzkém povrchu.

Výše je často uvedeno, že aplikace dusíku obecně vytváří hustý travní drn, který definuje svěží zelená barva. Carrow & Petrovic (1992) ale poukazují na to, aby se správci trávníků nepokoušeli používat nadměrné množství dusíku ke kompenzaci pomalého růstu trávníku a jeho slabého vzhledu. Často totiž může být na vině velmi zhutněný povrch, nikoliv nedostatečné dávky dusíku. Na tuto myšlenku naráží i Aldous (1999), který tvrdí, že především barva trávníku a rychlost růstu obecně ovlivňují rozhodnutí o použití dusíkatého hnojiva. Což není vždycky úplně správně. Dále ale uvádí, že aplikace dusíku v mezích zvyšuje nadzemní biomasu trávníku, což je prospěšné v tom, že vytváří měkký polštář, který dodává povrchu odolnost a zamezuje sportovci kontakt s půdou, který by mohl přivodit nějaká zranění.

Většina dusíku v půdě je přítomna jako součást organické hmoty a stává se dostupným pro rostliny, protože organickou hmotu rozkládají půdní mikroorganismy. Rozklad travních odřezků, kořenů rostlin a další organické hmoty také poskytuje dusík pro rostliny. V praxi se někde můžeme setkat s názorem, že pokud necháme posečenou hmotu na ploše, nemusíme trávník vůbec hnojit. To ale není podle Rosen et al. (2008) pravda. Ti tvrdí, že množství dusíku poskytované těmito přirozenými půdními procesy obecně není dostatečné pro udržení bujného růstu požadovaného u většiny trávníků po celou dobu herní sezóny. V důsledku toho se obvykle přidávají doplňková hnojiva obsahující dusík. Jak už bylo výše řečeno, nedostatek dusíku v nadzemní biomase může způsobit světlou barvu trávníku, zpomalení odnožování trav, řidnutí trávníku a zhoršuje se regenerace a odolnost vůči poškození trávníku (Pessarakli 2007). Hric et al. (2019) tvrdí, že na základě dosažených výsledků je možné konstatovat, že nejvyšší průměrné hodnoty obsahu dusíku, fosforu a draslíku v nadzemní biomase trávníku byly dosaženy při hnojení klasickými hnojivy (ledek amonný s dolomitem, superfosfát a draselná sůl) a pomalu působícími hnojivy SRF NPK 14-5-14 (+ 4CaO + 4MgO + 7S) a obalovaným hnojivem Duslocote NPK (S) 13-9-18 (+6S). Nižších hodnot bylo dosaženo při hnojení organickým hnojivem Veget a nejnižší koncentrace dusíku, fosforu a draslíku v nadzemní biomase trávníku bylo dosaženo na hnojených variantách s mykorrhizním přípravkem.

4 Materiál a metody

V této kapitole je popsáno fotbalové hřiště v Karlových Varech, kde výzkum probíhal. Dále je zde zhodnocen jeho současný stav a kvůli lepšímu vyhodnocení získaných dat je zde také zmíněn průběh počasí v roce 2021, především v období, kdy výzkum probíhal. Jedná se o množství srážek v jednotlivých měsících a průběh teploty. Detailně je zde popsáno založení porostu včetně přesného popisu částí hřiště, které byly do měření zahrnuty. Také je zde vysvětlena metodika hnojení jednotlivých částí měřeného bloku. Pro lepší orientaci jsou níže zaznamenány jednotlivé termíny měření pokryvnosti a hnojení N-hnojivem. V této kapitole je také popsána metoda, kterou byla hodnocena pokryvnost měřených částí hřiště. V neposlední řadě je pak uvedeno, jakými statistickými analýzami byly výsledky vyhodnoceny.

4.1 Popis hřiště

Měření bylo prováděno na tréninkovém hřišti fotbalového klubu FC Slavia Karlovy Vary a.s. (obrázek č. 2). Hřiště se nachází v rozsáhlém areálu na jihovýchodě Karlových Varů v městské části Drahovice (50° 14' s. š., 12° 52' v. d.). Celý areál, který byl postaven v minulém století a momentálně se ani zdaleka neřadí mezi nejmodernější areály v západních Čechách, disponuje dvěma hřišti s umělým povrchem, z toho jedno nedávno získalo certifikát UEFA a řadí se mezi nejlepší hřiště s umělým povrchem v České republice, a jedním tréninkovým travnatým hřištěm, na kterém bylo měření prováděno. V areálu také nalezneme tělocvičnu, šatny a zázemí pro všechny věkové kategorie hráčů. Dále v areálu nalezneme restauraci, bowling a velkou tribunu, která by se letos měla alespoň z části dočkat rekonstrukce. Již v minulém roce proběhla rekonstrukce většiny šaten mládeže a A-týmu.



Obrázek č. 2 Pohled na fotbalové hřiště (foto autor).

Co se týče tréninkového travnatého hřiště, to bylo vybudováno na začátku tohoto století na velmi kamenitém podkladu, který je v dnešní době při údržbě hřiště velkým problémem. Hřiště není nijak velké, je dlouhé 98 metrů a široké 57 metrů, a proto zde hrají své zápasy jen žákovské a přípravkové kategorie. Dorostenci využívají pro zápasy celoročně umělý povrch a A-tým má své zápasové hřiště na opačné straně Karlových Varů.

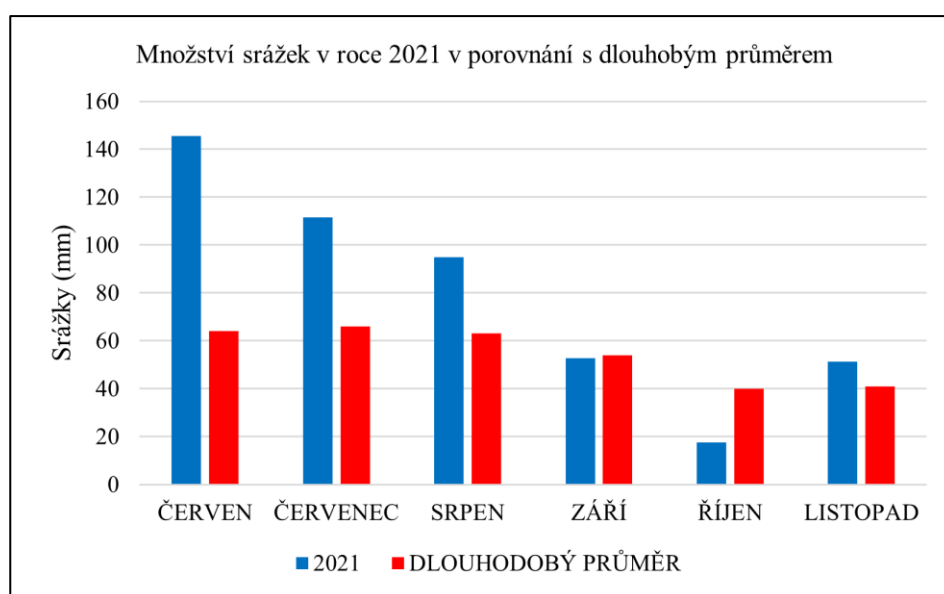
Před několika lety byl na hřišti vybudován automatický závlahový systém, aby se zvýšila kvalita hrací plochy. Bohužel nebyla vybudována kvalitně a ani do dnešní doby nebyly problémy odstraněny. Navíc závlaha potřebuje jednou za čas seřadit, což se na tomto fotbalovém hřišti neděje pravidelně, a tak je především v letních měsících absence vody na určitých místech hřiště velmi znát. To se pojí i s dalším problémem, kterým je nedostatek vody. Celý areál se totiž nachází na vrcholu Karlových Varů. Klub se to momentálně snaží řešit zadržováním vody a v nejbližší době by mělo proběhnout i vrtání studny, aby už nemuselo být vynaloženo tolik finančních prostředků na závlahu hřiště pomocí vody pitné. V neposlední řadě je velkým problémem na fotbalovém hřišti i přilehlý les na jižní straně, který po většinu roku zastíňuje část hřiště, kde se musely vybudovat odtokové žlaby a drenáž. Ani to však nestačí při větších srážkách. Právě v roce 2021, kdy přes léto spadlo extrémně vysoké množství srážek, byla tato část u lesa celé léto a podzim podmáčená a nehratelná. Zastínění ale není jediný problém, který les v blízkosti hřiště přináší, v části u lesa se setkáváme i s větším množstvím plevele. V roce 2021 se také podařilo divokým prasatům překonat elektrický ohradník, který brání divoké zvěři vstupu do areálu, a na hřišti vznikla velká škoda poničením travního drnu, což můžeme vidět na obrázku č. 3. Správce hřiště všechna tato místa řádně urovnal a nyní už není poškození na hřišti ani památka.



Obrázek č. 3 Ukázka poškození hřiště prasaty v roce 2021 (foto autor).

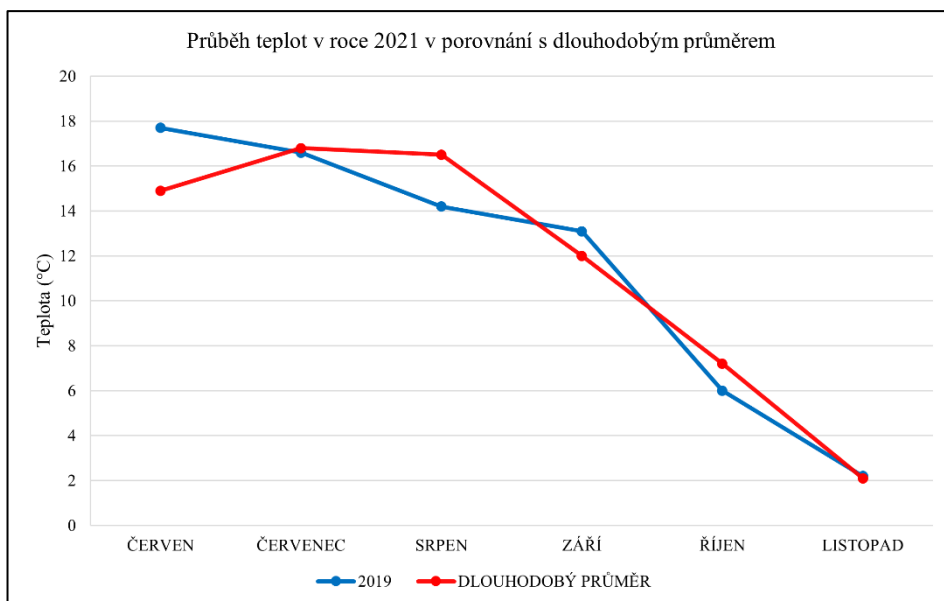
4.2 Počasí

V rámci práce byl sledován rovněž vliv počasí, který měl na výsledky výzkumu také velký vliv. V grafu č. 2 můžeme vidět množství srážek v Karlových Varech ve sledovaném období roku 2021 v porovnání s dlouhodobým průměrem (1981–2010) této oblasti. Z grafu č. 2 je patrné, že při zakládání porostu byl úhrn srážek až dvojnásobný, než je v měsíci červnu obvyklé. Tento trend bylo možné sledovat i v následujících dvou měsících (červenec, srpen). Tehdy už ale rozdíl nebyl tak extrémní. V měsíci červnu napršelo téměř 145 mm srážek (dlouhodobý průměr je 64 mm). Naopak v měsíci září a říjnu spadlo méně srážek, než je dlouhodobý průměr této oblasti. Zejména v říjnu napršelo přibližně dvakrát méně (18 mm) než je dlouhodobý průměr (40 mm). Celkový roční úhrn srážek v roce 2021 byl 769 mm, což je oproti normálu, který činí 550 mm, o 219 mm více srážek.



Graf č. 2 Množství srážek ve vybraných měsících roku 2021 v porovnání s dlouhodobým průměrem (1981–2010).

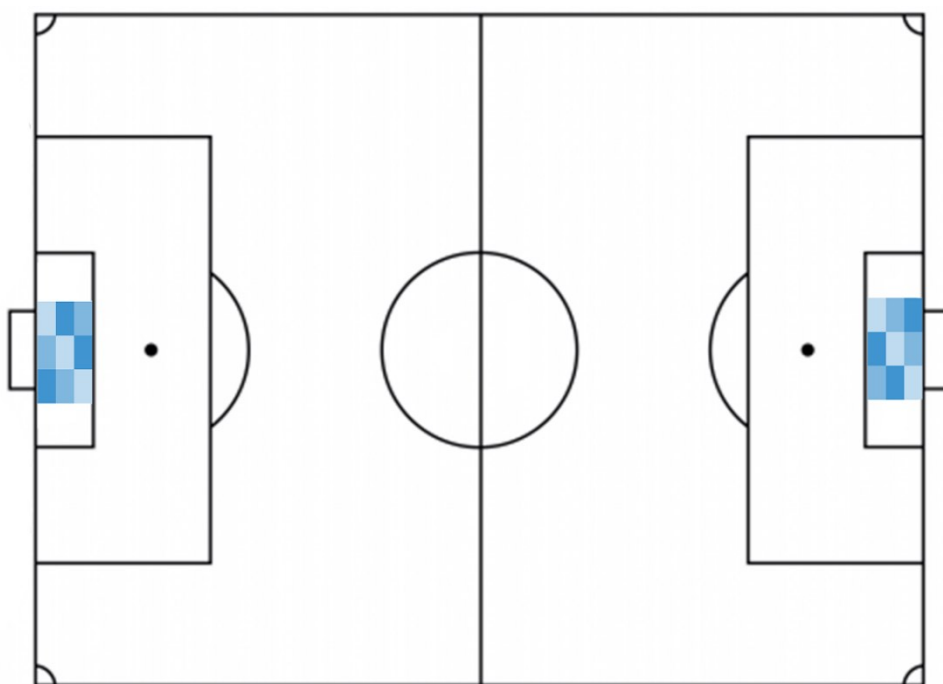
V grafu č. 3 můžeme vidět průběh průměrných měsíčních teplot ve sledovaném období v roce 2021 v porovnání s dlouhodobými průměry (1981–2010). Je patrné, že teplota se od normálu v uplynulém roce výrazně nelišila. Větší rozdíl můžeme pozorovat pouze v měsíci červnu, kdy byla průměrná denní teplota nižší, což může mít souvislost i s větším množstvím srážek v tomto měsíci (graf č. 2 výše). Druhým měsícem ve sledovaném období, kde se teplota výrazněji lišila, je srpen, kdy byla průměrná denní teplota o 1 °C vyšší, než je dlouhodobý průměr (7,1 °C).



Graf č. 3 Průběh průměrných měsíčních teplot ve vybraných měsících roku 2021 v porovnání s dlouhodobým průměrem (1981–2010).

4.3 Založení pokusu

Jak už bylo zmíněno výše, pokus byl založen na tréninkovém fotbalovém hřišti v Karlových Varech. Hřiště je velmi vytěžované a ta nejexponovanější místa jsou často vyšlapána. Ihned po skončení tréninkového procesu všech mužstev klubu byl na konci června (21. 6. 2021) založen pokus, aby měl travní porost co nejvíce času na regeneraci, případně na klíčení.



Obrázek č. 4 Zobrazení měřených území v rámci fotbalového hřiště.

Výše na obrázku č. 4 můžeme vidět rozložení pokusu na ploše fotbalového hřiště. Experiment byl prováděn na obou stranách hřiště vždy v brankovištích. Měřené plochy byly totožné. Na straně hřiště č. 1 bylo území před brankou srovnáno a byl zde položen speciálně vypěstovaný travní drn. Travní koberec byl složen převážně z jílku vytrvalého a lipnice luční. Ihned po pokládce byl nově vzniklý travní porost zalit. Na druhé straně hřiště (strana hřiště č. 2) byl povrch také urovnán a nakypřen a byla zde vyseta speciální travní směs, která byla smíchána s bílým ostrohranným pískem. Výsevok byl stanoven na 350 kg osiva/ha. Pro výsev byla použita speciální travní směs Barenbrug Super Sport, která je složena z 50 % z lipnice luční (odrůdy Barimpala a Baronii) a z 50 % z jílku vytrvalého (odrůdy Barminton a Barrage). Je to směs, která je speciálně určena pro velmi zatěžované plochy na sportovních hřištích. Stejně jako na straně hřiště č. 1, tak i zde byl povrch zasetého území zalit automatickým závlahovým systémem, který je na hřišti nainstalován.

4.3.1 Hnojení trávníku

V rámci práce byl pozorován také vliv dusíkatého hnojení na klíčení rostlin a následný růst včetně odolnosti vůči zatížení. To samé se pozorovalo i u položeného travního koberce. Na obrázku níže (obrázek č. 5) také můžeme vidět tři rovnoměrně rozmístěné varianty hnojení dusíkatým hnojivem (močovina; 46 % N). Nejtmavší části byly hnojeny 5×50 kg N/ha, středně tmavé části 3×50 kg N/ha, a nejsvětější části bloku nebyly hnojeny během pozorování vůbec.

	K1	S	K2
	3	5	0
	5	0	3
	0	3	5

Obrázek č. 5 Rozdělení jednotlivých měřených ploch včetně částí vápna (K1, S, K2) a způsob hnojení v oblasti malého vápna (černé orámování reprezentuje malé vápno).

V každém bloku bylo provedeno pět měření pomocí optického bodového rámu. Rozdělení můžeme vidět na obrázku č. 5 výše. Pro ještě lepší představu je dobré doplnit, že celý obrázek č. 5 zobrazuje malé vápno před brankou, jak je vidět výše na obrázku č. 4. Měřená oblast je vyznačena modrými obdélníky. Pro detailní výsledky pozorování bylo těchto devět měřených ploch rozděleno do tří částí (K1, S, K2). Do každé části spadá jedna nehnojená oblast, jedna hnojená 3×50 kg N/ha a jedna hnojená 5×50 kg N/ha. Hnojení bylo prováděno v pravidelných intervalech, které můžeme vidět v tabulce č. 1.

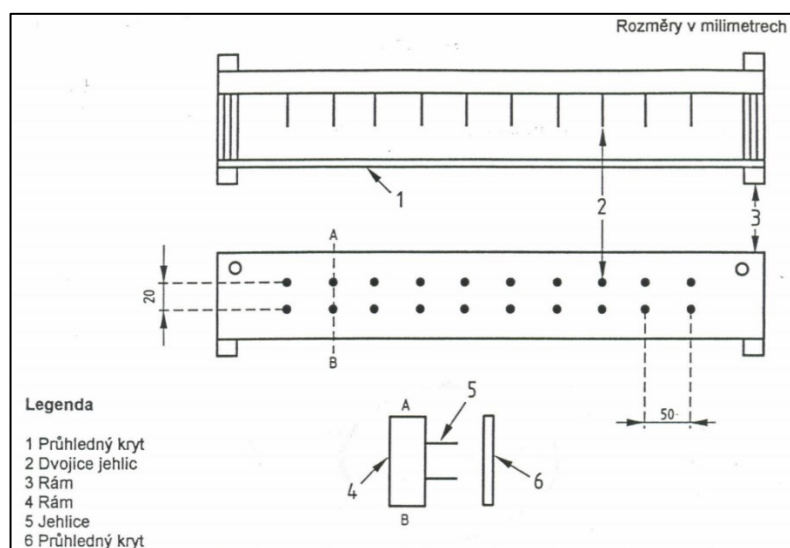
Tabulka č. 1 Termíny hnojení jednotlivých částí bloku.

	12.7.2021	2.8.2021	23.8.2021	13.9.2021	4.10.2021
0×50 kg N/ha	NE	NE	NE	NE	NE
3×50 kg N/ha	ANO	NE	ANO	NE	ANO
5×50 kg N/ha	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO

4.3.2 Hodnocení pokrývnosti trávníku

Pokrývnost se posuzovala na obou stranách hřiště. Proto se hřiště nejdříve rozdělilo na stranu hřiště č. 1 a č. 2. Na straně hřiště č. 1 byl do brankového území položen travní koberec, strana hřiště č. 2 byla doseta travní směsí. Na každé straně hřiště se hodnotilo území před brankou o rozměrech 5,5 × 10,32 m. Toto území, které je vidět na obrázku č. 4 i č. 5, bylo rozděleno na devět velikostně stejných bloků.

Na zjištění pokrývnosti trávníku fotbalového hřiště byla použita metoda bodového rámu. Zkušební zařízení (obrázek č. 6) sestává z vodorovného rámu se dvěma řadami po 10 ocelových jehlicích, upevněných ve vzdálenosti 50 mm v řadách a 20 mm mezi řadami (ČSN EN 12231 2003).



Obrázek č. 6 Zobrazení optického bodového rámu (ČSN EN 12231 2003).

Optický bodový rám se položí na trávník a zajistí se, aby byla spodní strana jehlic nejméně 10 mm nad nejvyššími čepeli tráv, s případným použitím podložek pro zvednutí rámu. Okem se vyrovná poloha hrotů každé dvojice jehlic pro stanovení bodů, které mají být hodnoceny. V každém bodu se zaznamená, co je přímo pod hroty, tj. tráva nebo holá půda. Tak se pokračuje, až je vyhodnoceno všech deset bodů. To se provede na každé měřené ploše pětkrát. Tedy na každém měřeném území bylo provedeno celkem 50 měření.

Pokrývnost se zaznamenává jako změřený podíl plochy pokryté živou tkání trav, v procentech. Hodnocení se provádělo v pravidelných týdenních intervalech od přesevu, který byl

proveden 21. 6. 2021, až do ukončení tréninkového procesu na fotbalovém hřišti (8. 11. 2021).
Termíny měření jsou uvedeny níže v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 Termíny měření pokrývnosti v roce 2021.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
21.6.	28.6.	5.7.	12.7.	19.7.	26.7.	2.8.	9.8.	16.8.	23.8.	30.8.
12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
30.8.	6.9.	13.9.	20.9.	27.9.	4.10.	11.10.	18.10.	25.10.	1.11.	8.11.

4.4 Statistické vyhodnocení dat

Statistické vyhodnocení dat bylo provedeno v programu Statistika 12 pomocí jednofaktorové a vícefaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) s následným vyhodnocením (Tukey HSD test; $\alpha=0,05$).

5 Výsledky

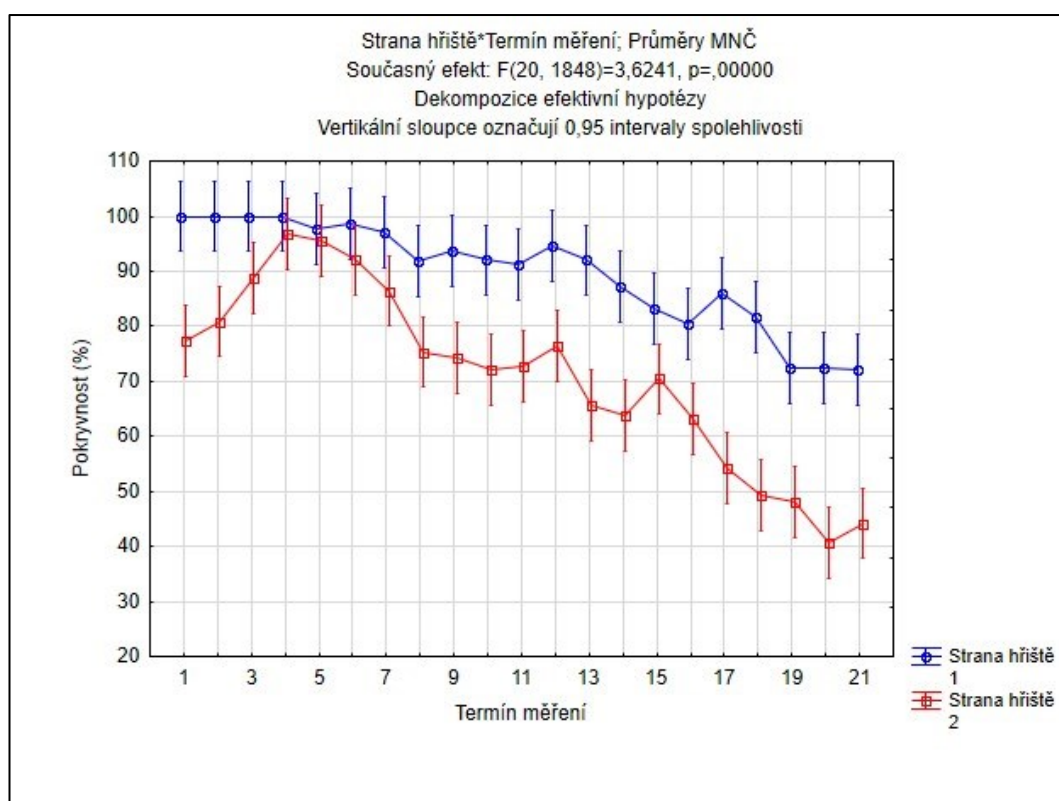
V praktické části byla posuzována pokrývnost předem vyznačených míst na fotbalovém hřišti, které jsou vyznačeny výše (obrázek č. 5), v pravidelných týdenních intervalech. První měření bylo provedeno ihned po položení travního koberce (strana hřiště č. 1) a po přisevu (strana hřiště č. 2). Poslední měření se uskutečnilo až po ukončení herní sezóny. Přesný rozpis měření můžeme vidět v tabulce výše (tabulka č. 2).

Tabulka č. 3 Průměrná pokrývnost (%) za celé sledované období.

Strana hřiště č. 1	Strana hřiště č. 2
90 ^a	71 ^b

Odlišné písmenné indexy vyjadřují statisticky průkazný rozdíl (Tukey HSD test; $\alpha=0,05$).

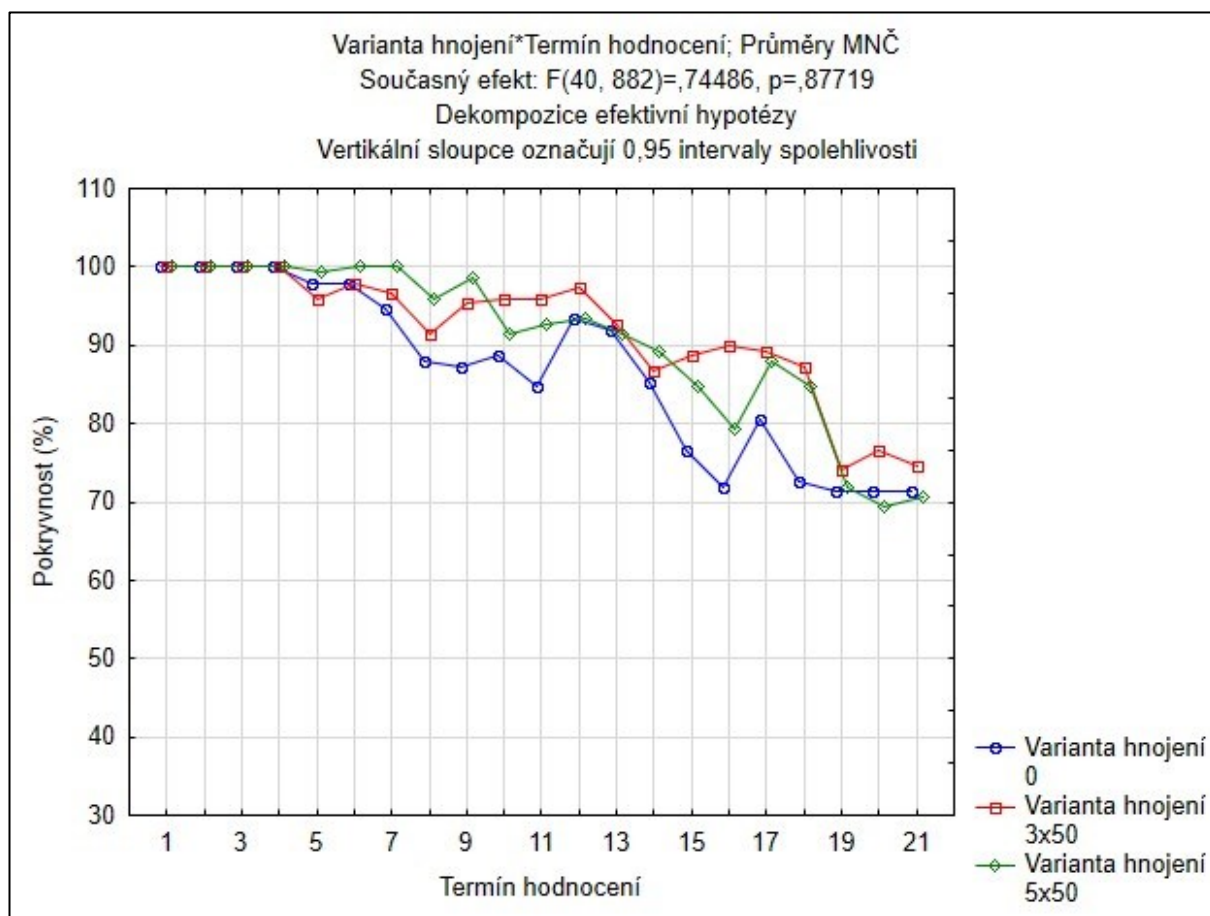
Z výsledků je jasně patrné, že území, kde byl na začátku pokusu položen travní drn (strana hřiště č. 1), mělo průměrně lepší pokrývnost než území, které bylo doseto travní směsí. Jak ukazuje tabulka č. 3, na straně hřiště č. 1 (travní drn) byla průměrná pokrývnost za celé sledované období 90 %. Zato na straně hřiště č. 2 (dosev) byla pokrývnost o 19 procentních bodů nižší, tedy 71 %.



Graf č. 4 Průběh průměrné pokrývnosti na straně hřiště č. 1 (drnování) a č. 2 (přisev).

V grafu č. 4 můžeme vidět průběh průměrné pokrývnosti na straně hřiště č. 1 (drnování) a č. 2 (přisev). I zde je vidět, že po téměř celé sledované období byla vyšší pokrývnost na straně hřiště č. 1, kde byl na začátku pozorování položen travní drn. Na začátku sledování byl na straně

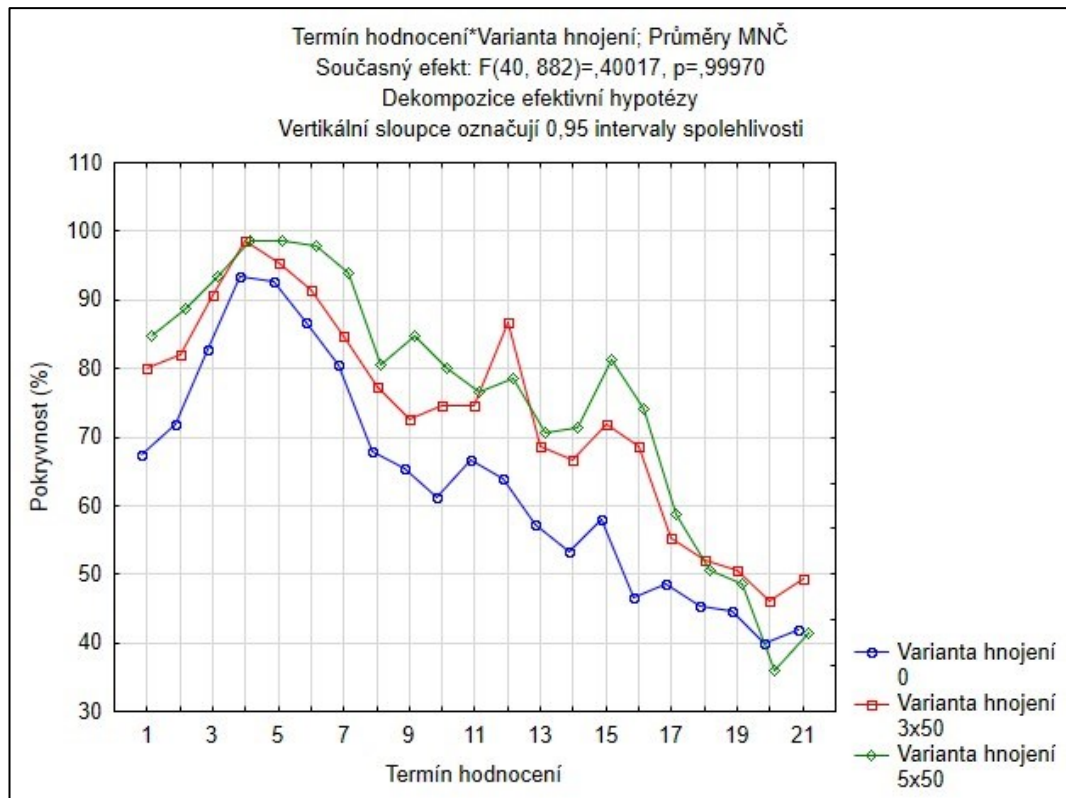
hřiště č. 1 položen travní drn, který nám zajišťuje 100% pokrývnost. Na straně hřiště č. 2 byla na povrch vyseta travní směs, průměrná pokrývnost původního porostu při výsevu byla 77 %. Na grafu dále vidíme, že pokrývnost se na daném území rychle zvyšovala a 3 týdny po výsevu (4. měření) nabyla svého maxima. Tehdy byla na straně hřiště č. 2 naměřena pokrývnost 97 %. Poté již byla obě území zatěžována a až do konce sledování docházelo ke snižování pokrývnosti. Jak vidíme z grafu č. 4, na straně hřiště č. 1, kde byl použit travní koberec, se pokrývnost snižovala pomaleji, a i na konci měření byla vyšší, když dosahovala hodnoty 72 %. Zato na straně hřiště č. 2, kde byla použita metoda přisevu, byla při posledním měření zjištěna průměrná hodnota pokrývnosti o 28 procentních bodů nižší, tedy 44 %.



Graf č. 5 Průběh průměrné pokrývnosti vápna na straně hřiště č. 1 (drnování) v závislosti na variantě hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N).

Na grafu č. 5 vidíme průběh pokrývnosti na straně hřiště č. 1, kde bylo před začátkem sledování provedeno drnování. Na grafu je zobrazen průběh pokrývnosti v závislosti na variantě hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N). Jak je z grafu patrné, na začátku měření byla pokrývnost na všech územích stejná, a činila 100 %. S přibývajícím týdny vidíme, že pokrývnost na méně hnojené variantě (3×50 kg N) a variantě nehnojené začala klesat, zato varianta hnojená nejvíce (5×50 kg N) si udržovala oproti ostatním variantám vynikající pokrývnost i o tři týdny později. Poté i u nejvíce hnojené varianty došlo k poklesu pokrývnosti travního drnu, snížení ale nebylo tak velké jako u ostatních variant. Jak je z grafu 5 dále vidět, pokrývnost všech variant hnojení se s přibývajícím časem snižovala a nejnižší hodnoty byly

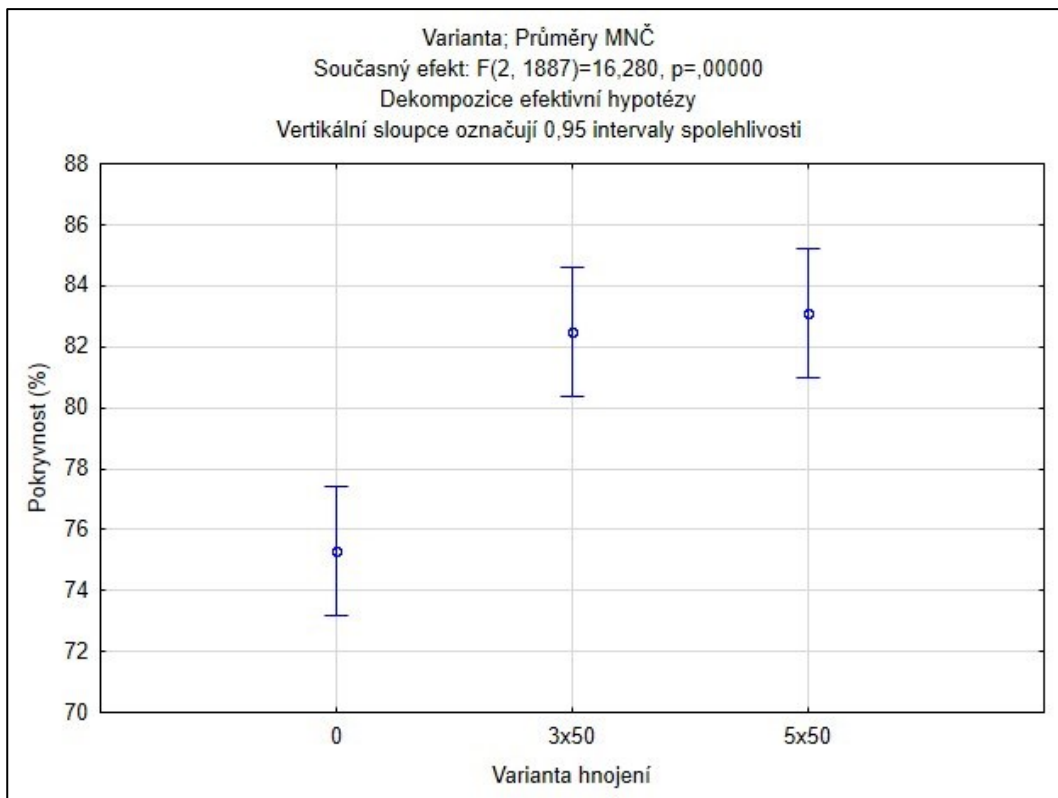
naměřeny vždy u varianty nehnojené. Za celé sledované období nebyly až na výjimky mezi jednotlivými variantami hnojení viditelné statistické rozdíly.



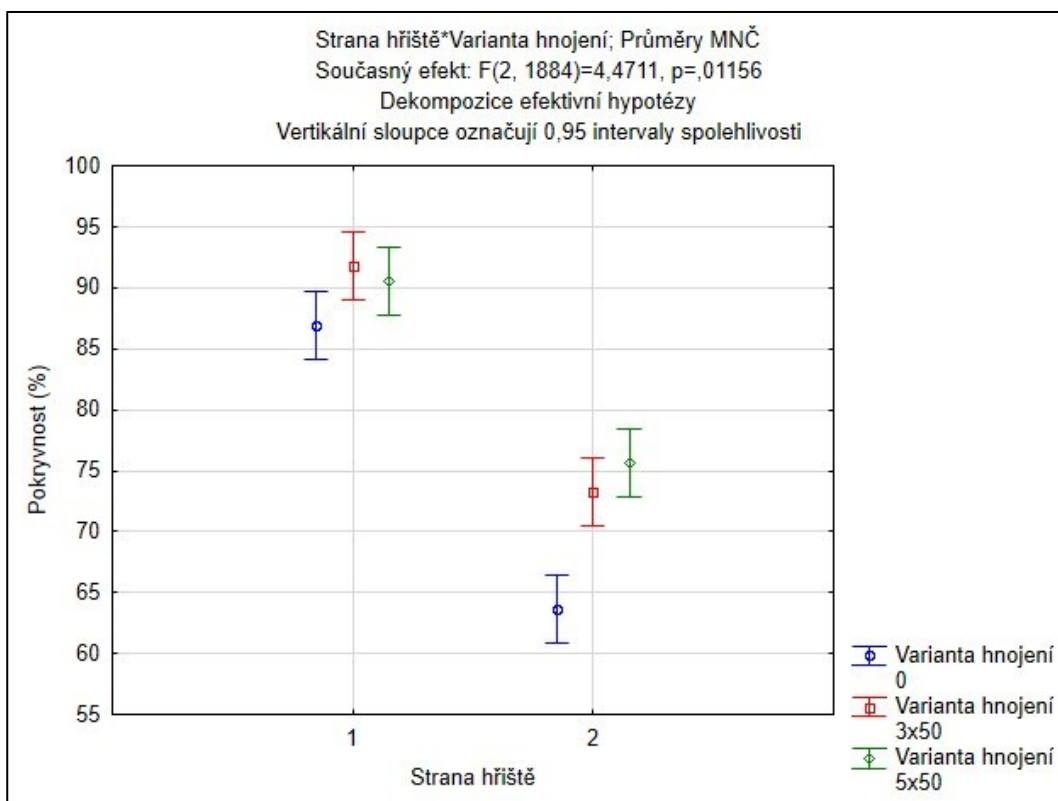
Graf č. 6 Průběh průměrné pokryvnosti vápna na straně hřiště č. 2 (přísev) v závislosti na variantě hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N).

Na grafu č. 6 vidíme průběh průměrné pokryvnosti vápna na straně, kde byl prováděn přísev, v závislosti na variantě hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N). Jak je patrné, v prvních týdnech byla pokryvnost nízká, ale již při 4. měření dosahovala nejvyšších hodnot. Následně je patrný rychlý pokles pokryvnosti, přičemž varianta nehnojená vykazovala nejrychlejší trend. Varianta hnojená nejvíce si naopak udržovala nejvyšší pokryvnost. Mezi hodnotami však neexistuje statisticky významný rozdíl. Tento trend trval až do konce sledování, kde nakonec všechny varianty hnojení vykazovaly velmi nízké a podobné hodnoty. Mezi jednotlivými variantami hnojení není v konečné pokryvnosti statisticky významný rozdíl.

Graf č. 7 ukazuje porovnání průměrné pokryvnosti za celé sledované období na obou stranách hřiště v závislosti na variantě hnojení (nehnojeno, 3× hnojeno, 5× hnojeno). Z grafu je jasně patrné, že průkazně nejnižší pokryvnost měla varianta nehnojená, u které průměrná hodnota za všechna měření dosahovala 75 %. Varianty hnojené (3× hnojeno, 5× hnojeno) nevykazovaly mezi sebou statisticky významné rozdíly a jejich průměrné hodnoty za celé měřené období dosahovaly pokryvnosti okolo 83 %.

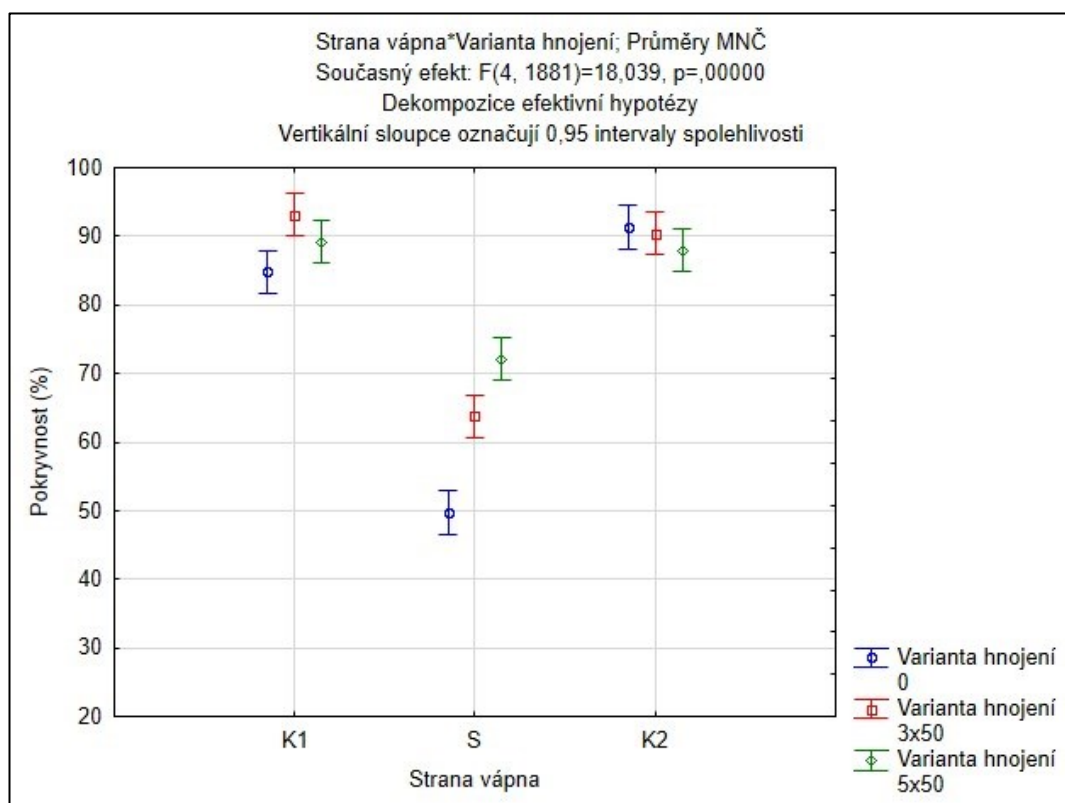


Graf č. 7 Porovnání průměrné pokryvnosti za celé sledované období na obou stranách hřiště v závislosti na variantě hnojení dusíkem (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N).



Graf č. 8 Porovnání průměrné pokryvnosti za celé sledované období v závislosti na variantě hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N) na straně hřiště č. 1 (dřnování) a č. 2 (přísev).

Na grafu č. 8 vidíme porovnání průměrné pokrývnosti za celé sledované období v závislosti na variantě hnojení. Porovnávány jsou také obě strany hřiště (drn a přísev). Na první pohled je ihned zřejmé, že na straně hřiště č. 1 dosahovaly průměrné hodnoty všech variant hnojení vyšších hodnot než na straně hřiště č. 2. Rozdíl průměrných hodnot všech variant hnojení (nehnojeno, 3×50, 5×50) na straně hřiště č. 1 (drnování) nebyl mezi sebou statisticky významný a dosahoval hodnot pokrývnosti od 87 do 92 %. Zato u varianty přísevu (strana hřiště č. 2) byl statisticky významný rozdíl mezi nehnojenou variantou a variantami hnojenými (3×50, 5×50). Průměrná hodnota pokrývnosti na straně hřiště č. 2 na nehnojené variantě dosahovala na hodnotu 64 %. Obě hnojené varianty na této straně hřiště pak vykazovaly průměrnou pokrývnost za celé sledované období kolem 74 až 75 %, přičemž varianta hnojená 5×50 vykazovala lepší výsledky (vyšší pokrývnost). Nebyl zde ale zjištěn statisticky významný rozdíl.



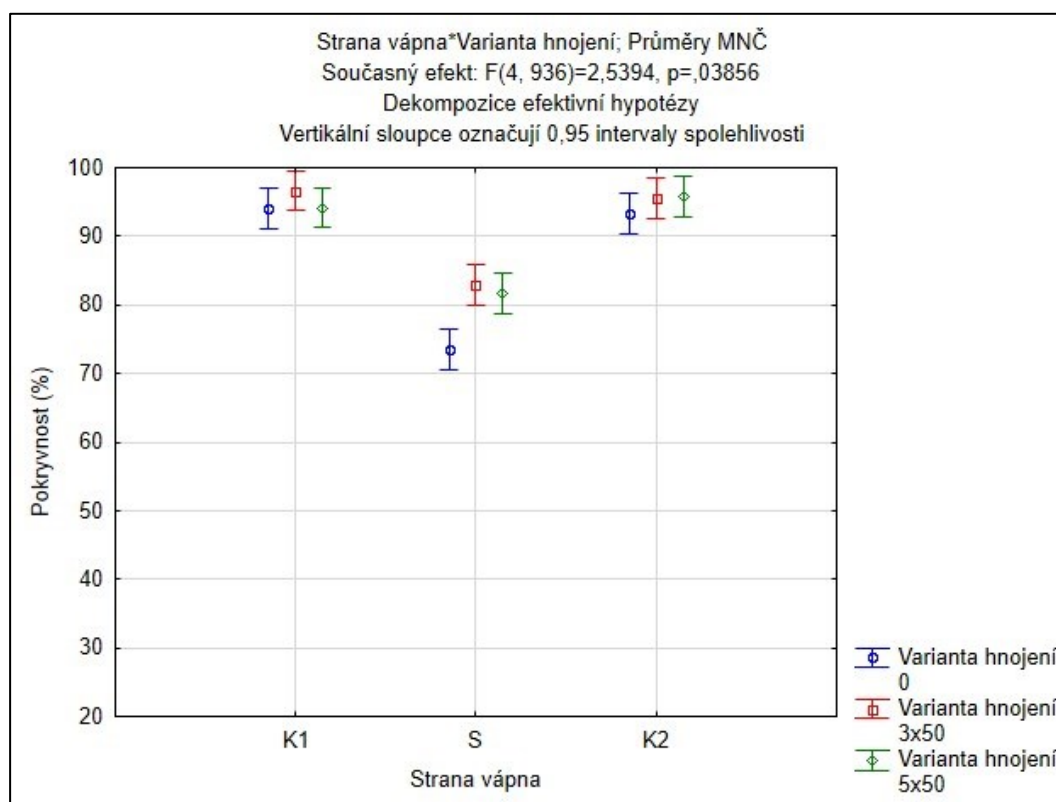
Graf č. 9 Interakce varianty hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N) a části (strany) vápna (K1, S, K2) v průměru za varianty drnování a přísevu za celé sledované období.

Na grafu výše (graf č. 9) je vyobrazena interakce varianty hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N) a části vápna (K1, S, K2) v průměru za varianty drnování a přísevu za celé sledované období. Na první pohled je zřejmé, že varianta části vápna S vykazovala v průměru za celé sledované období nejnižší pokrývnost. Na této variantě (S) je také zřejmý vliv hnojení. Zatímco nehnojená varianta vykazovala průměrnou hodnotu pokrývnosti 50 %, u hnojené varianty 3×50 kg N/ha byla naměřena průměrná pokrývnost 64 %. A u nejméně hnojené varianty (5×50 kg N/ha) dosahovala průměrná pokrývnost za celé sledované období dokonce na hodnotu 72 %. I tak ale ostatní strany vápna (K1 a K2) nedosahovaly průměrně tak nízkých hodnot. Z grafu 9 je zřejmé, že varianty K1 a K2 se mezi sebou nikterak nelišily. Dá se říci, že v průměru dosahovaly

okolo 90% pokrývnosti a mezi většinou variant hnojení nebyly statisticky významné rozdíly. Jen u strany vápna K1 byl pozorován statisticky významný rozdíl mezi variantou hnojení 3×50 kg N/ha a nehnojenou variantou, která vykazovala zhruba o 7 procentních bodů nižší pokrývnost.

Na grafu č. 10 (níže) můžeme pozorovat interakce varianty hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N) a části vápna (K1, S, K2) v průměru za variantu drnování za celé sledované období. Na první pohled je zřejmé, že část vápna S vykazovala v průměru za celé sledované období nejnižší hodnoty pokrývnosti. Mezi hnojenými variantami (3×50 kg N, 5×50 kg N) u části vápna S nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly a jejich hodnoty pokrývnosti se pohybovaly kolem 81 %, zatímco nehnojená varianta vykazovala nejnižší průměrné hodnoty pokrývnosti (72 %).

Jak je z grafu č. 10 zřejmé, části vápna K1 a K2 se od sebe nikterak nelišily. Ani mezi jednotlivými variantami hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N) nebyly statisticky významné rozdíly. Průměrné hodnoty pokrývnosti za celé sledované období se u těchto variant pohybovaly kolem hodnoty 95 %.

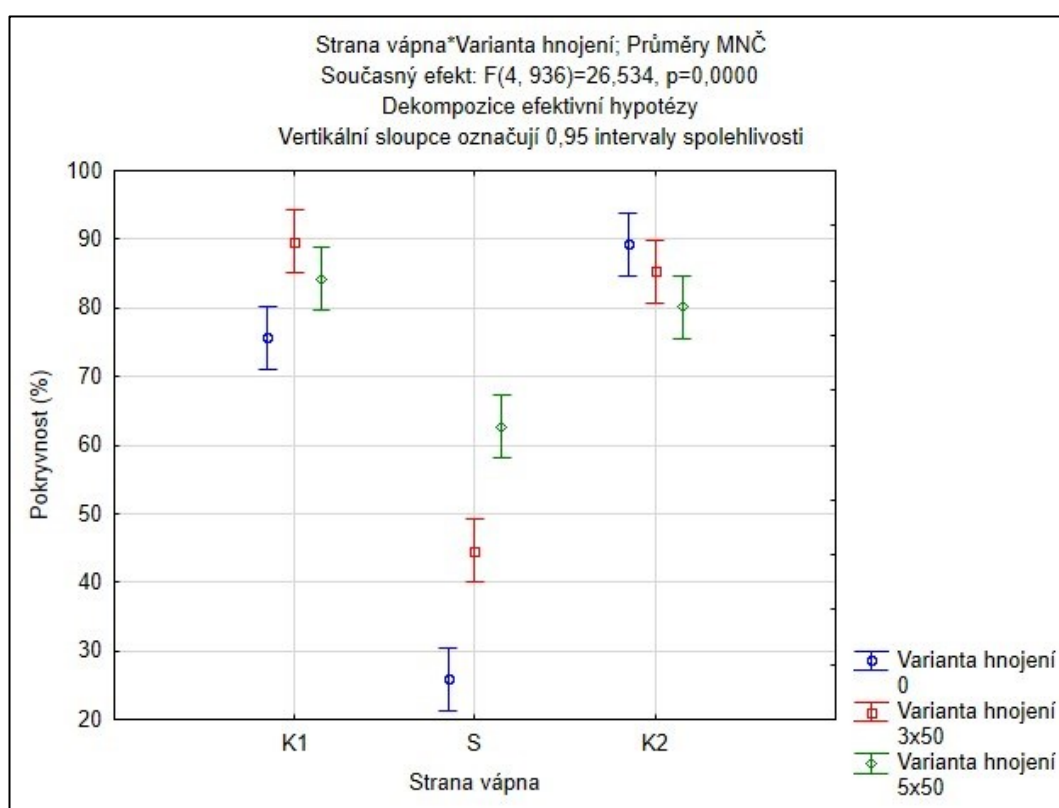


Graf č. 10 Interakce varianty hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N) a části (strany) vápna (K1, S, K2) v průměru za variantu drnování za celé sledované období.

Na grafu č. 11 (níže) můžeme vidět interakce varianty hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N) a části vápna (K1, S, K2) v průměru za variantu přisev za celé sledované období. Je zřejmé, že část vápna S vykazovala v průměru za celé sledované období nejnižší hodnoty pokrývnosti. Právě na části vápna S byly pozorovány statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými variantami hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N). Nehnojená varianta zde

vykazovala nejnižší průměrnou pokryvnost za celé sledované období (26 %). Jak je vidět z grafu 11, varianta hnojená 3×50 kg N dosahovala průměrné pokryvnosti necelých 45 %, zatímco nejvíce hnojená varianta (5×50 kg N) vykazovala nejlepší výsledky, když její průměrná pokryvnost za celé sledované období byla 62 %.

Strany vápna K1 a K2 dosahovaly daleko vyšší pokryvnosti než právě část vápna S. Na straně vápna K1 byly zjištěny statisticky významné rozdíly jen mezi nehnojenou variantou a variantou hnojenou 3×50 kg N, kde hnojená varianta dosahovala hodnot necelých 90 % pokryvnosti, zatímco nehnojená varianta 75% pokryvnosti. Na straně vápna K2 nebyly mezi jednotlivými variantami hnojení zjištěny statisticky významné rozdíly. Přičemž nejvyšších hodnot zde dosahovala nehnojená varianta (89 %). 85% pokryvnost za celé sledované období byla pozorována u varianty hnojení 3×50 kg N a nejvíce hnojená varianta (5×50 kg N) dosahovala hodnot pokryvnosti 80 %.



Graf č. 11 Interakce varianty hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N) a části (strany) vápna (K1, S, K2) v průměru za variantu přísev za celé sledované období.

V kapitole 9 Samostatné přílohy můžeme pozorovat v příloze 1 průběh průměrné pokryvnosti nehnojených ploch a jejich porovnání na straně hřiště č. 1 (drn) a straně hřiště č. 2 (přísev) v celém sledovaném období. Z grafu je patrné, že nehnojené plochy dosahovaly vyšších hodnot na straně hřiště č. 1, kde byl položen travní drn. Je zde vidět, že na plochách, kde byl proveden přísev, docházelo při zvýšené zátěži k rapidně většímu poklesu pokryvnosti. Zato u variant středně hnojených (3×50 kg N; viz Příloha 2) a vysoce hnojených (3×50 kg N; viz Příloha 3) můžeme pozorovat, že pokles pokryvnosti na straně hřiště č. 2 (přísev) nebyl tak extrémní v porovnání se stranou hřiště č. 1. Především u varianty nejvíce hnojené bylo v první

polovině sledovaného období zřejmé, že pokryvnost na straně hřiště č. 2 rapidně neklesala tak, jako tomu bylo u nehnojené varianty.

V příloze 4 vidíme průběh průměrné pokryvnosti části vápna S na obou stranách hřiště v závislosti na variantě hnojení. V příloze 5 jsou pak znázorněny strany vápna K1 a K2. Je zřejmé, že pokud je pokryvnost vysoká (K1 a K2), není vliv hnojení tak patrný. Pokud ale pokryvnost klesá, můžeme v příloze 4 vidět, že nižší pokryvnost byla naměřena na nehnojené variantě.

Tabulka č. 4 Porovnání nákladů na jednotlivé varianty ošetřování.

Výpočet jednotlivých variant ošetřování v Kč			
Varianta hnojení	0×50 kg N/ha	3×50 kg N/ha	5×50 kg N/ha
Drn	6442	6442	6442
Hnojivo	0	23	38
Celkem	6442	6465	6480
Přísev	373	373	373
Hnojivo	0	23	38
Celkem	373	396	411

V tabulce č. 4 vidíme porovnání nákladů na jednotlivé varianty. Je patrné, že varianta drnování na straně hřiště č. 1 byla několikanásobně dražší než přísev. Travní koberec na plochu 40,26 m² byl pořízen za 6442 Kč (160 Kč/m²). Osivo bylo nakoupeno jedno z nejkvalitnějších a jeho cena za 15 kg balení vyšla na 3975 Kč (265 Kč za 1 kg osiva). V přepočtu na sledovanou plochu bylo zjištěno, že cena osiva se na 40,26 m² rovnala 373 Kč. Jednotlivé varianty hnojení nemají na celkovou ekonomiku významný vliv. Jak vidíme, jedná se o malé desítky korun. Cena hnojiva za 5× hnojenou variantu byla 38 Kč, zato finance vynaložené za hnojivo na variantu 3× hnojenou byly vypočítány na 23 Kč. Ceny (s DPH) jsou počítány pouze za materiál (hnojivo; travní drn nebo osivo), není v nich započítaná práce.

6 Diskuse

V práci je zkoumán vliv hnojení a způsob založení porostu na pokryvnost brankovišť tréninkového fotbalového hřiště klubu FC Slavia Karlovy Vary. Toto hřiště využívá až čtrnáct fotbalových mužstev (z toho dvě mužská). Hřiště je využíváno především v letních měsících skoro každý den. Již řadu let řeší vedení klubu otázku, jak vylepšit kvalitu nejvíce zatěžovaných ploch hřiště jako jsou brankoviště a oblasti před pokutovými oblouky. Při pěstování jakéhokoliv porostu velmi rozhoduje vliv počasí, především v našich podmínkách množství srážek. Těch spadlo v roce 2021, kdy výzkum probíhal, velmi mnoho, jak je vidět v grafu č. 2, což sledování také velmi ovlivnilo.

Tréninkové fotbalové hřiště prochází v posledních letech velkou proměnou. Prázdná místa jsou pravidelně dosévána travním osivem, je nastavena pravidelná zálaha, dochází k regulaci plevelů, kterých je zde velké množství. Ale právě odborný přístup vedení klubu snižuje jeho množství na fotbalovém hřišti na minimum. Velkým pozitivem byla koupě vřetenové sekačky, která výrazně zlepšila nejen estetický efekt hřiště. Tréninkové hřiště se nachází u přilehlého lesa, a tak je část hřiště ve stínu. Právě zde byl vybudován podzemní drenážní systém, aby odváděl přebytečnou vodu do kanalizace a nedocházelo zde k podmáčení trenéru. Správce hřiště nově pravidelně provádí, v minulosti nepoužívanou, vertikutaci. Ta se podle Šantrůčka et al. (2001) provádí s cílem odstranit odumřelé výhonky, listy a výběžky, které způsobují tzv. plstnatění trávníků. To podle Turgeon (2002) nejenom omezuje přísun vzduchu, ale také omezuje infiltraci vody a živin v horní části půdního profilu. Dále je vertikutací redukován růst plevelů a mechů. Bylo také rozhodnuto, že hřiště bude používáno pouze jako tréninkové a byly odstraněny střídačky a zábradlí podél hřiště. To umožní šířku hřiště zvětšit až o 15 metrů, čímž vznikne ještě větší plocha pro trénování a eventuálně bude docházet i k nižší zátěži na plochu.

Jak už bylo řečeno, ani kvalitní ošetřování nemusí zabránit prázdným místům na fotbalovém trávníku. Především na velmi zatěžovaných místech, což jsou například brankoviště, je trávník podle Macolino et al. (2004) nepřetržitě vystaven mechanickému poškozování, které je způsobené nadměrnou zátěží během tréninků a zápasů. Řada fotbalových groundsmanů se rozhoduje, jestli je lepší prázdná místa na fotbalovém hřišti dosít nebo zadrnovat. Podle Skládanky et al. (2009) je mnohem výhodnější řešení prázdná místa zaplnit předem vypěstovaným kobercem. Uvádějí pro to několik důvodů. V první řadě připomínají, že porost nemusí kvalitně vyklíčit a bude nerovnoměrný. Dalším důvodem uvádějí například fakt, že osivo často vyzobává ptactvo, takže je velmi pravděpodobné, že na požadovaném místě nic nevyklíčí. Na tréninkovém fotbalovém hřišti byla pro přisev použita travní směs složená z jílku vytrvalého a lipnice luční. Taková směs je speciálně určena pro sportovní trávníky, kde je důraz kladen především na odolnost vůči zátěži a rychlost regenerace. Canaway (1983) uvádí, že jílek vytrvalý vykazuje lepší odolnost vůči zátěži oproti lipnici luční. To ale vyvracejí Shearman & Beard (1975), kteří došli k závěru, že oba druhy mají podobné výsledky. I proto byla tato travní směs vybrána. Velkou roli hraje v této směsi určitě jílek vytrvalý, který má podle Elford et al. (2008) velkou energii klíčení. Po zasetí vyklíčil jílek vytrvalý již po 7 dnech. To koresponduje i s odbornou literaturou. Například Cagaš et al. (2011) uvádějí 5–8 dnů. Nárůst pokryvnosti v prvních týdnech po zasetí je viditelný na grafu č. 4. Na druhé straně hřiště byl do brankoviště

položen travní koberec, který podle Skládanky et al. (2009) dokáže rychle a spolehlivě ozelenit prázdná místa. Dále uvádějí, že při pokládání travního koberce dochází k eliminaci rizik souvisejících s osemem (např. špatné vzejití, odplavení semen, nerovnoměrné setí). Travní koberec byl koupen od specializované firmy a obsahoval stejné travní druhy (jílek vytrvalý a lipnice luční) jako byly použity pro výsev. Výsev brankoviště na straně hřiště č. 2 i položení travního drnu na straně hřiště č. 1 proběhlo v jeden den. Na obou brankovištích proběhla ihned po aplikaci závlaha, aby travní drn neseschnul a travní osivo mohlo začít klíčit. Jak vidíme na grafu č. 4, travní koberec vytvořil ihned od prvního dne 100% pokryvnost travním drnem.

Při přísevu byla naměřena průměrná pokryvnost brankoviště 77 %. O měsíc později dosahovala pokryvnost na straně hřiště č. 2 nejvyšších hodnot, když bylo naměřeno 97 %. Poté se ale na fotbalovém hřišti začalo opět trénovat a za vlhkých podmínek, které v době měření panovaly, začala pokryvnost rapidně klesat, jak vidíme na grafu č. 4. Na straně hřiště č. 1, kde byl položen travní drn, byla počáteční pokryvnost 100 %. Vysoká pokryvnost travního drnu byla odolnější než nově zasetý trávník, což je vidět také z grafu č. 4, kde se na straně hřiště č. 1 pokryvnost snižovala pozvolněji. Velkým problémem během sledovaného období byl velmi vysoký úhrn srážek, což můžeme vidět i na grafu č. 2. Brankoviště byla často podmáčená, což v kombinaci se zatížením negativně ovlivňovalo pokryvnost. Před koncem měření bylo hřiště nešetřně před zátěží v podobě tréninků zalito. Důvodem bylo vyprázdnění nádrží s vodou před zimou. V důsledku trénování na podmáčeném terénu tak došlo k velkému snížení pokryvnosti, jak vidíme na grafu č. 4.

Velký vliv na kvalitní sytě zelený trávník má určitě pravidelné hnojení. Podle Emmons (2008) lze kvalitního, sytě zeleného trávníku dosáhnout pouze dodáním většího množství hnojiva. Nejdůležitějšími prvky pro růst rostlin jsou především N, P a K. Spoustu autorů (Beard 1973; Tallwin & Brookman 1996) ale tvrdí, že právě hnojení dusíkem nejvíce podporuje růst trav, které jsou schopné rychle a efektivně přijímat živiny z půdy. Na fotbalovém hřišti tak bylo území brankoviště rozděleno na devět bloků (3×3), kde bylo během sledovaného období hnojeno vyšší dávkou N (5×50 kg N/ha), střední dávkou N (3×50 kg N/ha) a nehnojeno N. Průběh pokryvnosti můžeme vidět na grafu č. 5 a č. 6. Na grafu č. 5 pozorujeme, že v brankovišti, kde byl položen travní drn, nebyly viditelné velké rozdíly mezi jednotlivými hnojenými a nehnojenými variantami. To můžeme slabě pozorovat na grafu č. 6, kde se jedná o variantu přísevu. Tam lze zaznamenat malé rozdíly mezi variantami hnojení. Je patrné, že varianta nehnojená vykazovala na straně hřiště č. 2 (přísev) ve sledovaném období nejnižší pokryvnost.

Vliv hnojení na pokryvnost byl pozorován i na grafu č. 7, ze kterého je jasně patrné, že varianta nehnojená vykazovala v průměru za celé sledované období nejnižší hodnoty. Zato varianty hnojené nabývaly statisticky významných rozdílů oproti nehnojené variantě. To je v souladu s tvrzením Fallahian (2006), který tvrdí, že nedostatek dodaného dusíku rostlinám snižuje kvalitu porostu. Jak vidíme z grafu č. 7, hnojené varianty se mezi sebou nikterak nelišily a dosahovaly průměrné hodnoty 83 %. Na grafu č. 8 vidíme porovnání variant hnojení na jednotlivých stranách hřiště. Zde je zřejmé, že hnojení má výrazný vliv při výsevu nového trávníku. Je vidět, že na straně hřiště č. 2 byl statisticky významný rozdíl mezi hnojenými variantami a nehnojenou variantou. Zato u varianty drnování byly hodnoty nehnojené varianty nižší, ale nebyly statisticky průkazné. I z tohoto lze tvrdit, že pokud se rozhodneme pro zaplnění

prázdných míst přívěsem, je důležité dbát na kvalitní hnojení především N. Tiwari et al. (2015) zároveň dodávají, že při přívěsu bychom měli půdu kvalitně připravit, aby mohl porost co nejlépe vyklíčit a kvalitně růst.

V neposlední řadě byl sledován také vliv varianty hnojení na jednotlivé části vápna (K1, S, K2). Jak je z grafu č. 9 patrné, strany vápna K1 a K2 se v průměru za obě strany hřiště nikterak nelišily. Zde nebyla na travní porost vyvíjena extrémní zátěž, což do jisté míry neovlivnilo ani nehnojenou variantu. Zato na části vápna S, kde je zátěž o poznání větší, jsou vidět rozdíly mezi jednotlivými hnojenými variantami a nehnojenou variantou. Z grafu je jasné patrné, že nejvíce hnojená varianta vykazovala statisticky významné rozdíly oproti středně hnojené a nehnojené variantě. Což koresponduje i s tvrzením od Street (1986), který uvádí, že aplikace dusíku zvyšuje produkci nadzemní biomasy. Z grafu č. 9 je také jasné patrné, že ani dávka 5×50 kg N/ha za sledované období nepřekračuje horní hranice doporučené dávky N rostlinám. Pokud by docházelo k nadměrnému hnojení N, Street (1986) uvádí, že by to vedlo k přerůstání nadzemní biomasy na úkor kořenového systému, což je pro trávník nežádoucí. Rostliny by tak byly více náchylné k poškození. Dále na grafu č. 10 a č. 11 můžeme vidět interakci varianty hnojení a strany vápna na jednotlivých stranách hřiště. Z grafů je zřejmé, že větší vliv hnojení má na straně hřiště č. 2, kde byla použita metoda přívěsu. Na straně hřiště č. 1 nebyly viditelné takové rozdíly mezi jednotlivými variantami.

V této diplomové práci bylo hodnoceno také ekonomické hledisko jednotlivých variant ošetřování. Jak vyplývá z tabulky č. 4, drnování je jednoznačně nákladnější operace než samotný přívěs. Cena jednoho metru čtverečního travního koberce určeného pro sportovní trávníky se pohybuje na českém trhu průměrně v rozmezí od 150 do 210 Kč. Purkar (2022) uvádí, že travní koberec vyjde zhruba na 150 Kč/m². Dále uvádí, že pokládaný trávník vyjde v konečné míře levněji než klasický. Částku ale zaplatíme jednorázově, zatímco do vysévaného trávníku investujeme na etapy. Klub FC Slavia Karlovy Vary koupil travní koberec za již zmíněných 160 Kč/m². Jedná se čistě jen o částku za travní koberec, není zde zahrnuta doprava, pokládka, ani žádné další operace. Travního drnu bylo na jednu stranu hřiště položeno 40,26 m², což v konečné míře znamenalo celkové náklady za travní koberec do jednoho brankoviště ve výši 6442 Kč. Co se týče vynaložených financí za dosev, počítalo se opět jen s náklady na osivo. Žádná práce nebyla do nákladů zahrnuta, jelikož veškerou manuální práci obstarával správce hřiště, žádná specializovaná firma. Pro dosev se použilo kvalitní hřišťové osivo od firmy Barenbrug. Náklady na potřebné množství osiva byly při výsevku 350 kg/ha vypočteny na 373 Kč. Ze získaných výsledků je jasné patrné, že dosev prázdných míst pomocí osiva je několikanásobně levnější varianta (17× levnější) pro obnovu travního drnu, než je drnování. Na druhou stranu ale ze získaných výsledků můžeme tvrdit, že zapojení nově vysetého porostu je velmi zdlouhavé a při nedostatečném zapojení porostu a brzké zátěži i méně efektivní, což můžeme vidět například na grafu č. 4. Skládanka et al. (2009) s tímto faktem souhlasí a tvrdí, že vypěstovat trávník na úrovni trávníkového koberce trvá minimálně 6 měsíců a že mladý trávník často podléhá tlaku plevelů, které v předem vypěstovaném koberci můžeme snáze regulovat.

Do ekonomické analýzy je potřeba započítat také náklady na hnojivo, které bylo na jednotlivých blocích aplikováno. Z tabulky č. 4 je jasné patrné, že náklady na hnojení jednotlivých variant se pohybovaly v řádech desítek korun. Přesněji se jednalo o 38 Kč u

varianty nejvíce hnojené (5×50 kg N/ha) a 23 Kč u varianty středně hnojené (3×50 kg N/ha). Z těchto údajů je patrné, že hnojení není v porovnání s použitím travního drnu nákladné, ale dokáže udržet trávník na vysokých hodnotách pokryvnosti, jak jsme mohli pozorovat např. na grafu č. 7, nebo jak tvrdí odborníci, např. Beard (1973) nebo Courtier (2002).

Jak už bylo zmíněno výše, stav celého hřiště se v posledních letech velmi zlepšil. Především díky novější technice a odbornějšímu přístupu místního vedení k ošetřování hřiště. I přesto se lze domnívat, že místo pro další zlepšení je zde obrovské. V první řadě lze doporučit při výskytu prázdných míst na fotbalovém hřišti preferovat pokládku travního drnu před každoročním méně efektivním dosevem. Jak vyplynulo i z této práce, výhodou položení předpěstovaného travního drnu je jeho rychlé používání a především jeho větší odolnost vůči zátěži než jakou má mladý trávník. K tomuto tvrzení se přiklání i spousta odborníků nejen z České republiky. I přes vyšší ekonomické náklady vydrží travní drn při správném ošetřování i nadměrnou zátěž, což je vidět v tabulce č. 3, kde je porovnávána průměrná pokryvnost travního drnu a přisevu za celé sledované období. Mezi jednotlivými variantami byl v průměru za celé sledované období rozdíl necelých 20 procentních bodů. I tak by se ale stále nemělo zapomínat na složení travního koberce. Ten by měl nejlépe obsahovat travní druhy odolné zátěži a druhy, které se již na fotbalovém hřišti vyskytují. Domanski (2002) tvrdí, že travní druhy pro fotbalová hřiště by měly být odolné vůči sešlapu a mechanickému poškození. Charles (2006) uvádí jilek vytrvalý, lipnici luční a kostřavu červenou jako zvláště vyhovující. I proto lze klubu do dalších let doporučit držet se těchto druhů při výběru správného travního drnu. Viditelným problémem na fotbalovém hřišti je také velké zhutnění, klubu je možné doporučit provést aerifikaci s následným pískováním. Cisar (1999) uvádí, že aerifikace snižuje zhutnění, umožňuje hlubší a rychlejší vsak vody, vzduchu, hnojiv atd. Dále pak zlepšuje odtok přebytečné vody z povrchu a zvyšuje zakořenění trav. Samozřejmě by také měla být aplikace přípravků na ochranu rostlin, díky které se dosáhne homogenního trávníku bez velkého množství plevelů. Na hřišti se vyskytoval především jitrocel větší a sedmikráska chudobka, které lze jednoduše chemicky odstranit. Ani každoroční pokládka travního drnu na velmi exponovaná místa (brankoviště) nezaručí kvalitní a esteticky vyhovující trávník. Základem je, jak už bylo řečeno, správné ošetřování, mezi které Straka a Straková (2011) řadí především zavlažování, sečení, hnojení, vertikutaci, aerifikaci, regulaci chorob, škůdců a plevelů a mnoho dalšího. Pokud bude vynechávána dlouhodobě jedna z těchto činností, nebude dosaženo kvalitního travního drnu.

Samotný přisev, který byl proveden na straně hřiště č. 2, lze hodnotit podle grafu č. 4 kladně. Jak je z grafu patrné, po zasetí se hodnoty pokryvnosti rapidně zvyšovaly. Významným problémem byla poté velmi brzká zátěž brankoviště, kde i přes vysokou pokryvnost byl trávník stále ještě mladý a slabý na to, aby vydržel vysoké mechanické poškození. Pokud se bude na hřišti v budoucnu provádět přisev, lze klubu doporučit vyhradit delší dobu pro regeneraci porostu. Jak ze studie vyplynulo, i přes kvalitní výsev a veškerou odbornou péči o porost, je při brzké zátěži trávník mechanicky poškozen. Doba regenerace je tak velmi zásadní. Z práce také vyplynulo, že pokud holá místa dosejeme travní směsí, je velmi důležité dodat dostatečné množství N hnojiv, aby se maximálně podpořil růst rostlin, což můžeme vidět např. na grafu č. 8. Zato pokud pokládáme na prázdná místa travní drn, není aplikace hnojiv v krátkodobém kontextu až tak důležitá, jak vyplynulo z grafu č. 8.

7 Závěr

Na velmi zatěžovaných místech fotbalového hřiště, jako jsou brankoviště, dochází k nadměrné zátěži, která způsobuje devastaci trávníku a vznik prázdných míst, kde hrozí větší riziko výskytu plevelů nebo velké utužení. Tato holá místa se mohou buď dosít travní směsí, nebo pokrýt předpěstovaným travním drnem. Hlavní výhodou travních drnů (koberců) je především rychlé ozelenění prázdného místa a možnost jeho brzkého zatížení. Mezi výrazné pozitivum přísevu řadíme především ekonomickou a logistickou nenáročnost.

V roce 2021 byl na tréninkovém hřišti FC Slavia Karlovy Vary do jednoho brankoviště položen travní drn a druhé brankoviště bylo doseto travní směsí. Během sledovaného období byla území v brankovišti rozdílně hnojena N hnojiv. Celý výzkum byl ovlivněn mnoha faktory, mezi ty největší řadíme především vysoký úhrn srážek a nadměrné zatížení hřiště. Ze získaných výsledků vyplývá, že:

- Výsledný stav porostu založeného drnováním dosahoval větší pokryvnosti, než porost založený výsevem. Hypotéza, že travní porost založený drnováním je odolnější vůči zátěži ve srovnání s porostem založeným výsevem, byla potvrzena.
- Hnojení dusíkem lze hodnotit kladně, především porosty hnojené vyššími dávkami dosahovaly vyšší pokryvnosti i při zvýšené zátěži. Hypotéza, že hnojení dusíkem ovlivňuje odolnost nově založeného trávníku vůči zátěži, byla potvrzena pro porost založený výsevem, ale efekt vyšší frekvence hnojení prokázán nebyl. Pro porost založený drnováním nebyla hypotéza prokázána.
- Dosažené výsledky nepotvrdily hypotézu, že hnojení dusíkem nově založeného trávníku výsevem má vliv na rychlost regenerace porostu.

Z výsledků je jasně patrné, že varianta drnování i přísevu zlepší stav porostu. Zakládání porostu drnováním je sice ekonomicky náročnější operace, ale jeho následné ošetřování není nákladné. Výsledný efekt porostu, především jeho pokryvnost, je lepší právě u pokládání travního koberce oproti výsevu. Z krátkodobého hlediska z výzkumu vyplynulo, že vysokou pokryvnost travního drnu lze získat i bez dodání hnojiv. U travního koberce není efekt hnojení patrný. Zato při zakládání porostu výsevem je efekt hnojení významným faktorem. Zde byla vyšší pokryvnost pozorována na variantě založené výsevem u hnojených ploch, ale vliv frekvence hnojení (3×50 kg N, 5×50 kg N) již průkazný nebyl. Bez dodání hnojiva na plochách založených výsevem bude pokryvnost rapidně klesat a stav porostu bude nevyhovující. To se může odrazit i na větší míře zranění hráčů. Zakládání porostu výsevem je sice několikanásobně levnější, ale v konečné míře stav porostu nedosahuje ani zdaleka požadovaného efektu jako je tomu při zakládání pomocí předpěstovaného travního koberce.

8 Literatura

- Aamlid TS, Arntsen D. 1998. Effects of light and temperature on seed germination of *Poa pratensis* from high latitudes. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* **48**:239–247.
- Adams WA, Gibbs RJ. 1994. *Natural turf for sport and amenity: Science and practice*. CABI, Wallingford, UK.
- Agro CS. 2021. Trávníkové koberce Agro CS. Available from <https://www.obchodiste.cz/velkoobchod/agro-cs-a-s/> (accessed February 2022).
- Aldous D. 1999. *International Turf Management*. CRC Press.
- Arens R. 1962. Auswirkungen der Saatstärke auf das Konkurrenzverhalten der Arten und die erste Bestandsbildung bei Weideansaat. *J. Agron. Crop Sci.*
- Aros. 2021. Zásady pro založení trávníku. Available from <http://www.aros.cz/cs/pece-o-travnik/zasady-pro-zalozeni-travniku/> (accessed November 2021).
- Baldwin CM, Totten FW, McCarty LB. 2007. Foliar fertilization for turfgrasses. In *II International Conference on Turfgrass Science and Management for Sports Fields* **783**:323–332.
- Baldwin NA. 1990. *Turfgrass Pests and Diseases*, Third Edition. The Sports Turf Research Institute, Bingley.
- Beard JB. 1973. *Turfgrasses: Science and Culture*, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Bingham SW. 1988. Lawn weed control.
- Brede AD, Duich JM. 1984. Initial Mowing of Kentucky bluegrass – Perennial Ryegrass Sedling Turf Mixtures. *Agronomy Journal* **76**:711–714.
- Büring W. 2002. Wurzelpflege auf belasteten Rasenflächen-Probleme. *Rasen-Turf-Gazon* **1**:22–24.
- Busey P. 2003. Cultural management of weeds in turfgrass: a review. *Crop Science*, **43**:1899–1911.
- Cagaš B, Macháč J. 2005. Ochrana trávníků proti chorobám, škůdcům, plevelům a abiotickému poškození. Kurent.
- Cagaš B, Svobodová M. 2013. *Trávník – zakládání, ošetřování a údržba*. 1.vyd. Vydavatelství Grada, Praha.
- Calhoun R, Sorochan L, Sorochan J, Rogers J, Crum J. 2002. Optimizing cultural practices to improve athletic field performance. *Michigan State Univ. Ext. Bul.*
- Canaway PM, Carr L, Bennett RA, Isaac SP. 1986. The effect of renovation on the ground cover of swards of eight turfgrass species grown on sand and soil and subjected to football-type wear. *Journal of the Sports Turf Research Institute* **62**:118–132.

- Canaway PM. 1984. The response of *Lolium perenne* (perennial ryegrass) turf grown on sand and soil to fertiliser. II. Above ground biomass, tiller numbers and root biomass. *Journal of the Sports Turf Research Institute* **60**:27–36.
- Canaway PM. 1984. The Response of *Lolium perenne* turf grown on sand and soil to fertilizer nitrogen. I. Ground cover response as affected by football type wear. *Journal of the Sports Turf Research Institute* **60**:8–18.
- Carroll MJ, Petrovic AM. 1991. Wear tolerance of Kentucky bluegrass and creeping bentgrass following nitrogen and potassium application. *Hort Science* **26**:851–853.
- Carrow RN, Petrovic AM. 1992. Effects of traffic on turfgrasses. In *Turfgrass*, eds. D. V. Waddington, R. N. Carrow, and R. C. Shearman, *AGRON* **32**:286–330. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy.
- Carrow RN, Petrovic MA. 1992. Soils, soil mixtures and soil amendments in *Turfgrass* ASA.
- Cevenini L, De Luca A, Ghelfi R, Pasini I, Minelli A. 2016. Economic and technical analysis of the construction and maintenance of professional soccer fields. *Journal of Environmental Science and Engineering* **5**:646–650.
- Cisar J. 1999. Processing cores after aeration. *Grounds Maintenance* **34**:1–8.
- Cockerham S, Gibeault TVA, Van Dam J, Leonard MK. 1989. Tolerance of cool season turfgrasses to sports traffic. *California Turfgrass Culture* **39**:12–14.
- Courtier J. Trávník od A do Z. Praha: Grada, 2002, 112 s. Pěkná zahrada.
- Crossley H. 2021. How to plant grass seed: the best ways to sow and grow a lawn , fast. Available from <https://www.gardeningetc.com/advice/how-to-plant-grass-seed> (accessed November 2021).
- Czarnecki Z, Harkot W. 2002. Effect of cutting frequency on surface sodding by lawn cultivars of *Lolium perenne* L. *Grassland in Poland* **5**:43–48.
- ČSN EN 12231. 2003. Povrchy pro sportoviště – Zkušební metoda – Stanovení pokryvnosti přírodního trávníku. Český normalizační institut, Praha.
- Deutsche Norm – DIN 18035 cz. 4. Sportplätze. Rasenflächen, Teil 4, 1991.
- Domański PJ. 2002. Grass species and varieties in mixtures for lawns and sports stadiums. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences SGGW* **1**:83–105.
- Dreyer J, Gomez-Porrás JL, Riedelsberger J. 2017. The potassium battery: A mobile energy source for transport processes in plant vascular tissues. *New Phytol* **216**:1049–1053.
- Emmons RD. 2008. *Turfgrass science and management*. Clifton Park, New York.
- Escritt JR. 1960. Herbicides on sports grounds. *Scientific Horticulture* **15**:65–73.
- Fallahian A. 2006. Technology, construction and lawn maintenance. Jahad-daneshgahi Mashhad Press (In Farsi).
- Gandert D, Bureš F. 1991. *Handbuch Rasen (Grundlage-Anlage-Pflege)*. DLV, Berlin.

- Giesler LJ. 1997. Abiotic Turf Injury. In F. Baxendale, Ph.D., & R. Gaussoin, Ph.D., Integrated Turfgrass Management for the Northern Great Plains.
- Giolo M, Dalla Montà A, Barolo E, Ferrari F, Masin R, Macolino S. 2017. High-temperature effects on seed germination of fourteen Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) cultivars. *Agronomy Research* **15**:123–132.
- Gruber F. 1964. Pázsitok és gyepszőnyegegek, Mezőgazda Kiadó Budapest.
- Guo W, Nazim H, Liang Z, Yang D. 2016. Magnesium deficiency in plants: An urgent problem. *The Crop Journal* **4**:83–91.
- Hosnedl V. 2003. Klíčivost a vzcházivost osiva. Available from <http://www.agris.cz/clanek/125695/klicivost-a-vzchazivost-osiva> (accessed January 2022).
- Houdek T. 2012. Metody stanovení evapotranspirace a její hodnoty v České republice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Hrabě F, et al. 2003. Trávy a trávničky - co o nich ještě nevíte. Olomouc: Vydavatelství Ing. Petr Baštan (ed.) – Hanácká reklamní.
- Hrabě F, et al. 2009. Trávničky pro zahradu, krajinu a sport. Vydavatelství Petr Baštan, Olomouc.
- Hron F, Kohout V. 1986. Polní plevele – část obecná. Uč. text VŠZ Praha MON.
- Charles G. 2006. Kosiarki wrzecionowe. Sportowe nawierzchnie trawiaste.
- Ingestad T. 1977. Nitrogen and plant growth; maximum efficiency of nitrogen fertilizers. *Ambio*.
- ISTA. 1996. Mezinárodní pravidla pro testování semen 1996. Mezinárodní asociace pro testování semen, Curych.
- Javahery S, et al. 2012. The effect of fertilizer treatments at three compactness levels on qualitative traits of sport lawn in Winter Season. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology* **3**:20–24.
- Kamal-Uddin. MD. Juraimi. AS. Begum. M. Ismail MR. Rahim AA. Othman R. 2009. Floristic composition of weed community in turf grass area of west peninsular Malaysia. *International Journal of Agriculture and Biology* **11**:13–20.
- Kazimierska N, Wolski K, Biernacik, M. 2016. The influence of various lawn grasses mixture and sowing rate on the sport turf quality indicator. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu: Rolnictwo*.
- Kováčik P. 2001. Sekání trávniku. Available from <http://www.travnik-kvalitne.cz/sekani-travniku> (accessed February 2022).
- Kreitlow K. 1971. Lawn diseases; how to control them. *Lawn diseases; how to control them*.
- Kulin B, et al. 2008. The effect of soil nutrient content on the mowed turf. *Cereal Research Communications* **36**:879–882.

- Laissus R, Marty P. 1969. Rendements et possibilités d'évolution d'une prairie permanente médiocre soumise à diverses fumures azotées. *Fourrages* **40**:3–21.
- Lamey HA, Ash CLR, Stienstra WC. 1988. Lawn diseases.
- Larsen SU, Andreassen C. 2004. Light and heavy turfgrass seeds differ in germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Science* **44**:1710–1720.
- Larsen SU, Baily C, Come D, Corbineau F. 2004. Use of hydrothermal time model to analyse interacting effects of water and temperature on germination of three grass species. *Seed Science Research* **14**:35–50.
- Larsen SU, Bibby BM. 2004. Use of germination curves to describe variation in germination characteristics in three turfgrass species. *Crop science* **44**:891-899.
- Läuchli A, Pflüger R. 1978. Potassium transport through plant cell membranes and metabolic role of potassium in plants. In: *Potassium Research-Review and Trends*. International Potash Institute, Basel, Switzerland
- Lawson DM. 1989. The principles of fertilizer use for sports turf. *Soil Use and Management* **5**:122-127.
- Litschmann T. et al. 2007. Počítače a řízení závlah. In: *Informace pro zahradnictví* **12**:10–11.
- Lodge GM. 2004. Seed dormancy, germination, seedling emergence, and survival of some temperate perennial pasture grasses in northern New South Wales. *Australian Journal of Agricultural Research* **55**:345–355.
- Loch D. 2013. Zoysias: the environmental turfgrass. *Australian Turfgrass Management Journal* **15**:46–49.
- Macolino S, Scotton M, Lucon M, Ziliotto U. 2004. Effect of simulated traffic on vegetative evolution of turfgrass in construction systems of soccer pitches. *Acta Horti* **661**:375–379.
- Madison JH. 1966. Optimum rates of seeding turfgrasses. *Agronomy Journal* **58**:441–443.
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press, San Diego, NY.
- Martin DL, Hillock D. 2007. Lawn management in Oklahoma.
- McGinnies WJ. 1960. Effects of moisture stress and temperature on germination of six range grasses. *Agronomy Journal* **52**:159–162.
- Moore RW, Christians NE, Agnew ML. 1996. Response of three Kentucky bluegrass cultivars to sprayable nitrogen fertilizer programs. *Crop Science* **36**:1296–1301.
- Munford G. 2011. How to Get the Perfect Lawn.
- Mynett M, Prończuk M, Prończuk S. 2010. A beautiful lawn (in Polish). Multico Printing House. Warsaw, Sygn.
- Naderi D, Kafi M. 2005. Lawns (How to plant and care for healthycarpet of green,) translated in Farsi, Bowker, M (author). Nedaye ZohaPress (In Farsi)
- Nathan MV. 2009. Soils, plant nutrition and nutrient management.

- Németh T. 2006. Nitrogen in the soil-plant system, nitrogen balances. *Cereal Research Communications* **34**:61–65.
- Novoa R, Loomis RS. 1981. Nitrogen and plant production. *Plant Soil* **58**:177–204.
- Peeters P, Verbruggen P, Nelissen F, De Leeuw O. 2004. The P gene of Newcastle disease virus does not encode an accessory X protein. *J. Gen. Virol* **85**:2375–2378.
- Pessaraki M. 2007. *Handbook of turfgrass management and physiology*. CRC Press.
- Pirchio M, et al. 2018. Autonomous mower vs. rotary mower: Effects on turf quality and weed control in tall fescue lawn. *Agronomy* **8**:15.
- Plaškowska E, Wolski K, Moszczyńska E, Kaczmarek J. 2006. Study of the healthiness of species and cultivars of turfgrass and their mixtures for football pitches (in Polish). *Scientific Journal of Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Series of Agronomy LXXXVIII* **545**:211–219.
- Purkar R. 2022. Travní koberce. Available from <https://www.zavlazovacisystemy.cz/travni-koberce> (accessed February 2022).
- Randhawa GS, Mukhopadhyay A. 1986. *Floriculture in India*. Allied publishers, New Delhi, India.
- Richter R. 2004. Symptomy nedostatku a nadbytku draslíku. Available from https://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/ksymptomymy.htm (accessed February 2022).
- Richter R. 2004. Význam biogenních prvků. Available from https://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm (accessed January 2022)
- Roberts EH. 1988. Temperature and seed germination. *Symposium of the Society of Experimental Biology* **42**:109–132.
- Rosen CJ, Horgan BP, Mugaas RJ. 2008. Fertilizing lawns.
- Sagers LA. 1990. Fertilizing lawns.
- Sevcikova M, Feriencikova D, Gaborcik N, Ondrasek L, Uhliarova E, Zimkova M. 2000. Wear tolerance of turfgrass varieties. In *Grassland Ecology, Proceedings of the 5th Ecological Conference*, eds. N. Gaborcik et al. Banska Bystrica-Slovakya: Grassland and mountain agriculture research institute.
- Shearman RC, Beard JB, Hansen CM, Apaella R. 1974. Turfgrass wear simulator for small plot investigations. *Agronomy Journal* **66**:332–334.
- Shearman RC, Beard JB. 1975. Turfgrass wear tolerance mechanisms. I. Wear tolerance of seven turfgrass species and quantitative methods for determining turfgrass wear injury. *Agronomy Journal* **67**:208-211.
- Shearman RC, Kinbacher EJ, Riordan TP. 1980. Turfgrass-paver complex for intensively trafficked areas. *Agronomy Journal* **72**:372–374.

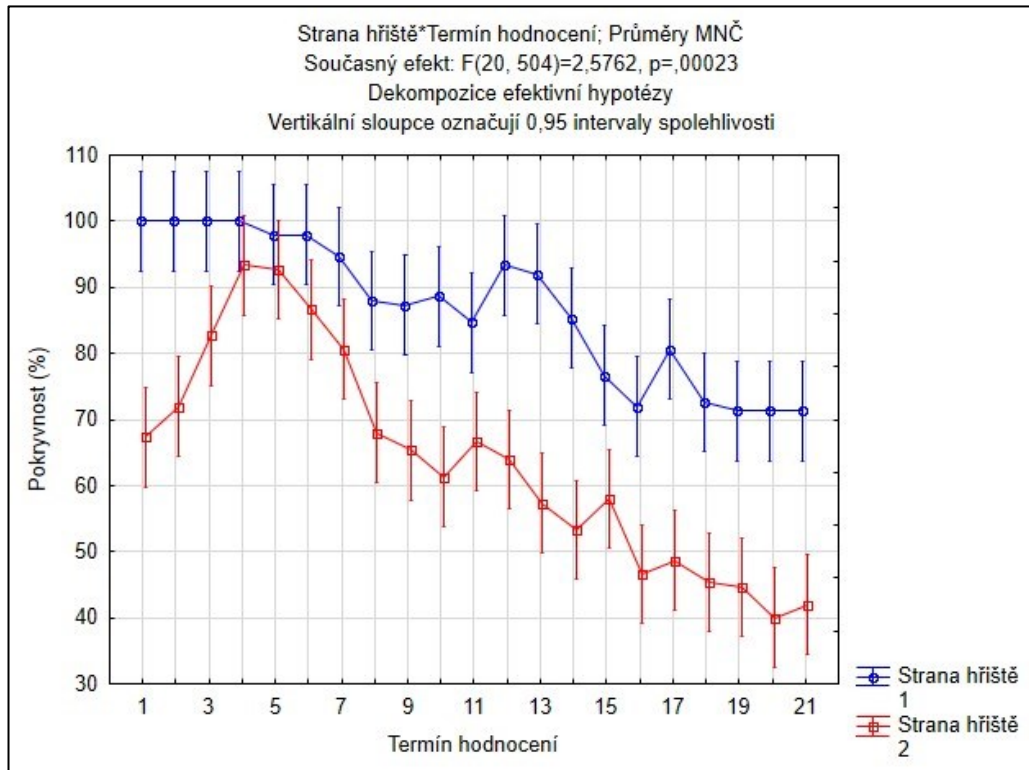
- Shen JB, Xu LY, Jin XQ, Chen JH, Lu HF. 2008. Effect of temperature regime on germination of seed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Grass and Forage Science*, **63**:249-256.
- Sherratt P. 2001. Cool-season turf grasses for sports fields and recreational areas. Ohio State University Extension Fact Sheet.
- Sills MJ, Carrow RN. 1983. Turfgrass growth, N use, and water use under soil compaction and N fertilization. *Agronomy Journal* **75**:488–492.
- Simon EW. 1978. The symptoms of calcium deficiency in plants. *New phytologist*, **80**:1–15.
- Simón MR, Cordo CA, Perello AE, Struik PC. 2003. Influence of nitrogen supply on the susceptibility of wheat to *Septoria tritici*. *Journal of Phytopathology* **151**:283–289.
- Skirde W. 2008. Bemerkungen zur Entwicklung von DIN 18035–4: Sportplätze-Rasenflächen, *Neue Landschaft* **7**:41–47.
- Skládanka J, Vrzalová J, Vyskočil I. 2009. Kobercové trávníky. Available from https://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/travy/index.php?N=9&I=0 (accessed December 2021).
- Skládanka J, Vrzalová J, Vyskočil I. 2009. Hnojení. Available from https://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/travy/index.php?N=4&I=7 (accessed January 2022).
- Skládanka J, Vrzalová J, Vyskočil I. 2009. Závlaha. Available from https://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/travy/index.php?N=4&I=6 (accessed November 2021).
- Slafer GA, Savin R. 2018. Can N management affect the magnitude of yield loss due to heat waves in wheat and maize? *Curr Opin Plant Biol* **45**:276–283.
- Snyder GH, Augustin BJ, Davidson JM. 1984. Moisture sensor-controlled irrigation for reducing N leaching in bermudagrass turf. *Argon. J.* **76**:964–969.
- Sobotová H, Kocourková D, Našinec I, Svobodová M. 2006. The influence of mix composition and management on Perennial ryegrass and Kentucky bluegrass presence in turf stand. *Sustainable grassland productivity. Badajoz – Spain* **11**:796–798.
- Soldat DJ, Brosnan JT, Chandra A, Gaussoin RE, Kowalewski A, Leinauer B, Rossi FS, Stier JC, Unruh JB. 2020. Estimating economic minimums of mowing, fertilizing, and irrigating turfgrass. *Agricultural and Environmental Letters*.
- Spangenberg, BG, Fermanian TW, Wehner DV. 1986. Evolution of liquid-applied nitrogen fertilizers on Kentucky bluegrass Turf. *Agronomy Journal* **78**:1002–1006.
- Straka J, Straková M. 2011. Zakládání trávníků a péče o trávníky. Agrostis Trávníky, s.r.o., Rousínov. Available from <http://www.szuz.cz/UserFiles/File/Zakladani%20travniku%20a%20pece%20o%20travniky.pdf> (accessed September 2021).
- Street JR. 1986. Athletic field fertilisation, *Proceedings of the 56th Annual Michigan Turf Conference* **15**:120–126.

- Sulzberger R. 2005. Trávníky. 1.vyd. Vydavatelství Rebo.
- Susan M, Chawla SL, Roshini A. 2016. Recent advances in turf management. In: Commercial Horticulture. (Patel, N.L., Chawla, S.L. and Ahlawat, T.R. Eds). NIPA, New Delhi, India.
- Svobodová M. 2004. Trávník. Grada Publishing, a.s., Praha.
- Šantrůček J. et al. 2001. Základy pícninářství. ČZU, Praha.
- Štětinová H. 2020. Choroby v trávníku. Available from <https://www.chatar-chalupar.cz/choroby-travniku/> (accessed February 2022).
- Taivalmaa SL, Talvitie H, Jauhiainen L, Niemelainen O. 1998. Influence of wear-stress on turfgrass species and cultivars in Finland. *Journal of Turfgrass Science* **74**:52–62.
- Talbott LD, Zeiger E. 1996. Central roles for potassium and sucrose in guard-cell osmoregulation. *Plant Physiol* **111**:1051–1057.
- Tanoi K, Kobayashi NI. 2015. Leaf senescence by magnesium deficiency. *Plants* **4**:756–772.
- Thomas RJ. 1976. Provdzušňování... Pomáhá trávníku dýchat. Weeds Trees and Turf (USA).
- Tiwari, A.K., K.P. Singh, Shephalika Amrapali and Girish, K.S. (2015). Lawn Management. DFR Extension Bulletin No. 15. ICAR - Directorate of Floricultural Research, College of Agriculture campus, Shivajinagar, Pune - 411 005 (Maharashtra), India.
- Trenholm LE, Carrow RN, Duncan RR. 2000. Mechanisms of wear tolerance in Seashore paspalum and Bermudagrass. *Crop Science* **40**:1350–1357.
- Turgeon AJ, Kral DM, Viney MK. 1994. Turf weeds and their control. Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA.
- Turgeon AJ. 2002. Turfgrass management, sixth edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Turgeon AJ. 2005. Turfgrass management. Pearson, New Jersey.
- Turgeon AJ. 2008. Turfgrass Management, 8th Edition. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Turner TR, Hummel NW. 1992. Nutritional requirements and fertilisation. In DV Waddington. **32**:231–67.
- Ugur B, Esvet A. 2007. Effect of nitrogen fertilization on quality characteristics of four turf mixtures under different wear treatment. *Journal of Plant Nutrition* **30**:1139–1152.
- Vaněk V. Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Praha: Profi Press.
- Vargas JM. 2018. Management of turfgrass diseases. Routledge.
- Walterová S. 2014. Co je mimokořenová (foliární) výživa. Available from <https://zahradkaruvrok.cz/2014/03/co-je-mimokorenova-foliarni-vyziva/> (accessed February 2022).

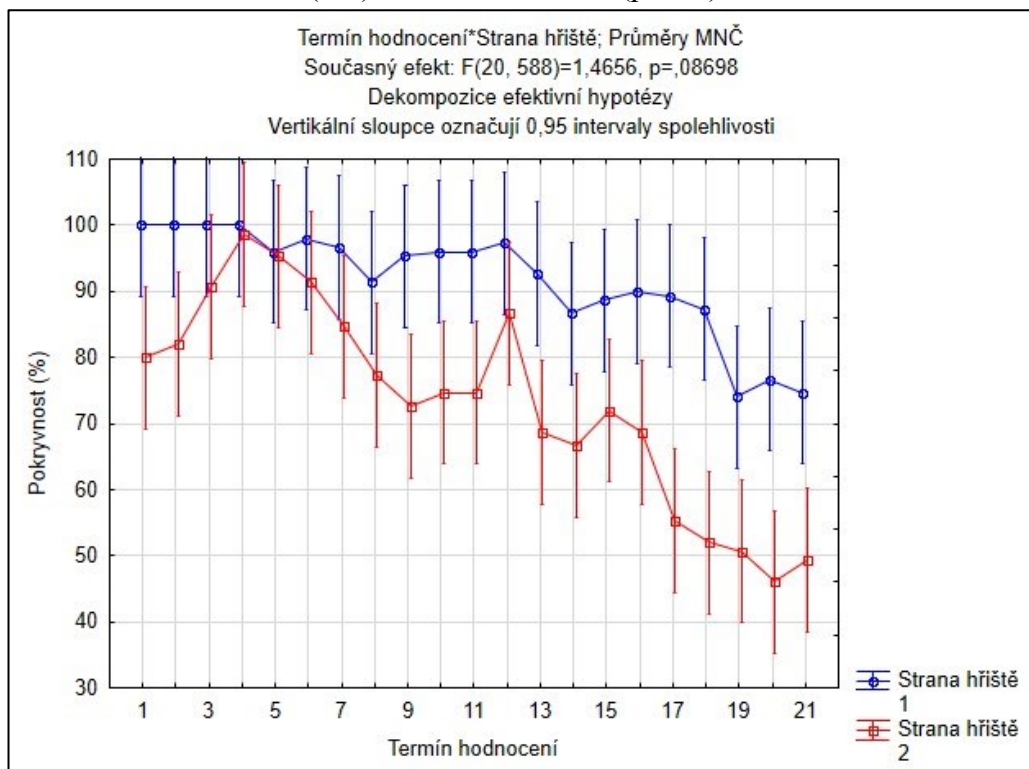
- Watschke TL, Dernoeden PH, Shetlar DJ. 1995. Managing turfgrass pests. Lewis Publishers, London, UK.
- Weerd L, Kadrnožka Z. 2001. Tak často zanedbávaný význam kvalitního složení směsi, *Trávníky 2001, Ročenka českého trávníkářství*, 29 s.
- Wehner DJ, Haley JE, Martin DL. 1988. Late fall fertilization of Kentucky bluegrass. *Agronomy Journal* **80**:466–471.
- Wilkinson JF, Duff DT. 1972. Effects of fall fertilization on cold resistance, color, and growth of Kentucky bluegrass. *Agronomy Journal* **64**:345–348.
- Wolski K, Gawęcki J, Bartmański A, Sokulska D, Baranowski M. 2006. Suitability of turfgrass species, varieties and mixtures for turfing football grounds (in Polish). *Scientific Journal of Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Series of Agronomy LXXXVIII* **545**:285–291.
- Wolski K, Talar-Krasa M, Świerszcz S, Biernacik M, Dradrach A, Szymura M. 2016. Visual and functional evaluation of football turf. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* **19**:1–12.
- Wysocki C. 2002. Natural and technical conditions in designing elaborations sports lawn. *Review Engineering and Environmental*. Publisher SGGW. Warsaw.
- Yoon SY, Murayama Urayama S, Kosaka S. 1985. Studies on temperature responses of grasses. 2. Comparison of germination of temperate and tropical grasses in various temperature conditions. *Journal of the Yamagata Agriculture and Forestry Society* **42**:21–25.

9 Samostatné přílohy

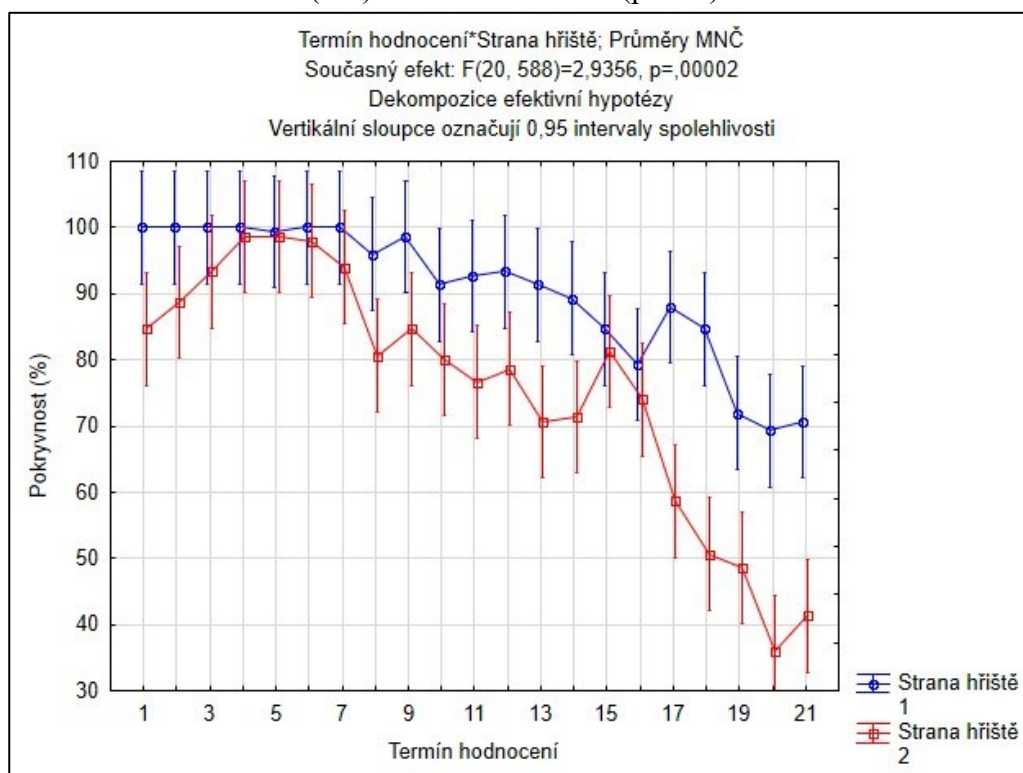
Příloha 1 Průběh průměrné pokrývnosti ploch nehnojených a jejich porovnání na straně hřiště č. 1 (drn) a straně hřiště č. 2 (přísev) v celém sledovaném období.



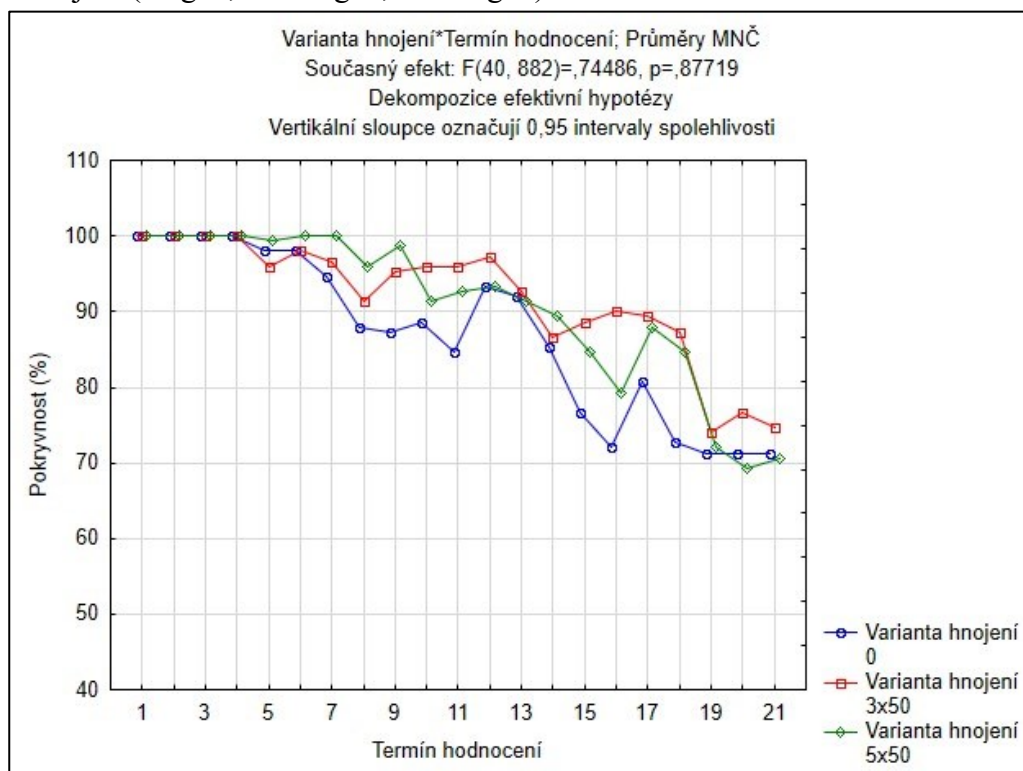
Příloha 2 Průběh průměrné pokrývnosti ploch středně hnojených (3×50 kg N/ha) a jejich porovnání na straně hřiště č. 1 (drn) a straně hřiště č. 2 (přísev) v celém sledovaném období.



Příloha 3 Průběh průměrné pokrývnosti ploch vysoce hnojených (5×50 kg N/ha) a jejich porovnání na straně hřiště č. 1 (drn) a straně hřiště č. 2 (přísev) v celém sledovaném období.



Příloha 4 Průběh průměrné pokrývnosti části vápna S na obou stranách hřiště v závislosti na variantě hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N) v celém sledovaném období.



Příloha 5 Průběh průměrné pokrývnosti stran vápna K1 a K2 na obou stranách hřiště v závislosti na variantě hnojení (0 kg N, 3×50 kg N, 5×50 kg N) v celém sledovaném období.

