

TP 264

Technické podmínky

Ministerstvo dopravy

OPRAVY VÝTLUKŮ VYUŽITÍM MIKROVLNNÉ TECHNOLOGIE



Ministerstvo dopravy



ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

Schváleno Ministerstvem dopravy, Odborem liniových staveb a silničního správního úřadu pod č. j. MD-10349/2023-930/2 ze dne 29. 3. 2023 s **účinností od 17. 4. 2023.**

Tento dokument se shoduje se schválenou verzí.

Distribuce pouze v elektronické podobě na webu pjkp.cz.

Obsah

1	ÚVOD.....	3
1.1	Předmět technických podmínek	3
1.2	Změny oproti předchozí verzi	3
1.3	Související právní předpisy.....	3
1.4	Související technické normy.....	3
1.5	Související technické předpisy Ministerstva dopravy	3
1.6	Související zahraniční předpisy	4
1.7	Použitá literatura.....	4
1.8	Termíny a definice.....	4
1.8.1	Mikrovlnný ohřev.....	4
1.8.2	Permitivita (dielektrická konstanta).....	5
1.8.3	Technologie vysprávký výtlučů využívající mikrovlnný ohřev.....	5
1.8.4	Zóna ohřevu	5
1.8.5	Zóna teplotního gradientu	5
1.8.6	Doplňovaná směs.....	5
1.8.7	Požadovaná teplota	5
1.8.8	Dno a hrana výtlučů.....	6
1.9	Značky	6
2	ÚČINNOST MIKROVLNNÉHO OHŘEVU	6
3	ZAŘÍZENÍ VYSPRÁVKY VÝTLUKŮ TECHNOLOGIÍ MIKROVLNNÉHO OHŘEVU.....	6
3.1	Mikrovlnná aplikační jednotka.....	7
3.2	Mikrovlnná pec nebo jiné zařízení pro ohřev doplňované asfaltové směsi.....	7
3.3	Termokamera.....	7
3.4	Elektrocentrála	7
3.5	Hutnicí zařízení.....	7
4	POUŽITÍ TECHNOLOGIE PRO ODSTRANĚNÍ VÝTLUKŮ TMO	7
5	PROVÁDĚNÍ VYSPRÁVKY VÝTLUKŮ TECHNOLOGIÍ MIKROVLNNÉHO OHŘEVU	8
5.1	Příprava	8
5.2	Realizace vysprávký.....	8
6	KONTROLNÍ ZKOUŠKY	9

1 Úvod

1.1 Předmět technických podmínek

Technické podmínky (dále jen TP) stanovují požadavky pro použití, provádění a kontrolu vysrávek výtlučků provedených s využitím technologií mikrovlnného ohřevu v rámci běžné údržby krytových vrstev asfaltových vozovek. Nápravu jiných druhů poruch popsanych v TP 82 tyto TP neupravují. Technologie mikrovlnného ohřevu nelze použít pro vysrávky vozovek obsahující dehtové živice.

Tyto TP platí pro vysrávky výtlučků v krytových vrstvách asfaltových vozovek a zpevněných krajnic na pozemních komunikacích, na mostech a jejich přechodových oblastech, dopravních a jiných plochách. TP jsou vypracovány zejména pro organizace pověřené správou a údržbou vozovek dálnic, silnic a místních komunikací a pro zhotovitele. TP neupravují parametry zařízení použitých pro realizaci technologie z hlediska jejich účinnosti a bezpečnosti provozu. Za účinnost a bezpečnost použitých zařízení odpovídá provozovatel zařízení v plném rozsahu.

1.2 Změny oproti předchozí verzi

Technické podmínky nemají předchozí verzi, jsou zpracovány jako nový předpis.

1.3 Související právní předpisy

Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech

Vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích

Vyhláška č. 146/2008 Sb., o rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb

1.4 Související technické normy

ČSN 73 6120	Stavba vozovek – Ostatní asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody
ČSN 73 6121	Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody
ČSN 73 6122	Stavba vozovek – Vrstvy z litého asfaltu – Provádění a kontrola shody
ČSN 73 6129	Stavba vozovek – Postřiky a nátěry
ČSN 73 6175	Měření a hodnocení nerovnosti povrchů vozovek

1.5 Související technické předpisy Ministerstva dopravy

TP 82 Katalog poruch netuhých vozovek

TP 87 Návrh údržby a oprav netuhých vozovek

TP 150 Údržba a opravy vozovek pozemních komunikací obsahujících dehtová pojiva

TKP 7 Hutněné asfaltové vrstvy

TKP 26 Postřiky, pružné membrány a nátěry vozovek

1.6 Související zahraniční předpisy

Nebyly nalezeny

1.7 Použitá literatura

- [1] Metaxas, A. C. (1991). Microwave heating. *Power Engineering Journal*. 5(5), 237-247.
- [2] Tang, XW, Jiao, SJ, Gao, ZY, Xu, XL (2008) Study of 5.8 GHz Magnetron in Asphalt Pavement Maintenance. *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*. 22(14-15), 1975-1984. doi: 10.1163/156939308787537883
- [3] Zhang, Y, Yang, L, Li, J, Wang, Q, Guo, B. (2022). Influence of the particle sizes and densities of RAP on microwave heating efficiency. *Alexandria Eng. J.* 61(1) 65-71, doi 10.1016/j.aej.2021.04.093
- [4] Salski, B., Olszewska-Placha, M., Karpisz, T. et al. (2017). Microwave applicator for thermal treatment of bituminous surfaces. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 65(9), 3419-3427. doi:10.1109/tmtt.2017.2659748
- [5] Wang, H., Hao, P., & Xue, L. (2011). Laboratory evaluation of microwave heating method for hot in-place recycling. *Journal of Testing and Evaluation*, 39(6), 1070-1077. doi:10.1520/JTE103122
- [6] Zanko, L., & Hopstock, D. (2004). Minnesota Taconite as a Microwave-Absorbing Road Aggregate Material for Deicing and Pothole Patching Applications (Report No. CTS 05-10). Center for Transportation Studies. <http://cts-d8resmod-dev.oit.umn.edu:8080/pdf/cts-05-10.pdf>
- [7] Gallego, J., Del Val, M. A., Contreras, V., & Páez, A. (2013). Heating asphalt mixtures with microwaves to promote self-healing. *Construction and Building Materials*, 42, 1-4. doi:10.1016/j.conbuildmat.2012.12.007
- [8] Lu, N., Wang, J., & Liu, Q. (2006). Application of microwave in Jing-hu highway maintenance. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZLJX200611019.htm
- [9] Pospíšil, K. Běžná údržba vozovek použitím technologie mikrovlnného ohřevu.

1.8 Termíny a definice

V následujících odstavcích jsou definovány pojmy, které jsou specifické pro technologii popisovanou v těchto TP. Obecné pojmy jsou používány ve stejných významech, jak je používají příslušné předpisy, na které se tyto TP odkazují.

1.8.1 Mikrovlnný ohřev

Mikrovlnným ohřevem rozumíme ohřev vyvolaný působením elektromagnetického neionizujícího záření, zpravidla o frekvenci 2,45 GHz (vlnová délka 12,2 cm), které je generováno magnetronem. Pro ohřev mohou být používány i jiné frekvence záření, přičemž obecně platí, že čím nižší je frekvence, tím záření pronikne do ohřívané směsi hlouběji, ale k žádoucímu ohřevu se spotřebuje více energie. Z toho plyne, že pro vrstvy o menší tloušťce je výhodnější vyšší frekvence záření, která k ohřátí žádané vrstvy spotřebuje méně energie.

1.8.2 Permittivita (dielektrická konstanta)

Permittivita, dříve nazývaná též dielektrická konstanta, je charakteristika prostředí, která vyjadřuje míru propustnosti prostředí při vytváření elektrického pole. Jednotka permittivity je farad na metr (F/m). V praxi se používá spíše veličina *relativní permittivita*, což je poměr mezi permittivitou daného prostředí a permittivitou vakua, tzn., je to bezrozměrné číslo určující, kolikrát je permittivita daného prostředí větší než permittivita vakua.

1.8.3 Technologie vysprávký výtlučů využívající mikrovlnný ohřev

Technologie vysprávký výtlučů využívající mikrovlnný ohřev, zkráceně „technologie mikrovlnného ohřevu“ (TMO), je technologií pro běžnou údržbu asfaltových krytových vrstev vozovek za horka. Základní princip TMO je založen na předpokladu, že asfaltovou směs krytových vrstev vozovky (obrusná, případně ložní), ve kterých se vykytuje výtluč, lze použitím mikrovlnného ohřevu dostatečně zahřát tak, aby po přidání nové *doplňované směsi* (čl. 1.8.6) a jejím zhutnění došlo k pevnému a nepropustnému spojení materiálu stávající vozovky s materiálem *doplňované směsi*.

1.8.4 Zóna ohřevu

Zóna ohřevu je minimálně hrana výtlučů (čl. 1.8.8) a okolí výtlučů vymezené vzdáleností rovnající se alespoň 5násobku velikosti největšího zrna kameniva asfaltové směsi vozovky měřené od hrany výtlučů, minimálně však vzdálenost rovnající se tloušťce vyspravované vrstvy. Zóna ohřevu může zahrnovat i dno výtlučů (čl. 1.8.8). V zóně ohřevu je *mikrovlnnou aplikační jednotkou* (čl. 3.1) provedeno zahřátí asfaltové směsi vozovky na požadovanou teplotu (čl. 1.8.7).

1.8.5 Zóna teplotního gradientu

Zónou teplotního gradientu rozumíme vnější okolí *zóny ohřevu*, kde se provede ohřátí vozovky *mikrovlnnou aplikační jednotkou* (čl. 3.1) tak, aby změna teploty mezi neporušenou vozovkou a zónou ohřevu nebyla skoková, nýbrž aby probíhala postupně, v přiměřeném teplotním gradientu. Zřízením zóny teplotního gradientu se znesnadňuje vznik trhliny mezi ohřívanou a neohřívanou částí vozovky. Velikost zóny teplotního gradientu je závislá na teplotě vozovky a musí být upravena v technologickém postupu zhotovitele.

1.8.6 Doplněvaná směs

Doplňovanou směsí rozumíme asfaltovou směs, která je určena k doplnění chybějícího materiálu výtlučů a splňuje podmínky stanovené ČSN 73 6120 nebo ČSN 73 6121. Jde o směs vyrobenou v obalovně a dodanou na místo vysprávký buď v požadované teplotě nebo zchladlou a skladovanou například v papírových pytlicích. V případě, že je doplňovaná směs dodávána jako zchladlá, před její aplikací na místo výtlučů je zahřívána na požadovanou teplotu, viz čl. 1.8.7 a čl. 5.2.1, zpravidla v mikrovlnné peci. Doporučuje se, aby doplňovaná směs odpovídala svým složením vrstvě vozovky, jejíž chybějící materiál nahrazuje.

1.8.7 Požadovaná teplota

Požadovanou teplotou rozumíme teplotu, na kterou je třeba zahřát *zónu ohřevu*, *zónu teplotního gradientu* i *doplňovanou směs*. Požadovaná teplota nesmí překročit hodnoty, které pro danou asfaltovou směs stanoví ČSN 73 6121, tabulka 5, resp. ČSN 73 6120, tabulka 4. Požadovaná teplota *zóny ohřevu* a *doplňované směsi* nesmí být při rozprostírání doplňované směsi nižší, než je pro danou

směs stanovena v ČSN 73 6121, tabulce 6, resp. ČSN 73 6120, tabulce 5. Požadované nejnižší teploty a jejich rozložení v *zóně teplotního gradientu* musí být upraveny v technologickém postupu zhotovitele.

1.8.8 Dno a hrana výtluhu

Dnem výtluhu rozumíme spodní plochu výtluhu. Je-li například výtluh v celé tloušťce obrusné vrstvy, tvoří dno výtluhu obnažený povrch vrstvy ložné. Hranou výtluhu rozumíme plochu přibližně svislou a kolmou k povrchu vozovky i dnu výtluhu, mezi kterými se nachází a která ohraničuje výtluh.

1.9 Značky

TMO Technologie vysrávek výtluhů vozovek využívající mikrovlnný ohřev, nebo zkráceně technologie mikrovlnného ohřevu

2 Účinnost mikrovlnného ohřevu

2.1 Kompozitní látky, za které lze považovat i asfaltové směsi, v závislosti na množství či objemu svých jednotlivých složek a jejich dielektrických vlastnostech (permitivitě), viz čl. 1.8.2, jsou schopné pohlcovat mikrovlnné záření různou měrou. Proto se při stejném výkonu zdroje také různě ohřívají.

2.2 Asfaltové pojivo je obvykle komponentou asfaltové směsi, která pohlcuje mikrovlnné záření méně než kamenivo. Relativní permitivita asfaltového pojiva se obvykle pohybuje kolem hodnoty 3.

2.3 Minerálním složením kameniva, případně i jinými jeho vlastnostmi, lze velmi účinně ovlivnit rychlost a tím i účinnost mikrovlnného ohřevu asfaltové směsi. V případě aplikace TMO podle těchto TP to může být využitelné u doplňované směsi (čl. 1.8.6). Kamenivo má podle svého minerálního složení zpravidla relativní permitivitu vyšší než asfaltové pojivo, nejčastěji kolem 8, výjimečně vyšší než 40.

2.4 Na účinnost ohřevu směsi má také vliv přítomnost vody v ohřívané směsi. Voda má relativní permitivitu kolem 80. To znamená, že se energie mikrovlnného ohřevu z velké části nejdříve spotřebovává na ohřev a odpaření vody (vysušení) a teprve následně na vlastní ohřev zóny ohřevu či zóny teplotního gradientu.

2.5 Účinnost mikrovlnného ohřevu zóny ohřevu či zóny teplotního gradientu lze zvýšit aplikací nátěru či postřiku se specifickými vlastnostmi před zahájením ohřevu zóny ohřevu či zóny teplotního gradientu mikrovlnnou aplikační jednotkou (čl. 3.1). Z praxe i literatury jsou známy různé druhy těchto postřiků či nátěrů, které však mají často degenerativní účinky na materiál vyspravované vozovky. Z tohoto důvodu tyto TP použití postřiků a nátěrů zvyšujících účinnost mikrovlnného ohřevu nepřipouštějí.

3 Zařízení vysrávky výtluhů technologií mikrovlnného ohřevu

Technologie pro vysrávky výtluhů použitím TMO zpravidla vyžadují, krom obvyklých zařízení či nástrojů pro přípravu vysrávky, také použití speciálních zařízení. Mikrovlnný ohřev vozovky je prováděn mikrovlnnou aplikační jednotkou a mikrovlnný ohřev doplňované směsi dodávané ve

zchladlém stavu se uskutečňuje v mikrovlnné peci. Doplněvanou směs lze ohřívat i jinými „konvenčními“ postupy, obecně je však mikrovlnný ohřev považován za účinnější než např. ohřev indukční.

3.1 Mikrovlnná aplikační jednotka

Mikrovlnnou aplikační jednotkou rozumíme zařízení určené pro mikrovlnný ohřev asfaltových vrstev zóny ohřevu či zóny teplotního gradientu v místě poruchy (výtluku). Mikrovlnná aplikační jednotka je zpravidla vybavena termokamerou nebo jiným zařízením pro sledování průběhu ohřevu.

3.2 Mikrovlnná pec nebo jiné zařízení pro ohřev doplňované asfaltové směsi

Doplňovaná směs, pokud je dodávána jako zchladlá, je před svou aplikací do vyspravovaného výtluku ohřívána v mikrovlnné peci nebo jiném zařízení na požadovanou teplotu (čl. 1.8.7). Kapacita pece (nebo pecí) musí být taková, aby bylo k dispozici alespoň takové množství ohřáté doplňované směsi, která je třeba k vysprávce plochy výtluku, již je mikrovlnná aplikační jednotka schopná ohřát najednou bez svého pohybu (srov. čl. 4.2).

3.3 Termokamera

Krom zařízení pro sledování teploty zahřívání instalovaného v mikrovlnné aplikační jednotce je třeba mít k dispozici termokameru ke kontrole teploty zóny ohřevu a zóny teplotního gradientu. Termokameru lze použít i pro měření teploty při rozprostírání a hutnění doplňované směsi. Tato termokamera musí být kalibrovaným měřidlem.

3.4 Elektrocentrála

Mikrovlnná aplikační jednotka a mikrovlnná pec potřebují ke svému provozu poměrně značný příkon (desítky kilowatů) elektrické energie, který není často možné zajistit z veřejné elektrické sítě. Elektrocentrála, například v podobě dieselaagregátu, je často nezbytným řešením.

3.5 Hutnicí zařízení

Hutnicím zařízením se rozumí ruční hutnicí válec nebo hutnicí vibrační deska nebo hutnicí pěch.

4 Použití technologie pro odstranění výtluků TMO

4.1 Pro návrh a realizaci údržby platí resortní předpisy, v tomto případě zejména TP 87 a TKP 7.

4.2 Na základě těchto TP lze vyspravovat pouze výtluky v krytových vrstvách asfaltových vozovek, u nichž plocha vyspravované oblasti nesmí být větší než čtyřnásobek plochy, kterou je mikrovlnná aplikační jednotka schopna ohřát najednou bez jejího pohybu, maximálně však 1,0 m².

4.3 Technologie vysprávky výtluků s použitím mikrovlnného ohřevu je vhodná zejména pro vozovky:

- v záruční době a do stáří 7 let ohrusné vrstvy,

- s ojediněle se vyskytujícími se výtluky,
- na mostech,
- v okolí mostních závěrů, kanalizačních vpustí, šachet apod.

4.4 Vysprávký vrstev vozovek obsahující dehtové živice nelze provádět použitím TMO.

4.5 Životnost vysprávký provedená použitím TMO závisí na příčině poruchy a stáří vozovky. Z dosavadních zkušeností vyplývá, že u vozovek, jejichž stáří je menší než 7 let, je životnost vysprávký obdobná jako okolní neporušené vozovky. U vozovek starších se jedná zpravidla o vysprávký krátkodobou.

4.6 Vysprávký za použití TMO lze provádět při teplotách vyšších než $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Platí však podmínky realizace spojovacího postřiku stanovené v ČSN 73 6129.

5 Provádění vysprávký výtluků technologií mikrovlnného ohřevu

5.1 Příprava

5.1.1 Pro plánování údržby a oprav platí TP 87, bezpečnostní a jiné zásady stanovené příslušnými předpisy.

5.1.2 U asfaltových vrstev, kde by vzhledem k jejich stáří připadala v úvahu přítomnost dehtových živíc, je třeba jejich případnou přítomnost ověřit zkouškou. V případě zjištění jejich přítomnosti nelze aplikovat TMO.

5.1.3 Povrch výtluku (dno i hrana výtluku), musí být dokonale očištěn od uvolněného a degradovaného materiálu, prachu a nečistot. Tam, kde je to relevantní, se zamezí stékání vody do vyspravované oblasti. Současně musí být odstraněna stojící voda nebo sníh z vyspravovaného výtluku, zóny ohřevu a zóny teplotního gradientu.

5.1.4 V případě, že zóna ohřevu nebude při dané konkrétní realizaci vysprávký výtluku zahrnovat dno výtluku (čl. 1.8.4 a čl. 1.8.8), opatří se dno výtluku spojovacím postřikem podle ČSN 73 6121 a ČSN 73 6129. Tím není dotčeno ustanovení čl. 2.5 o nepřípustnosti použití postřiků a nátěrů zvyšujících účinnost mikrovlnného ohřevu.

5.2 Realizace vysprávký

5.2.1 Doplněvaná směs, je-li k dispozici jako zchladlá (čl. 1.8.6), se umístí do mikrovlnné pece a mikrovlnná aplikační jednotka se umístí nad vypravovaný výtluk. Spustí se ohřev.

5.2.2 Dosažení požadované teploty (čl. 1.8.7) zóny ohřevu (čl. 1.8.4) a vytvoření zóny teplotního gradientu (1.8.5) se musí ověřit termokamerou (čl. 3.3) tak, aby bylo zřejmé, že bylo provedeno dokonalé prohřátí zóny ohřevu na požadovanou teplotu a vytvoření zóny teplotního gradientu.

5.2.3 Dosažení požadované teploty (čl. 1.8.7) doplněvané směsi (čl. 1.8.6) se musí ověřit teploměrem.

5.2.4 Doplněvaná směs se rozprostře na vyspravované místo a zhutní se hutnicím zařízením tak, aby okraje doplněné směsi splýnuly s okrajem výtluhu. Po zhutnění se přebytečný materiál doplněvané směsi se odstraní.

Poznámka 1: Při realizaci vysprávký za použití TMO se v souladu s čl. 2.5 nepřipouští použití postřiků ani nátěrů či jiných látek ke zvýšení účinnosti mikrovlnného ohřevu. Tím není dotčeno použití spojovacího postřiku podle čl. 5.1.4.

Poznámka 2: V případě, že výtluh zasahuje do více než jedné vrstvy vozovky (tzn. do obrusné i ložní), vysprávka se provede, včetně hutnění, po jednotlivých vrstvách s použitím doplněvané směsi se složením odpovídajícím každé jednotlivé porušené vrstvě, ledaže by objednatel/správce stavby v odůvodněných případech umožnil vysprávku v jedné vrstvě. U řešení, při kterém se realizuje vysprávka dvou vrstev jednovrstvým řešením, lze předpokládat nižší životnost výspravy.

6 Kontrolní zkoušky

6.1 Dosažení požadované teploty (1.8.7) se kontroluje podle čl. 5.2.2 a 5.2.3.

6.2 V souladu s předpisem TKP 7 se na hotové vysprávce neprovádějí geodetická měření ani vývrty, pokud nebyly zvlášť objednatelem/správce stavby vyžádány. Prokazuje se jen rovnost. Míra zhutnění a mezerovitost vrstvy se posuzuje vizuálně, případně nedestruktivně, v četnosti nařízené objednatelem/správce stavby.

6.3 Pro hodnocení rovnosti provedené vysprávký se postupuje obdobně, jak stanoví TKP 7 při lokální výměně asfaltové vrstvy, kde platí tolerance 8 mm (měřeno 2 m latí příčně a 4 m latí podélně podle ČSN 73 6175), avšak u výsprav vozovek dálnic a rychlostních místních komunikací je největší přípustná nerovnost 5 mm.

6.4 Všechny použité materiály, zejména doplněvaná směs a spojovací postřik nebo nátěr, musí splňovat požadavky relevantních norem (např. ČSN 73 6120, ČSN 73 6121, ČSN 73 6129), včetně jejich ustanovení o posuzování shody stavebních materiálů.

TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 264 Opravy výtluků využitím mikrovlnné technologie

Schválilo:	Ministerstvo dopravy
Zpracovatel:	prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., MBA, LL.M. (Janeway, s.r.o.)
Vydání:	první
Počet stran:	9
Tech. redakční rada:	Ing. Jiří Šmíd, Ph.D. (Ministerstvo dopravy) Ing. Jiří Klepáč (Ředitelství silnic a dálnic ČR) Ing. Jiří Škrabka (Ředitelství silnic a dálnic ČR) Ing. Dan Ťok (Futtec) Ing. Petr Mondschein, Ph.D. (ČVUT v Praze, Fakulta stavební) Ing. Jan Valentin, Ph.D. (ČVUT v Praze, Fakulta stavební) Ing. Václav Valentin
Zástupce koordinátora:	Ing. Barbora Jiříčná (Ředitelství silnic a dálnic ČR)