

VODOPROPUSTNÉ MLATOVÉ POVRCHY PRO STEZKY A CHODNÍKY V KRAJINĚ

WATER-PERMEABLE FINE-GRAVEL SURFACES FOR PATHS AND SIDEWALKS IN THE COUNTRYSIDE

Karel Zlatuška

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra lesnických technologií a staveb, Kamýcká 129, 165 00 Praha – Suchbátka, zlatuska@fd.czu.cz

<https://doi.org/10.11118/978-80-7509-932-7-0063>

Abstract

The paper discusses tamped areas as an alternative surface for paths and sidewalks in the countryside and shows the possibilities of information from the German FLL Methodology in a similar climatic area - in the Czech Republic. In this context, the level of its water permeability is also described. It is stated that a value of 3.6 litres per square meter per hour allows only light rain to be absorbed. Therefore, it is necessary to add drainage equipment to tamped paths and sidewalks. The conditions or limits for the use of the tamped areas follow from the stated properties: (i) operation of vehicles up to 3.5 t and without horses, (ii) minimum surface slope of 2.5% and maximum of approx. 6%, (iii) regular and intensive maintenance. The article further describes in detail the technical requirements for aggregate mixtures for tamped areas, the method of construction and maintenance. At the end of the article there is a short comparison with similar materials and constructions that are used in the Czech Republic on forest and field roads.

Keywords: tamped areas; crusher fine surfacing; water permeability, pathway

Úvod

Vývoj povrchů polních a lesních cest a stezek a chodníků v krajině procházel mnoha etapami a byl závislý zejména na intenzitě provozu. V dobách, kdy stezky a pěšiny sloužily k pěšímu pohybu lidí a přenášení materiálů, vyhovoval povrch z místního materiálu. Naopak trasa byla uzpůsobena morfologii terénu a půdním podmínkám; vyhýbala se močálům a vodní toky a jejich nivy křížila co možná nejkratší vzdáleností. Zcela určitě se jednalo o zemní, dusané povrchy pravděpodobně s jednoduchým odvodněním. Později na těchto trasách vznikalo přemostění drobných vodních toků ze dřeva a z kamene sbíraného na místě.

Zejména rozvojem obchodu mezi jednotlivými sídly se stezky a pěšiny rozšiřovaly na cesty, které se postupně zpevňovaly a doplňovaly o mostky a propustky. Děje se tak až do dnešních dnů. Cesty, silnice, dálnice, ale také chodníky jsou opatřeny tvrdým, pro vodu nepropustným povrchem, který je sjízdný nebo schůdný za každého počasí, který je pohodlný.

Podobným vývojem prošly také cesty a pěšiny v parcích. Původní zemní, pískové nebo štěrkové cesty na mnoha úsecích vystřídal asfalt a beton. Důvodem je jednak větší množství návštěvníků parku, jednak náklady na údržbu těchto cest a pěšin.

V poslední době si však lidé uvědomují, že parkové cesty by neměly vypadat jako chodníky v sídlišti, a požadují přírodě blízké a vodopropustné povrchy, požadují povrchy měkké pro příjemnou chůzi. A stejné povrchy požadují pro pěší, případně i cyklo turistiku v krajině.

Obloukem se tedy vracíme k původním, zemním nebo štěrkovým cestám, pro které se dnes zjednodušeně a všeobecně používá pojem „mlat“.

Většina stavebních úprav, které obsahují výstavbu nebo rekonstrukci mlatových cest, stezek, chodníků a pěšin je realizována z dotací ČR a / nebo EU. Pro takové stavby zákony požadují zpracování projektové dokumentace včetně rozpočtu stavby s precizně definovanými rozpočtovými položkami, aby bylo možno nabídky uchazečů o stavební zakázky

porovnávat. V současné době v ČR chybí platná technická norma nebo metodika, podle které by bylo možno postupovat. Pro naše území (obdobné klimatické, kulturní a technické podmínky) lze využít německou metodiku FLL pro plánování, výstavbu a údržbu mlatových cest [1] (dále jen „Metodika FLL“), ze které vychází informace a doporučení v tomto příspěvku. Dále jsou zapracovány zkušenosti autora.

Pro zjednodušení je v tomto příspěvku použit pojem „mlat“ pro mlatové plochy, cesty, stezky, chodníky i pěšiny, tedy pro stavby. Jednotlivé konstrukční vrstvy jsou popsány samostatně.

Pojem „Mlat“

Slovo mlat původně označovalo pevnou hladkou plochu, kde se na statku mlátilo cepy obilí. Mlat vznikl smícháním hlíny se slámou, případně s dalšími příměsemi jako otruby, řezanka, někdy i volská krev. Z této směsi byla vytvořena vrstva o tloušťce 200–300 mm, která se zvlhčila a následně pořádně udusala. (SLEPIČKA in [2]). Mlatový povrch nebo mlatová cesta, chodník nebo pěšina není v ČR definována. Jediný odkaz je v převzaté ČSN DIN 18 035-2 „Sportovní hřiště - Část 2: Závlaha trávníkových a mlatových ploch“ [3]. V této normě však není mlatová plocha definována a odkazovaná technická norma DIN 18 035-5 [4] není v ČR zavedena.

Mlatovou povrchovou úpravou jsou označovány povrchy, kde na podkladní vrstvy kameniva o patřičné síle a z patřičných frakcí vrstvených postupně od hrubých po jemnější, se nakonec položí závěrečná vrstva, jejíž podstatu tvoří lomová výsivka nebo směs lomových výsivek. Tato vrchní vrstva se nazývá obrusná a je tvořena hlinitopísčitou lomovou prosívkou frakce 0–4 mm (směs vápencových štěrků a prosívek). Maximální mocnost této vrstvy je 40 mm. Vhodná směs vápencových štěrků a prosívek zaručuje dokonalé vlastnosti mlatových povrchů nejen při jejich zakládání, ale i po celou dobu jejich trvání. Při správném dodržení poměrů směsi vápencových štěrků a prosívek s hlinitopísčitou složkou a při případném dalším doplňování ubývajících vápencových složek (vymývané vodou), lze zajistit stálou pevnost a soudržnost mlatů (SLEPIČKA in [2]).

S ohledem na terminologii používanou v silničním stavitelství lze mlaty definovat jako vodopropustné, vícevrstvé stavební konstrukce ze směsi kameniva specifického složení (hlinito – písčitá směs), nestmelené (bez použití pojiv). Konstrukci (souvrvství) je nutné zřizovat na upravené podloží s dostatečnou únosností a vodopropustností. Odvodnění povrchové vody, která nevsákne do povrchu mlatu, se provádí sklonem mlatového povrchu do trávníků nebo do odvodňovacích zařízení. Mlat je nemotoristickou komunikací, v první řadě pro pěší a cyklistický provoz. Občasný provoz kolových motorových vozidel údržby do 3,5 t je přípustný pouze za suchého počasí nebo za zámrazu, kdy je celá konstrukce promrzlá. Pohyb nákladních vozidel (přes 3,5 t) obvykle vede k poškození mlatového krytu nebo celého souvrství. Rovněž pohyb koní po mlatovém povrchu je nežádoucí.

Podrobné technické údaje a požadavky na mlaty jsou uvedeny v Metodice FLL [1].

Obdobným, vodopropustným štěrkovým vozovkám je věnována kapitola 7.

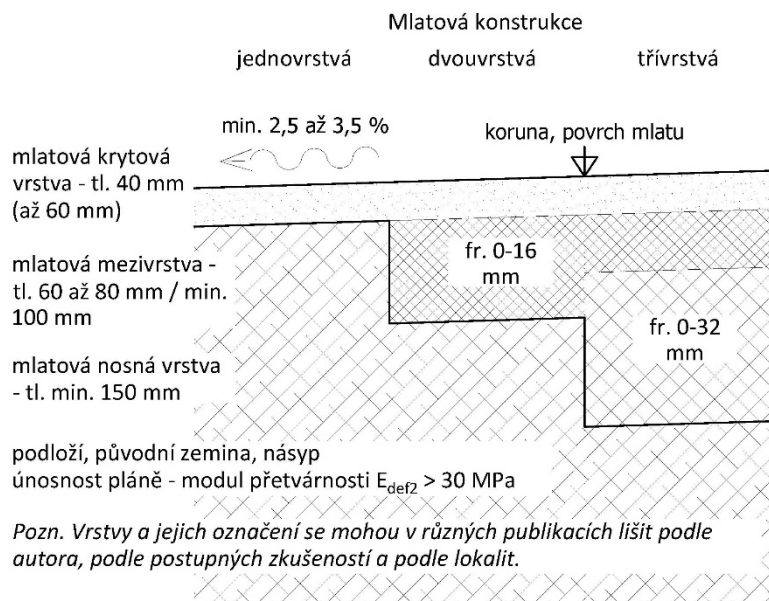
Konstrukční A materiálová specifikace

Doporučené složení vrstev mlatu

Mlaty se navrhují třívrstvé, dvouvrstvé nebo jednovrstvé. Třívrstvé se navrhují nejčastěji jako novostavby v místech nebo trasách, na kterých není žádné stávající zpevnění. Dvouvrstvé se navrhují při rekonstrukci stávajících tras, tedy v místech, na kterých již existuje nějaké zpevnění, které lze využít jako mlatová nosná vrstva. Jednovrstvé se nejčastěji navrhují v místech s minimálním provozem pouze pěších, nad kořeny stromů a v těsné blízkosti kmenů, tedy v místech, na kterých není nutno mlaty hutnit na obvyklou míru zhutnění.

Vrstvy v konstrukci mlatu se označují – Obr. 1:

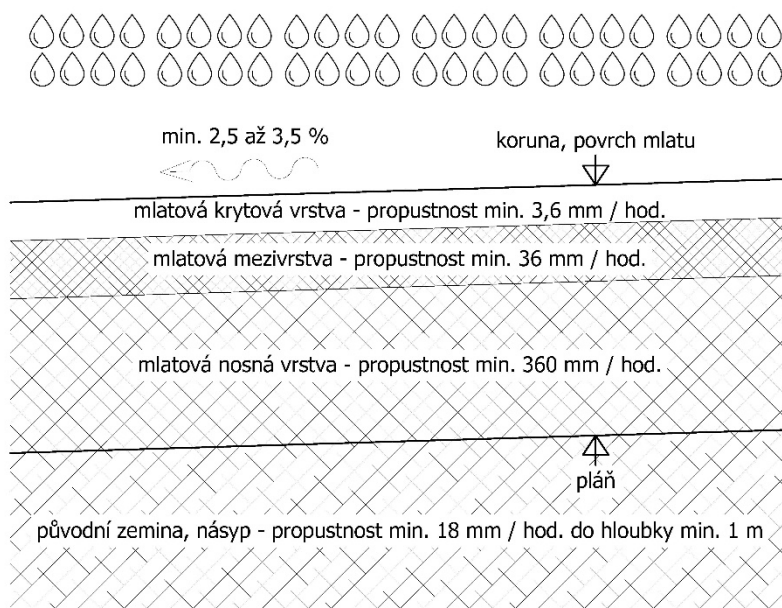
- mlatová krytová vrstva, někdy také vrchní obrusná vrstva
- mlatová mezivrstva nebo mlatová dynamická vrstva
- mlatová nosná vrstva



Obr. 1 Složení mlatů podle počtu vrstev, tloušťky vrstev

Vodopropustnost mlatů

Mlaty jsou deklarované jako vodopropustné konstrukce. V ČR není zavedena technická norma na měření propustnosti nestmelených směsí kameniva (pro silniční účely). Použití podobných metod převzatých z pedologie nebo z mechaniky zemín je velice problematické. Technická norma DIN 18 035-5 [4] uvádí metodu měření vodopropustnosti směsi kameniva pro mlatové krytové vrstvy, pro mlatové mezivrstvy a pro mlatové nosné vrstvy, která předpokládá měření propustnosti směsi zhuštěné ve zkušební nádobě podle Proctorovy zkoušky – ČSN EN 13 286-2 [5]. Technická norma DIN 18 035-5 [4] i Metodika FLL [1] požadují pro mlatovou krytovou vrstvu minimální vodopropustnost $3,6 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hod}^{-1}$. Hodnoty propustnosti níže položených vrstev jsou vyšší; hodnoty jsou uvedeny na Obr. 2 a v popisu jednotlivých vrstev mlátu – viz dále. Podle předběžných hodnocení směsi kameniva z cca 100 kamenolomů v okolí Prahy lze konstatovat, že jejich propustnost je výrazně vyšší. Za předpokladu dodržení minimální hodnoty vodopropustnosti mlatové krytové vrstvy vsákne veškerá srážka do (vodorovného) povrchu mlátu při intenzitě deště do $0,001 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, při vyšší intenzitě přebývající voda odtéká z povrchu do odvodňovacích zařízení nebo na povrchy s vyšším koeficientem filtrace. Za slabou intenzitu srážek se považuje $0,1$ až $2,5 \text{ mm} \cdot \text{hod}^{-1}$. V tomto případě do mlátu vsákne celá srážka a je převedena do podloží. Při mírné intenzitě ($2,6$ až $8,0 \text{ mm} \cdot \text{hod}^{-1}$) již dochází ke vzniku povrchového odtoku; až 45 % srážky se nevsákne. Při silných a velmi silných intenzitách deště je podíl vsakování do mlátu ještě menší.



Obr. 2 Požadavky na vodopropustnost jednotlivých vrstev mlatu podle Metodiky FLL [\[1\]](#)

Požadavky na odvodnění a možnosti řešení

Vodopropustnost mlatů je uvedena výše. Její požadovaná hodnota je 3,6 litrů na m² za hod.; zbytek vody dopadající na mlat musí být odveden mimo mlatovou plochu nebo do odvodnění / do zasakovacího zařízení, jinak hrozí nebezpečí eroze nebo tvorby kaluží.

Základním způsobem odvodnění je vytvoření sklonu povrchu o hodnotě od 2,5 % do 6 %; maximální délka odtoku při sklonu 6 % nemá překročit 8 m. Pro sklon o hodnotě 4 % je maximální délka odtoku 16 m. Výjimečně, na kratších úsecích lze navrhnout větší sklon.

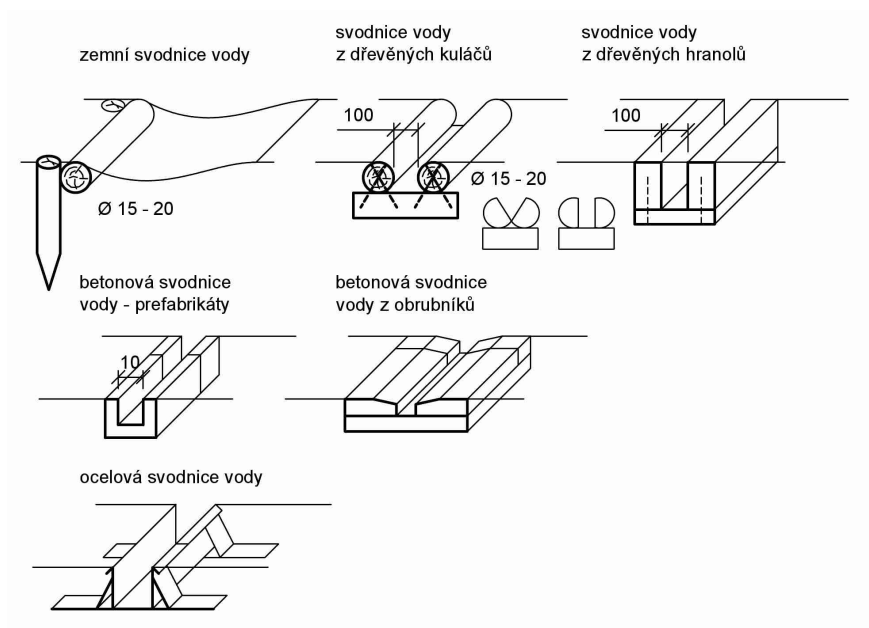
Poznámka: Jedná se o sklon ve směru odtoku, nikoliv o podélný nebo příčný sklon.

Voda na spodním okraji mlatu musí odtékat z mlatu na níže položený pozemek (např. do trávníku) nebo do odvodňovacího / zasakovacího zařízení.; voda nesmí zůstat na povrchu mlatu. „Přeliv“ vody je nutno vždy zabezpečit pevnou hranou, např. obrubníkem – viz níže.

Vhodným odvodňovacím zařízením pro zachycení povrchového odtoku a pro přerušení délky povrchového odtoku po mlatu jsou svodnice vody, které se běžně používají na lesních a na polních cestách – Obr. 3. Používají se ocelové průmyslové výrobky nebo dřevěné zakázkové výrobky; rovněž lze budovat svodnice vody z lomového kamene do betonu nebo na sucho. Zemní svodnice vody se příliš neosvědčily. Betonové svodnice vody se častěji navrhují na stezkách a chodnících v sídlištích.

Technickými zařízeními (podélným žlabem, zasakovacím zařízením s drenáží převedenou na „druhou“ stranu cesty) nebo modelací terénu musí být zajištěno, aby na mlatovou plochu nepřitékala „cizí“ voda, tj. povrchový odtok, který vznikl mimo plochu mlatu.

Realizace mlatu pod střechou (bez doplňování vlhkosti deštěm) je velmi problematická. Tento stav může nastat při použití mlatu jako podlahy v altánu, v průjezdu apod. Mlatová krytová vrstva bez vlhkosti ztrácí vlastnosti měkkého povrchu a vzniká nepříjemný prašný povrch. Obvykle se to řeší umělou závlahou v souladu s ČSN DIN 18 035-2 [\[3\]](#).



Obr. 3 Typy svodnic vody – převzato: [\[6\]](#)

Obrubníky

Na lesních a na polních cestách se obrubníky navrhují pouze ve zdůvodněných případech. Stezky, pěšiny a chodníky jsou užší. Při hutnění mlatu by docházelo k tvarovým a výškovým deformacím. Z tohoto důvodu je nutné mlaty vždy navrhovat s obrubníky. Dalším důvodem je vytvoření stabilní „přelivné hrany“ pro povrchový odtok z mlatu, který zabrání vytvoření erozní rýhy na okraji mlatu.

Obrubníky se navrhují z dříví (řeziva), jako jednořádek nebo víceřádek z drobné dlažební kostky do lože z betonu s opěrou – Obr. 4, z lomového kamene do betonu nebo nasucho – Obr. 5 - nebo ze strojně skruženého ocelového plechu nebo pásovin s piloty do betonu.



Obr. 4 Příklad obrubníku z dvojřádku ze žulové dlažební kostky do betonu



Obr. 5 Příklad obrubníku skládaného z lomového kamene na sucho

Požadavky na směs kameniva pro mlatovou krytovou vrstvu

Mlatová krytová vrstva tvoří náslapnou vrstvu mlatu, zajišťuje propustnost vody do konstrukce mlatu a současně je vystavena všem vnějším klimatickým vlivům. V případě použití na myslivecké chodníky musí být navíc nehluchá a musí umožňovat jednoduché odstraňování listí a větviček.

Směs kameniva pro mlatovou krytovou vrstvu se připravuje z přírodního drobného drceného kameniva z kamenolomů – Obr. 6. Ve výjimečných případech je možno jemnozrnnou frakci doplnit např. o kamenný prach z odprášení drtičů. V současné době probíhají také pokusy z výrobou směsi drcením vhodných stavebních odpadů – betonového recyklátu, stavební keramiky, vápenné malty apod.



Obr. 6 Směs pro mlatovou krytovou vrstvu

Nejvhodnějším materiálem pro naše klimatické podmínky je směs frakce 0/8 mm. Směs frakce 0/4 mm je vhodná pouze pro pěší provoz (s omezením veškeré kolové dopravy včetně jízdních kol, koloběžek a dětských kočárků apod.). Směsi frakce 0/11 mm a 0/16 mm jsou vhodné také pro cyklostezky nebo pro málo zatěžované polní a lesní cesty.

Při zpracování směsi je velmi důležitá vlhkost. Ta musí být dostatečně vysoká, aby jednotlivá zrna po sobě klouzala. A současně nesmí vyplnit všechny póry, aby nebránila jejich vyplnění jemnými zrny. Taková vlhkost se popisuje jako „zemní vlhkost“ [\[5\]](#).

Požadavky na směs kameniva pro mlatovou krytovou plochu jsou uvedeny v Tab. 1, resp. v Tab. 2.

Tab. 1 Požadavky na směs kameniva pro mlatovou krytovou plochu podle Metodiky FLL [1]

Požadovaná vlastnost	Hodnota
požadovaná barva	v případě použití pro stezky a chodníky v krajině není rozhodující
požadované zrnitostní složení - křivka zrnitosti	viz Tab. 2
požadovaný podíl jemnozrnné složky $D < 0,063$ mm	od 8 do 18 % hmotn.
požadovaný tvarový index kameniva podle ČSN EN 933-4 [7]	SI ₅₀
požadovaná odolnost směsi proti zmrazování a rozmrazování podle ČSN EN 1367-1 [8]	F4, tj. maximální ztráta hmotnosti menší nebo rovna 4 % hmotn.
požadovaná míra zhutnění podle ČSN 72 1006 [9]	není stanovena hodnota, ale způsob kontroly
požadovaná laboratorní propustnost mlatového krytu podle DIN 18 035-5 [4]	$k \geq 1,0 \cdot 10^{-4}$ cm/s, tj. 3,6 litrů na m ² za hod.
požadovaná vlhkost směsi při pokládání	0,5 až 0,7 násobek $w_{opt.}$ podle ČSN EN 13 286-2 [5], tzv. zemní vlhkost
<i>Poznámka 1: V tomto případě se pro stanovení křivky zrnitosti nepoužije ČSN 73 6126-1 [10] ani ČSN EN 13 285 [11].</i>	
<i>Poznámka 2: Ostatní požadované zkoušky podle Metodiky FLL [1] nelze v současné době v ČR zajistit!</i>	

Tab. 2 Podíly jednotlivých frakcí směsi kameniva (zrnitostní křivka) pro mlatovou krytovou vrstvu podle Metodiky FLL [1]

Velikost oka síta (mm)	Propad sítem (% hmotn.)					
	Frakce 0/5 (0/4) mm		Frakce 0/8 mm		Frakce 0/11 a 0/16 mm	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
0,063	8	18	8	18	8	18
0,25	13	28	13	28	13	28
0,5	20	42	20	42	18	38
1	30	58	30	58	23	48
2	50	82	50	80	34	59
4	80	95			47	70
5,6	90	99	80	95	56	79
8	100	100	90	99	70	80
11,2			100	100	90	99
16					99	100
22,4					100	100

V naprosté většině výše uvedeným požadavkům nevyhovuje běžně dodávané kamenivo. Směs kameniva požadovaných vlastností je nutno připravit mícháním různých frakcí vyráběného kameniva, případně dalších materiálů (odprašky, filery apod.). Proto je vždy nezbytné zpracování receptury, ve které se stanoví zdroj a frakce použitého kameniva a poměry jednotlivých frakcí.

Požadavky na směs kameniva pro mlatovou mezivrstvu / dynamickou vrstvu

Pro mlatovou mezivrstvu se používá štěrkodrt' frakce 0/16 mm nebo 0/22 mm. Požadavky na směs kameniva pro mlatovou krytovou plochu jsou uvedeny v Tab. 3, resp. v Tab. 4.

Ve většině případů vyhovuje štěrkodrt' frakce 0/16 mm nebo 0/22 mm podle ČSN 73 6126-1 [10] a ČSN EN 13 285 [11] kategorie G_A podle ČSN EN 933-1 [12].

Požadavky na směs kameniva pro mlatovou nosnou vrstvu

Pro mlatovou nosnou vrstvu se používá štěrkodrt' frakce 0/32 mm nebo 0/22 mm nebo 0/45 mm. Požadavky na směs kameniva pro mlatovou krytovou plochu jsou uvedeny v Tab. 5, resp. v Tab. 6.

Ve většině případů vyhovuje štěrkodrt' frakce 0/32 mm nebo 0/22 mm nebo 0/45 mm podle ČSN 73 6126-1 [10] a ČSN EN 13 285 [11] kategorie G_A podle ČSN EN 933-1 [12].

Tab. 3 Požadavky na směs kameniva pro mlatovou mezivrstvu podle FLL [1]

Požadovaná vlastnost	Hodnota
požadovaná barva	je vhodné, aby kamenivo bylo ze stejného zdroje jako pro mlatovou krytovou vrstvu
požadované zrnitostní složení - křivka zrnitosti	viz Tab. 4
požadovaný podíl jemnozrnné složky $D < 0,063$ mm	není rozhodující
požadovaná odolnost směsi proti zmrazování a rozmrazování podle ČSN EN 1367-1 [8]	F4, tj. maximální ztráta hmotnosti menší nebo rovna 4 % hmotn.
požadovaná míra zhutnění podle ČSN 72 1006 [9]	$D \geq 97 \%$
požadovaná laboratorní propustnost mlatové mezivrstvy podle DIN 18 035-5 [4]	$k \geq 1,0 \cdot 10^{-3}$ cm/s, tj. 36 litrů na m ² za hod.
požadovaná vlhkost směsi při pokládání	není stanovena
požadovaný specifický obsah vody ve směsi kameniva (vodní kapacita) podle ČSN DIN 18 035-4 [13]	VK $\geq 15 \%$
<i>Poznámka: Ostatní požadované zkoušky podle Metodiky FLL [1] nelze v současné době v ČR zajistit!</i>	

Tab. 4 Podíly jednotlivých frakcí směsi kameniva (zrnitostní křivka) pro mlatovou mezivrstvu podle Metodiky FLL [1]

Velikost oka síta (mm)	Propad sítem (% hmotn.)	
	Frakce 0/11 a 0/16 a 0/22 mm	
	Min.	Max.
0,063	0	7
0,125	0	10
0,25	2	14
0,5	5	22
1	10	32
2	20	50
4	33	70
5,6	90	99
8	53	96
11,2	65	99
16	77	100
22,4	90	10
31,5	100	100

Tab. 5 Požadavky na směs kameniva pro mlatovou nosnou vrstvu podle Metodiky FLL [1]

Požadovaná vlastnost	Hodnota
požadovaná barva	není rozhodující
požadované zrnitostní složení - křivka zrnitosti	viz Tab. 6
požadovaný podíl jemnozrnné složky $D < 0,063$ mm	není rozhodující
požadovaná odolnost směsi proti zmrazování a rozmrazování podle ČSN EN 1367-1 [8]	F4, tj. maximální ztráta hmotnosti menší nebo rovna 4 % hmotn.
požadovaná míra zhutnění podle ČSN 72 1006 [9]	$D \geq 97 \%$
požadovaná laboratorní propustnost mlatové nosné vrstvy podle DIN 18 035-5 [4]	$k \geq 1,0 \cdot 10^{-2}$ cm/s, tj. 360 litrů na m ² za hod.
požadovaná vlhkost směsi při pokládání	není stanovena
požadovaný specifický obsah vody ve směsi kameniva (vodní kapacita) podle ČSN DIN 18 035-4 [13]	$VK \geq 15 \%$
požadovaný modul přetvárnosti stanovený statickou zatěžovací zkouškou podle ČSN 73 6190 [14] v druhém zatěžovacím cyklu na dokončené vrstvě:	$E_{\text{def},2} \geq 80$ MPa nebo ekvivalent podle ČSN 73 6192 [15]
požadovaný poměr $E_{\text{def},2} : E_{\text{def},1}$ podle ČSN 73 6190 [14]	$E_{\text{def},2} : E_{\text{def},1} \leq 2,5$
<i>Poznámka: Ostatní požadované zkoušky podle Metodiky FLL [1] nelze v současné době v ČR zajistit!</i>	

Tab. 6 Podíly jednotlivých frakcí směsi kameniva (zrnitostní křivka) pro mlatovou nosnou vrstvu podle Metodiky FLL [1]

Velikost oka síta (mm)	Propad sítem (% hmotn.)	
	Frakce 0/11 a 0/16 a 0/22 mm	
	Min.	Max.
0,063	0	5
0,25	5	18
1	8	25
2	12	35
4	16	46
8	24	60
11,2	31	68
16	39	80
22,4	49	99
31,5	62	100
45	90	100
56	99	100

Podloží

Podloží tvoří stávající, resp. zlepšená zemina podle ČSN 73 6133 [16] splňující kritéria uvedená v Tab. 7. Uvedené vlastnosti musí mít zemina do hloubky 1,0 m pod pláň, tedy v aktivní zóně. V případě, že do aktivní zóny zasahuje hladina podzemní vody, je nutno podloží odvodnit krytou drenáží zaústěnou do recipientu. Budování mlatu nad vsakovacím zařízením obvykle vede ke střídavému podmáčení či vysušení konstrukce mlatu.

Zlepšování zeminy podloží / pláň pomocí vápna, cementu a stavebních hydraulických pojiv je problematické s ohledem na požadovanou vodopropustnost krytu, resp. celého souvrství. Způsob zlepšení podloží by měl být volen i s ohledem na tuto skutečnost a měla by být dále zohledněna i předpokládaná životnost mlatové plochy.

Výhodnější bývá použití geosyntetik podle ČSN EN 13 249 [17], resp. ČSN EN 13 252 [18], resp. ČSN EN 253 [19] v kombinaci s třívrstevným mlatem. V takovém případě lze očekávat, že se použité geosyntetikum při následné opravě či rekonstrukci mlatu nepoškodí.

Tab. 7 Požadavky na podloží / pláň mlatu podle Metodiky FLL [1]

Požadovaná vlastnost	Hodnota
požadovaná míra zhutnění podle ČSN 72 1006 [9]	$D \geq 97\%$ u smíšených a hrubozrnných (nesoudržných) zemin, resp. $D \geq 92\%$ u jemnozrnných (soudržných) zemin
požadovaná laboratorní propustnost podloží podle DIN 18 035-5 [4] do hloubky 1 m pod pláň	$k \geq 5,0 \cdot 10^{-4}$ cm/s, tj. 18 litrů na m ² za hod.
požadovaný modul přetvárnosti stanovený statickou zatěžovací zkouškou podle ČSN 73 6190 [14] v druhém zatěžovacím cyklu na dokončené vrstvě:	$E_{\text{def},2} \geq 30$ MPa nebo ekvivalent podle ČSN 73 6192 [15]
požadovaný poměr $E_{\text{def},2} : E_{\text{def},1}$ podle ČSN 73 6190 [14]	$E_{\text{def},2} : E_{\text{def},1} \leq 2,5$ u smíšených a hrubozrnných (nesoudržných) zemin, resp. $E_{\text{def},1} \leq 3,0$ u jemnozrnných (soudržných) zemin
<i>Poznámka: Ostatní požadované zkoušky podle Metodiky FLL [1] nelze v současné době v ČR zajistit!</i>	

Podmínky použití

Z výše uvedených požadavků tedy vyplývá, že mlat je zejména náchylný k erozi – tvorbě erozních rýh, je bezpodmínečně nutné při návrhu a realizaci dodržovat následující podmínky:

- za běžných povětrnostních podmínek je mlat schůdný i pojízdný; během deště a těsně po dešti (cca 10 min.) je vhodné pohyb po mlatu omezit;
- na jaře v období, kdy taje sníh, ale podloží je ještě zmrzlé (nedochází k zasakování vody), se povrch mlatu rozbahní a při pohybu po něm hrozí jeho poškození – Obr. 7; v tomto období je vhodné mlatové plochy uzavřít;
- provoz kolových motorových vozidel do 3,5 t musí být omezen na nezbytné minimum nebo nahrazen intenzivní údržbou;
- cyklistickým provozem soustředěným do jednoho úzkého pruhu může docházet k vyježdění koleje a k vytváření kaluží;

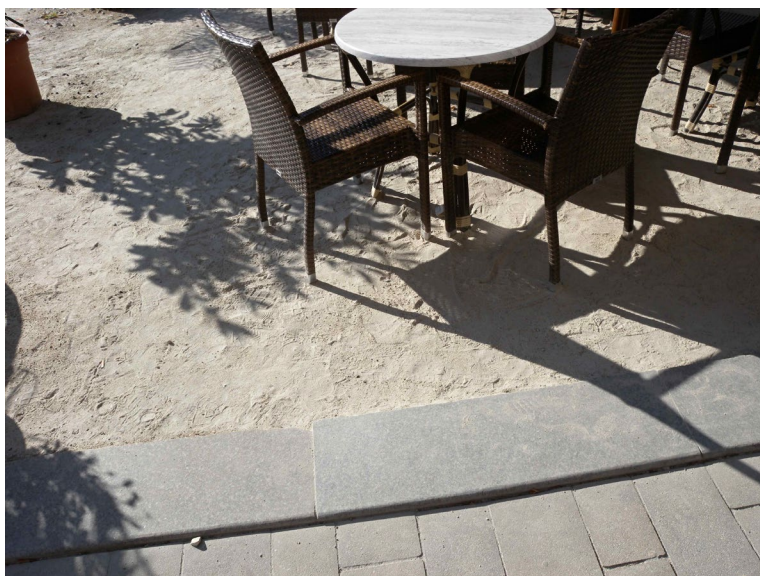
- mlat je zcela nevhodný pro motorová vozidla nad 3,5 t; výjimkou jsou cyklostezky a účelové komunikace s třívrstevným mlatem frakce 0/11 nebo 0/16 mm – Obr. 8; také zde musí být omezena intenzita „těžké“ dopravy a hmotnost vozidla;
- mlaty jsou zcela nevhodné pro jízdu na okovaných koních; vždy musí následovat údržba povrchu;
- mlaty jsou nevhodné pro umístění laviček, židliček a stolků s kovovými nohama – Obr. 9; pod pevně osazenými lavičkami musí být vybudován jiný, pevnější povrch (dlažba, beton apod.);
- nevhodné je rovněž pořádání zábavních (společenských) akcí s velkým pohybem lidí a s poléváním mlátu různými tekutinami (limonády, pivo apod.); poté je vždy potřeba provést komplexní údržbu povrchu s jeho vyrovnaním a přehutněním;
- pod stromy a keři se stejně jako pod okapy po dešti po dopadu kapek soustředěných např. na listech vytváří úzké a mělké rýhy; toto poškození není na závadu v případě, že po mlátu je dostatečný pěší provoz nebo že se na tato místa soustředí pravidelná údržba;
- obnova mlátu po výkopových pracích v mlátu a v jeho podloží vyžaduje celkovou rekonstrukci mlátu včetně sanace podloží;
- mlat je nefunkční pod střechou (bez doplňování vlhkosti deštěm); na plochách, na kterých mlat nadměrně vysychá, je vhodné instalovat závlahu;
- na povrch mlátu nesmí přitékat proud vody z výše položených ploch (např. ze střechy, z asfaltové cesty, z trávníku); je nezbytné na okraji mlátu udržovat funkční odvodnění;
- minimální výsledný sklon je 2,5 až 3,5 %; při menším sklonu může docházet ke tvorbě kaluží;
- maximální výsledný sklon je 6 % na výslednou délku 8 m; v případě větších sklonů nebo délky odtoku je nutno počítat s větší pravděpodobností poškození a tím i častější údržbou;
- voda na spodním okraji mlátu musí odtékat z mlátu na níže položený pozemek (např. do trávníku) nebo do odvodňovacího zařízení (např. svodný žlábek / svodnice vody, pásová vpust' nebo dešťová vpust'); voda nesmí zůstat na povrchu mlátu (např. u obrubníku);
- plocha mlátu, odvodnění a obrubníky musí být pravidelně udržovány.



Obr. 7 Mlatový povrch poškozený při jarním tání sněhu



Obr. 8 Cyklostezka z mlatu



Obr. 9 Nevhodné použití židlí a stolků s kovovými nohama na mlatu

Technologie výstavby

Před budováním mlatu musí být dokončené inženýrské sítě a odvodňovací a zasakovací zařízení včetně zásypu a zhutnění, musí být vysazené stromy, musí být osazené patky a základy mobiliáře a v případě potřeby musí být provedeno zlepšení podloží a odvodnění podloží drenáží. Na mlatovou nosnou vrstvu se pak osazují a vyrovnávají obrubníky. Mlat lze provádět pouze v době bez mrazů a bez vytrvalého deště. Doporučené období pro většinu území ČR je březen – říjen.

Materiály pro všechny vrstvy musí být homogenní. V případě, že dopravou dojde k přetřídění materiálu, je nezbytné kamenivo na meziskládce znovu promíchat. Navážení materiálů přímo na stavbu, do konstrukčních vrstev se doporučuje na vzdálenost menší než cca 5 km.

Podklad pro mlatovou plochu musí odpovídat ČSN 73 6126-1 [10] s podrobnější specifikací, která je uvedena výše. Sklon pláně musí být shodný se sklonem mlatového povrchu.

Směs kameniva pro mlatovou krytovou vrstvu se pokládá při tzv. zemní vlhkosti, tj. v rozmezí 0,5 až 0,7 násobku optimální vlhkosti w_{opt} . ČSN EN 13 286-2 [5]. Jedná se o vlhkost vyšší než kamenivo nakoupené v lomu (ze středu hromady), proto je nutno materiál během míchání / homogenizace dovlhčovat. V případě, že vlhkost směsi je větší než zemní, nebude možno směs optimálně zhutnit (vrstva „plave“), voda se vytlačuje na povrch a vznikají plochy jemnozrnného, mazlavého materiálu. V případě, že dojde k převlhčení pokládané směsi, je možno tuto vrstvu sejmut a vlhkost snížit přehazováním z hromady na hromadu, např. nakladačem. Takto upravenou vrstvu je možno znovu použít. Mlatovou krytovou vrstvu je možno během pokládky opatrně dovlhčovat.

Pokládání mlatové nosné vrstvy a mlatové mezivrstvy se provádí podle ČSN 73 6126-1 [10]: vibrační hutnění se provádí bez omezení.

Před pokládáním mlatové krytové vrstvy musí být mlatová mezivrstva vyrovnaná do stejného sklonu jako bude výsledný sklon, nesmí na ní být vyježděné koleje ani žádný jiný materiál (bláto, dřevo, tráva, zbytky betonu apod.) a musí být navlhčena.

Směs pro mlatovou krytovou vrstvu se rozhrnuje a rovná ručně, s převýšením podle zkoušky hutnění (1,5 až 3,0 cm). Zejména u obrubníků nesmí výsledný povrch být níže než horní hrana obrubníku; akceptuje se převýšení dokončené mlatové krytové vrstvy nad korunou obrubníku / obruby do 10 mm.

Hutnění se provádí hladkým statickým válcem o hmotnosti 0,8 až 2,0 tuny, vždy s vypnutou vibrací. Ideální hmotnost je 1,0 až 2,0 tuny na 1 m šířky běhounu. První pojezd se provádí u spodního okraje nebo na okrajích při střešovitém spádu. Pak se hutní u horního okraje při jednostranném spádu. Následují pojezdy se provádí od spodního okraje k hornímu okraji nebo k vrcholu střešovitého sklonu. Poslední pojezd je po vrcholu střešovitého sklonu. Tento postup se opakuje, až je dosaženo optimálního zhutnění a vzhledu. V případě, že výška zhutněného povrchu neodpovídá požadované niveletě koruny (zejména u obrubníků), je nutno směs / vrstvu sejmut (odstranit), na hromadě dovlhčit a znovu promíchat a výše uvedený postup opakovat s upravenou hodnotou převýšení nasypané směsi. *Poznámka: Jedná se o směs kameniva bez pojiv; směs je možno použít opakovaně.*

Po zhutnění je nezbytné mlatovou plochu provlhčit, nasytit vodou. Prolévání se provádí pomalu, celoplošně a pečlivě tak, aby se netvořily kaluže. Vhodná je zahradní hadice s koncovkou pro jemný postřik nebo automatická závlaha. Prolévání se ukončí, až je mlatová krytová vrstva nasycena, tj. až voda přestane vsakovat a začíná trvale stékat po povrchu mlatu.

Poté se mlatová plocha nechá vyschnout do zemní vlhkosti. Toto může trvat 3 hodiny nebo i několik dní v případě deštivého a chladného počasí. Následuje přehutnění povrchu stejným hladkým statickým válcem, opět s vypnutou vibrací. Plochu je nezbytné přehutnit nejméně 4 pojezdy.

Pro dosažení optimální vlhkosti, pro tzv. dozrání je se mlat nechá proschnout 2 až 12 dnů (podle povětrnostních podmínek). Teprve poté je možno mlat používat pro uvažovaný provoz. Při pokládání v době pozdního podzimu nebo v zimě je konečná pevnost případně dosažena až na jaře. Po první zimě po zřízení mlatu se doporučuje provést případné dorovnání, např. pomocí vlečné rohože, a statické doválcování při zemní vlhkosti.

Dokončená mlatová plocha nesmí být znečišťována stavebními materiály, stavebními pracemi (např. výkopy pro osazení mobiliáře apod.) ani zahradnickou činností (např. přejezdy znečištěné mechanizace, navážení půdy a pěstebních substrátů, navážení sazenic, zakládání trávníků apod.). Z tohoto důvodu je nezbytné zorganizovat postup výstavby tak, aby mlatová krytová vrstva byla realizována až po dokončení parkových úprav.

Je to možné vyřešit zvýšením mocnosti mlatové mezivrstvy až po úroveň obrubníků. Tím se umožní přejezd stezek a chodníků malou zahradnickou mechanizací. Před realizací mlatové krytové vrstvy se odstraní znečištěná část mlatové mezivrstvy, která má být nahrazena mlatovou krytovou vrstvou; odstraněný materiál již nelze použít do konstrukční vrstev vozovek ani do mlatového souvrství. Obnažená plocha se vyrovná, vyspádaje a zhutní. Následně se realizuje mlatová krytová vrstva podle postupu uvedeného výše.

Požadavky na údržbu

Základem kvalitního a trvanlivého mlatu je kromě správné realizace zejména pravidelná a správná údržba. Mlat vyžaduje intenzivnější údržbu než stmelené povrchy (asfalt, beton) nebo dlažba.

Pro doplnění nebo výměnu poškozené části povrchu mlatové krytové vrstvy se používá stejný materiál, který byl použit pro realizaci nového povrchu. Osvědčilo se, když investor převzal od dodavatele nového povrchu přebytek materiálu nebo materiál připravený ze stejného zdroje a stejným způsobem. Směs kameniva pro povrchovou vrstvu - mlatovou krytovou vrstvu je nestmelenou směsí, tj. kamenivem bez jakýchkoliv pojiv. Proto lze materiál pro údržbu povrchu ponechat dlouhá léta na hromadě např. na stavebním dvoře firmy, která bude provádět údržbu povrchů, a postupně jej odebírat. Materiál musí být chráněn proti dešti, povrchové vodě, vysušení sluncem a znečištění. Lépe se osvědčila skládka „pod plachtou“. Nevhodné je uložení do zastřešeného skladu; materiál zde obvykle vyschne a znečistí se.

V rámci údržby se uvažuje s pravidelnou celoroční údržbou (obvykle dvakrát) a se zimní údržbou.

Na jaře se provede kontrolní pochůzka a stanoví se rozsah poškození po zimním provozu a po zimní údržbě. Jedná se obvykle o materiál aplikovaný na mlatovou plochu v rámci zimní údržby a o nerovnosti od pohybu chodců po rozměklé terénu, od jízdních kol a kočárků. Zbytky posypu se z mlatového povrchu smetou a odvezou na skládku.

Následuje přehutnění povrchu hladkým statickým válcem popsáním výše, vždy s vypnutou vibrací. Pro provedení jarní údržby se volí období těsně po úplném rozmrznutí mlatu i podloží a po oschnutí konstrukce k zemní vlhkosti. V případě, že plocha vyschne, je vhodné ji před prováděním údržby provlhčit a po dokončení údržby přehutnit. Pro snížení rozsahu jarní údržby je možno mlatové cesty a plochy uzavřít po přechodovou dobu, tj. po dobu, kdy je mlatová krytová vrstva rozmrzlá, ale ostatní vrstvy jsou ještě zmrzlé a nepropustné pro vodu.

V létě se provádí údržba pouze v případě poškození přívalovými dešti (vznik erozních rýžek) nebo v případě intenzivního užívání (organizované akce, intenzivní údržba stromů, stavební akce v území apod.). Na slabě využívaných místech a v zástínu se odstraňuje plevel, nejlépe vytrháním i s kořeny. Mlat musí být během letní údržby důkladně prolitý vodou (zemní vlhkost) a plocha musí být následně zhutněna, na méně využívaných místech stačí udusáním.

Na podzim je nezbytné z povrchu mlatu odstraňovat spadlé listy, větvičky a další smetí. Je vhodné to provádět hráběmi na listy, fukarem nebo upravenou sekačkou, nikoliv koštětem! Uvolněná zrna z mlatu se ponechají na povrchu a na jaře se zahutní do podkladu nebo zametou.

V případě **zimní údržby** je nutno rozhodnout, zda je nezbytná. Vrstva sněhu chrání mlat před výkyvy teplot i vlhkosti. V případě nutnosti se sníh odklízí s odpovídající opatrností, aby nedošlo k poškození mlatové krytové vrstvy. Doporučuje se odhrnovat sníh radlicí s gumovým břitem tak, aby na povrchu vznikla vrstva zhutněného sněhu tloušťky 1 až 2 cm. A používat inertní posypový materiál, který se bude z mlatové plochy dobře odklízet. Použití posypové soli na mlatu je přípustné, ale nedoporučuje se.

Podobné vodopropustné povrchyMechanicky zpevněné kamenivo (MZK, minerálbeton)

Pro konstrukce lesních a polních cest se často používá mechanicky zpevněné kamenivo, tj. směs drceného kameniva s optimální vlhkostí, rozprostíraná a zhutněná za podmínek zajišťujících maximální dosažitelnou únosnost. Do směsi se nepřidává žádné pojivo. Při návrhu, realizaci a kontrole se postupuje podle české technické normy ČSN 73 6126-1 [\[10\]](#). Doporučované frakce jsou 0/32 mm, 0/45 mm a 0/63 mm s křivkou zrnitosti, která se přibližuje maximálním hodnotám stanoveným technickou normou. Tento materiál je možno použít jako kryt na stezkách, pěšinách a chodnicích v případě, že se očekává pohyb těžších

vozidel než 3,5 t. Volí se nejjemnější frakce 0/32 mm nebo se v souladu s ČSN EN 13 285 [11] navrhne směs drceného kameniva frakce 0/22.

Rozdílem oproti mlatům je:

- existence platné české technické normy;
- možnost provozu těžké nákladní dopravy;
- vrstva MZK tvoří kryt včetně obrusné vrstvy;
- vrstva MZK o tloušťce 100 až 300 mm se pokládá najednou;
- směs MZK při pokládce musí mít optimální vlhkost w_{opt} podle ČSN EN 13 286-2 [5];
- hutnění se provádí vibračním válcem o hmotnosti minimálně 8 t
- pro návrh konstrukčních vrstev lze použít Katalog vozovek polních cest

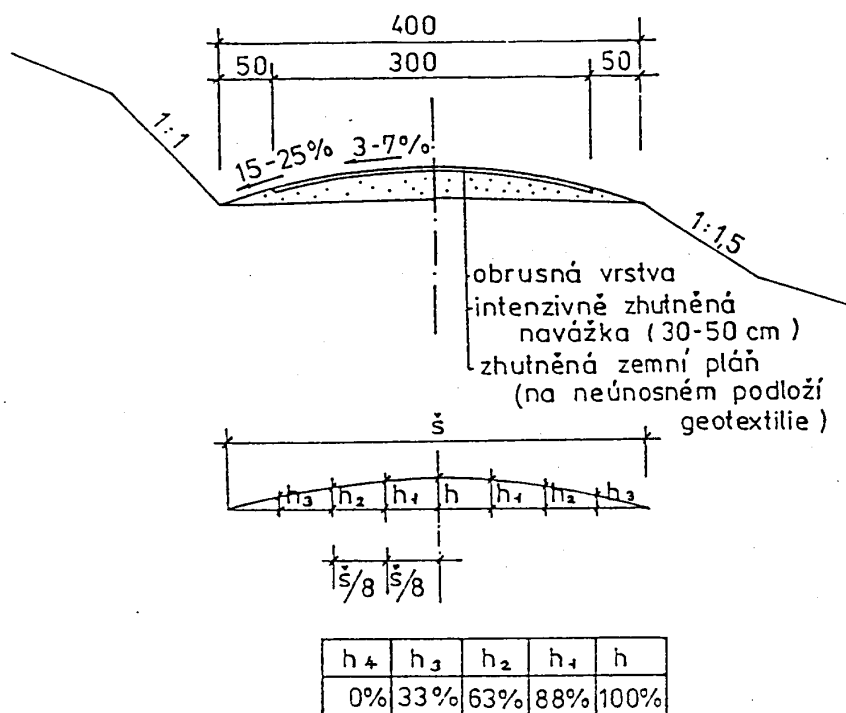


Obr. 10 Směs kameniva – mechanicky zpevněné kamenivo / MZK / minerálbeton

Bavorská metoda

V souvislosti s výstavbou lesních cest je občas používán pojem „bavorská metoda“. V české literatuře tuto metodu popisuje HANÁK, HRUBEŠOVÁ [20]. Krytem je mechanicky zpevněná zemina (MZ) podle ČSN 73 6126-1 [10]. Velmi často se používá vhodná místní zemina z výkopku pro lesní cestu nebo z blízkého zemníku.

Nosnou vrstvu zpevnění vytváří intenzivně zhutněný materiál z místních zemin, nebo ze zdrojů méněhodnotných kameniv i průmyslových odpadů s vlastnostmi definovanými pro MZ. Základním předpokladem použití je rovněž plynulá křivka zrnitosti s rozsahem zastoupení zrn od 0 do 45 mm, event. 0 - 75 mm. Charakteristickým znakem zpevnění je výrazný střežovitý sklon jeho povrchu, kterým je podmíněna stabilita a únosnost celé vrstvy (rychlé odvodnění, napodobení statické funkce klenby). Povrch zprofilované a zhutněné navážky může být v dokonalejší úpravě opatřen ochrannou obrusnou vrstvou tvořenou zavibrovaným pískem (0 - 3 mm) nebo granulovanou drtí (2 - 4 mm až 4 - 8 mm). Zpevnění je zřizováno na zhutněné zemní pláni o střežovitém sklonu 2 - 4 %, na podloží s nízkou únosností buď na vrstvě vápnem či cementem zlepšené zeminy, nebo alternativně na silniční geotextilii.



Obr. 11 Princip tzv. bavorské metody – převzato: HANÁK, HRUBEŠOVÁ [20]

Další materiály a povrchy mimo platné české technické normy

- **pískové** – s krytem z písku nebo jemné drti (kamenné, cihlové)
- **travnaté** – dnes nazývané jako „štěrkový trávník“
- **štěrkové** – bez rozlišení, obvykle z místního materiálu mimo ČSN nebo bez ověření shody s ČSN
- **koňské** – mlatové se zvýšeným podílem dřevité složky (piliny, slaměná řezanka, dřevěná štěpka) nebo pouze s krytem z dřevěných pilin či štěpky

Závěr

Stezky, pěšiny a chodníky jsou v krajině od nepaměti. Postupně se z řady z nich staly silnice a dálnice s povrchy vhodnými pro rychlou přepravu a pro přepravu těžkých nákladů. V poslední době, se všeobecným rozvojem turistiky zjišťujeme, že vyhledáváme úzké stezky, pěšiny a chodníky pro pomalou, rekreační chůzi a pro jízdu na kolech. Pohodlných asfaltových a betonových ploch máme v okolí dostatek, proto hledáme komunikace, které budou mít lidský rozměr vhodný pro rekreační pobyt mimo zastavěné území.

Současně řešíme zadržení vody v krajině jako jednu z možností adaptace staveb na současnou změnu klimatu. Tou možností jsou mlaty jako povrchy komunikací a ploch, které mají své historické kořeny a na které jsme s rozvojem společnosti pozapomněli. Tento příspěvek vysvětluje pojem „mlatu“, vysvětluje pojem „vodopropustnost“ v kontextu použití mlatů, požadavky a limity jeho použití, postup při realizaci a při údržbě.

Z uvedeného vyplývá, že mlaty jsou přirozenou volbou jiných povrchů než betonových, ale že tato volba má svá úskalí. Tím úskalím je zejména náchylnost povrchu k erozi, nedostatečná únosnost pro těžká vozidla a potřeba výrazně intenzivnější údržby. Naopak výhodou je jednoduchá realizace, způsob oprav i rekonstrukcí, přírodní vzhled a příjemná, měkká chůze

Literatura

- [1] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU. 2007. *Fachbericht zu Planung, Bau und Instandhaltung von Wassergrubundenen Wegen, Ausgabe 1*. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. ISBN 978-3-940122-02-5
- [2] ZLATUŠKA, K., SLEPIČKA, J., KŘESADLOVÁ, L., JANÁL, J., JAKUBCOVÁ, E., VACEK, O. 2015. *Cesty s nestmeleným povrchem v památkách zahradního umění*. Praha: Národní památkový ústav. Odborné a metodické publikace, svazek 62. ISBN 978-80-7480-033-7. Dostupné z: <https://www.npu.cz/publikace/met62-nczk-cesty-v-zahradach.pdf> [cit. 2023-08-15].
- [3] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. 1997. ČSN DIN 18 035-2 (83 9032) *Sportovní hřiště - Část 2: Závlaha trávnickových a mlatových ploch*. Praha: Český normalizační institut.
- [4] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. 2007- 08. DIN 18 035-5 Teil 5 *Sportplätze; Tennenflächen / Sportovní hřiště; mlatové povrchy*). Deutsches Institut für Normung.
- [5] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. 2011. ČSN EN 13 286-2 (73 6185) *Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy - Část 2: Zkušební metody pro stanovení laboratorní srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti - Proctorova zkouška*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [6] ZLATUŠKA, K., BYSTRICKÝ, R., JEŽEK, J., NATOV, P., SEKANINA, A., TOMÁNEK, J. 2020. *Technická doporučení pro projektování lesní dopravní sítě*. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-556-2. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/658791/Technicka_doporuceni_projektovani_lesni_dopravni_site_A4_WEB.pdf [cit. 2023-08-15].
- [7] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. 2008. ČSN EN 933-4 (72 1193) *Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 4: Stanovení tvaru zrn - Tvarový index*. Praha: Český normalizační institut.
- [8] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. 2007. ČSN EN 1367-1 (72 1195) *Zkoušení odolnosti kameniva vůči teplotě a zvětrávání - Část 1: Stanovení odolnosti proti zmrazování a rozmrazování*. Praha: Český normalizační institut.
- [9] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. 2015. ČSN 72 1006 *Kontrola zhutnění zemin a sypanin*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [10] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. 2019. ČSN 73 6126-1 *Stavba vozovek - Nestmelené vrstvy - Část 1: Provádění a kontrola shody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [11] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. 2019. ČSN EN 13 285 (73 6155) *Nestmelené směsi – Specifikace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [12] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. 2012. ČSN EN 933-1 *Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 1: Stanovení zrnitosti - Sítový rozbor*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [13] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. 1997. ČSN DIN 18 035-4 (83 9032) *Sportovní hřiště - Část 4: Trávnickové plochy*. Praha: Český normalizační institut.
- [14] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. 1980. ČSN 73 6190 *Statická zatěžovací zkouška podloží a podkladních vrstev vozovek*. Praha: Český normalizační institut.
- [15] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. 1996. ČSN 73 6192 *Rázové zatěžovací zkoušky vozovek a podloží*. Praha: Český normalizační institut.
- [16] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. 2010. ČSN 73 6133 *Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

- [17] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. 2017. ČSN EN 13 249 (80 6149) *Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované pro použití při stavbě pozemních komunikací a jiných dopravních ploch (kromě železnic a vyztužování asfaltových vozovek)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [18] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. 2017. ČSN EN 13 252 (80 6152) *Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím - Vlastnosti požadované pro použití v odvodňovacích systémech*. Praha: Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [19] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. 2017. ČSN EN 13 253 (80 6153) *Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované pro použití při stavbách na ochranu proti erozi (ochranu pobřeží, opevňování břehů)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [20] HANÁK, K., HRUBEŠOVÁ, E. 1996. *Katalog netuhých vozovek a provozních zpevnění lesních odvozních cest*. Praha: Agrospoj. Ministerstvo zemědělství.

