

ZAKLADANIE NÁSYPOV NA NEÚNOSNOM PODLOŽÍ, PRÍKLAD RÝCHLOSTNÁ CESTA PRÍBINA

Daniel Malík¹

ABSTRAKT

Medzi inovatívne metódy zakladania násypov na neúnosnom podloží patrí plošné zakladanie násypov na podloží upravenom vertikálnymi prefabrikovanými drénmi Mebradrain[®]. Vertikálne drény urýchľujú konsolidáciu podložia vyvolanú priťažením od násypového telesa. Inštalujú sa penetračne pomocou špeciálnej vlačnej hlavice namontovanej na pásovom rýpadle. Pri inštalácii vertikálnych drénov sa na špeciálnom zariadení zaznamenáva dosiahnutá hĺbka a sila potrebná pre inštaláciu každého drénu. Drény sa inštalujú podľa geotechnických výpočtov vo vhodnom aplikačnom rastru.

Metóda Cofra dynamického hutnenia je rýchla a osvedčená technika hutnenia nesúdržných zemín. Podložné vrstvy sú hutnené z povrchu terénu padaním 9 – 16 ton ťažkého závažia z vopred určenej výšky v intervaloch od 40 do 80 úderov za minútu. Celkové zhutnenie závisí od typu zeminy, od vstupnej energie, požadovaného stupňa zhutnenia a je merateľné až do hĺbky 8 m pod úrovňou terénu.

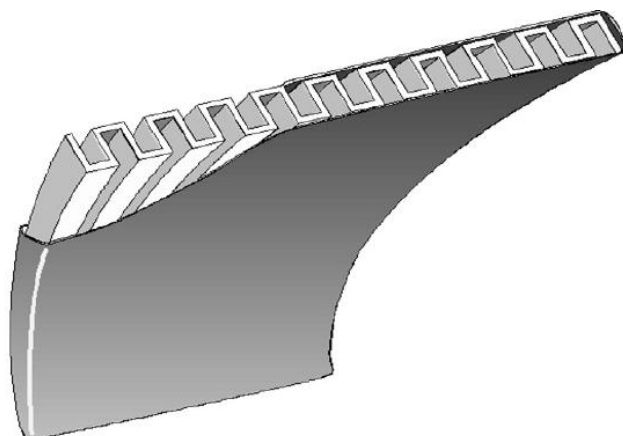
1 ÚVOD

Urýchlenie výstavby rýchlostnej cesty R1 si vyžiadalo použiť inovatívne metódy zakladania násypov na neúnosnom podloží. V tradičných metódach (štrkové a pieskové piliere) sa nachádzame v časovej tiesni. Použitím prefabrikovaných vertikálnych drénov MebraDrain[®] a dynamického hutnenia v kombinácii s geosyntetickými materiálmi výrazným spôsobom eliminujeme časovú náročnosť budovania budúcich násypov.

2 ZAKLADANIE NÁSYPOV POMOCOU PREFABRIKOVANÝCH VERTIKÁLNYCH DRÉNOV MEBRADRAIN[®]

Na urýchlenie konsolidácie bol vyvinutý vertikálny prefabrikovaný geodrén MebraDrain[®]. Tento systém sa používa tam, kde sa pod zaťažením (od násypu alebo inej konštrukcie) očakáva veľké sadanie, pričom časový priebeh sadania je dlhší než je prípustné z hľadiska postupu výstavby. V takýchto prípadoch sa inštaláciou vertikálnych prefabrikovaných geodrénov v trojuholníkovom rastru docieli skrátenie únikovej dráhy vody, a tým aj urýchlenie konsolidácie podložia. Zníženie pórových tlakov potom zapríčiní zmenu totálnych šmykových parametrov na efektívne, čím sa nepriamo zvýši stabilita podložia. Vertikálny prefabrikovaný drén MebraDrain[®] sa skladá z tuhého PP jadra v tvare H alebo U, ktoré je obalené netkanou tepelne upravenou PP geotextíliou (*obr. 1*). Netkaná geotextília vytvára filtračný obal, čím sa zamedzuje kolmatácii drenážnych kanálikov jemnozrnnou zeminou, zároveň je však zabezpečená filtrácia vody.

¹ Mgr., Cofra – Chemia, s. r. o., Zadunajská cesta 10, 851 01 Bratislava
Tel.: +421 911 700 187, +421 2 6345 4090, e-mail: malik@cofra.sk

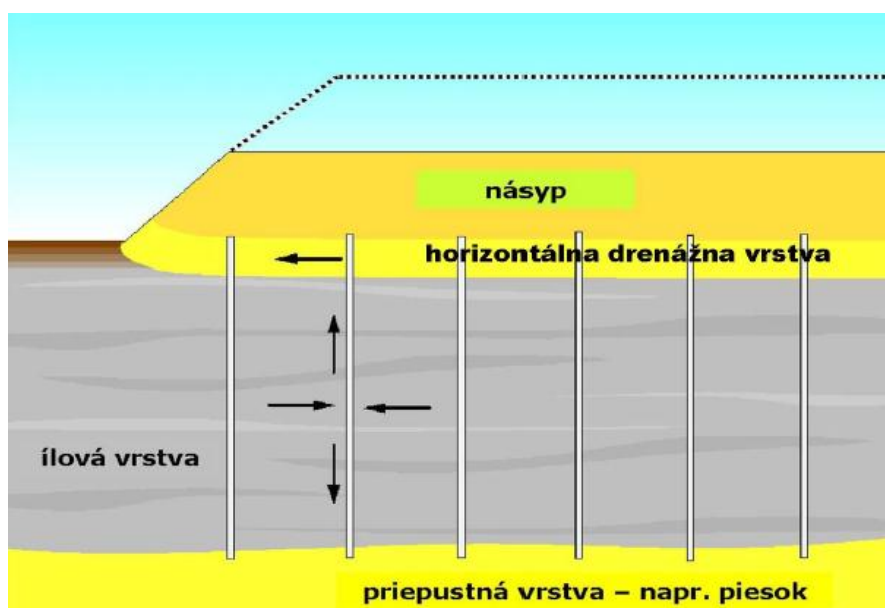


Obr. 1 Profil vertikálneho geodrénu MebraDrain® v tvare U

Drenážne kanáliky tuhého jadra nie sú vzájomne prepojené, čím sa docieli laminárne prúdenie, a tým aj lepšia drenážna funkcia (oproti turbulentnému prúdeniu, kde môže dôjsť k zacyklovaniu – vírivému pohybu vody, čo spomaľuje drenáž).

Dôležitým parametrom na zachovanie funkčnosti vertikálnych drénov je deklarácia zachovania drenážnej kapacity (prietochnosti) v poprehýbanom stave nezávislou skúšobňou. Vertikálne geodrény sú inštalované vo vzpriamenom a natiahnutom stave. Počas pôsobenia povrchového zaťaženia sa podložie, a tým aj geodrény vo zvislom smere stláčajú, pričom v prípade väčších sadaní dochádza k zníženiu až prerušeniu drenáže. Vertikálne prefabrikované drény MebraDrain® disponujú certifikátom vydaným nezávislou skúšobňou COMO (KIWA), ktorý je vydaný na základe početných skúšok (jednou z nich je skúška prietochnosti v poprehýbanom stave).

Prefabrikované vertikálne drény MebraDrain® sa aplikujú predovšetkým v oblastiach s vysokou hladinou podzemnej vody, kde sa v podloží nachádzajú jemnozrnné sedimenty (íly, hlíny, prachovité alebo jemnozrnné piesky). Tieto sedimenty sú charakteristické nízkym koeficientom filtrácie a nízkym súčiniteľom konsolidácie. Najvhodnejším riešením na urýchlenie drenáže je vertikálne geodrény votknúť do podložných relatívne priepustnejších sedimentov, čím sa zabezpečí obojsmerná drenáž (obr. 2).



Obr. 2 Schéma funkcie drénu

Inštalácia vertikálnych prefabrikovaných drénov MebraDrain[®] prebieha pomocou hydraulickej aplikačnej hlavice namontovanej na pásový podvozok (*obr. 3*). Inštalácia je kontrolovaná špeciálnym digitálnym zariadením, ktoré zaznamenáva po daných hĺbkových intervaloch hĺbku a inštalačný tlak. Každý geodrén je na povrchu po vytiahnutí aplikačnej pažnice odstrihnutý vo výške asi 30 cm nad terénom. Po zhotovení geodrénov je potrebné na aplikačnú pláň naniest' vrstvu plošného drénu – štrkodrvu vhodnej frakcie alebo plošný drenážny geokompozit. Plošná drenážna vrstva má za úlohu odvieš' vodu spod telesa násypu do zberných rigolov pozdĺž násypu.

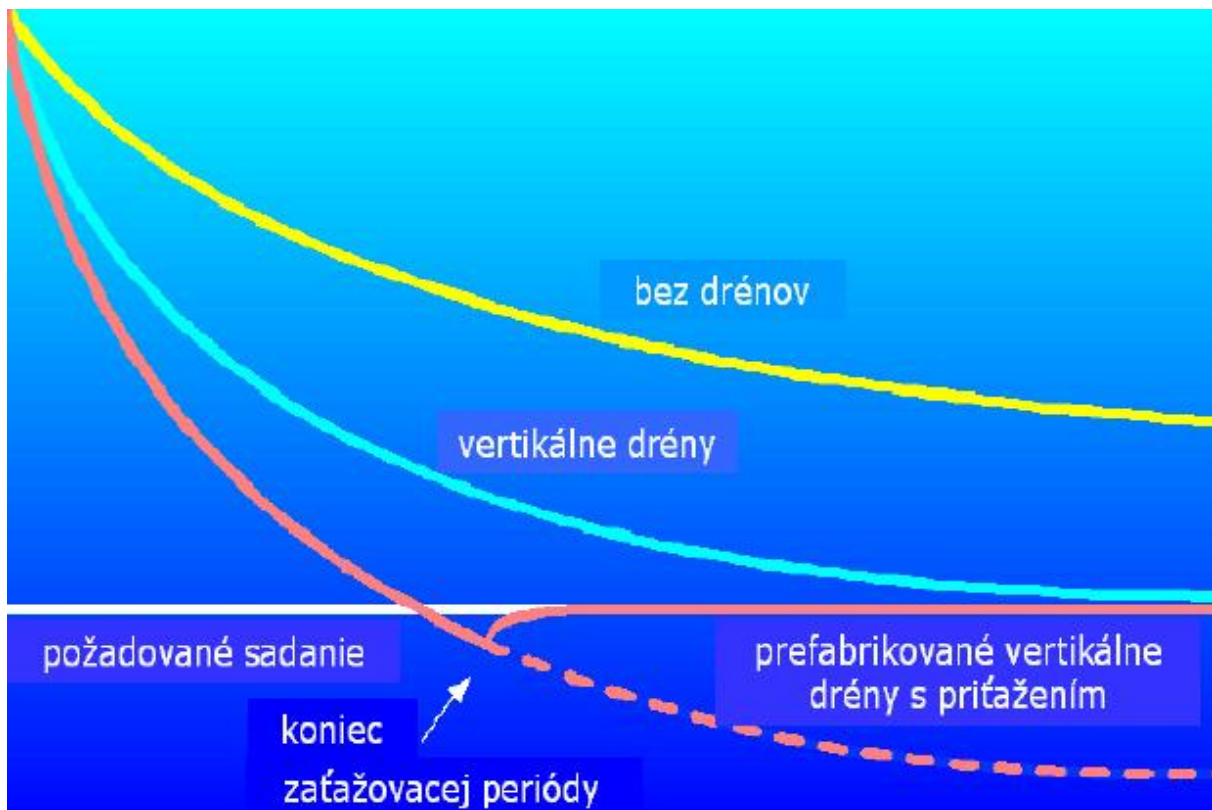


Obr. 3 Aplikácia geodrénov MebraDrain[®]

Na výpočet rozmiestnenia drénov existuje niekoľko spôsobov. Najznámejšími sú Barronov vzťah a Kjelmanov vzťah, veľmi účinné je modelovanie pomocou metódou konečných prvkov (napríklad v programe PLAXIS).

Vertikálne prefabrikované drény sú výhodnejšie oproti iným metódam urýchlenia konsolidácie (*obr. 4*) v týchto ukazovateľoch:

- šetrné k životnému prostrediu – bezvýkopová a bezvýplňová technológia, použité materiály sú ekologicky nezávadné,
- ekonomická technológia – v porovnaní s inými technológiami aj pri hustejšom rastru predstavuje ekonomickejšie riešenie, pričom hustejší raster umožňuje urýchlenie výstavby stavebných objektov (urýchli sa konsolidácia),
- rýchlosť výstavby – pri optimálnych podmienkach až 8 000 bm/deň,
- digitálna kontrola hĺbky a tlaku pri inštalácii – kontrolovaný zaručený dosah požadovanej hĺbky.



Obr. 4 Vplyv geodrénov MebraDrain® na požadované sadanie násypu

2.1 PPP Rýchlostná cesta R1, stavba: Nitra, západ – Selenec

V tomto úseku bol riešený 1 stavebný objekt:

- SO 101 v km 2,370 – 2,500
- SO 101 v km 8,825 – 9,220
- SO 101 v km 10,970 – 11,050

Trojuholníkový raster: 1,31 m; 1,16 – 1,40 m; 1,16 m

Priemerná hĺbka: 9,15 m; 7,80 m; 7,15 m

Termín inštalácie: december 2009 – január 2010

Použitý geodrén: MebraDrain® MD 7007

Geologické podmienky: zložité, íly saturované vodou s vysokou plasticitou a vysokou hladinou podzemnej vody

2.2 PPP Rýchlostná cesta R1, stavba: Severný obchvat Banskej Bystrice

V tomto úseku boli riešené 3 stavebné objekty:

- SO 100-00
- SO 106-00
- SO 107-00

Trojuholníkový raster: 1,25 m; 1,40 m; 1,80 m

Priemerná hĺbka: 8,00 m; 6,70 m; 6,50 m

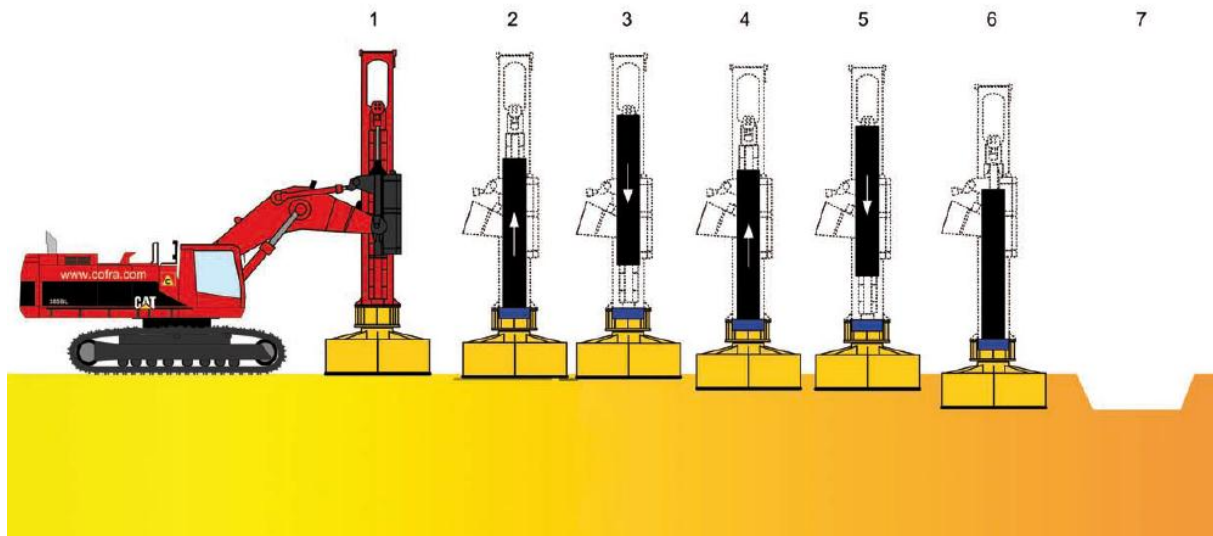
Termín inštalácie: apríl 2010

Použitý geodrén: MebraDrain® MD 7007

Geologické podmienky: zložité, íly a náplavové sedimenty rieky Hron, saturované vodou s vysokou plasticitou, kašovitý íly

3 ZAKLADANIE NÁSYPOV POMOCOU COFRA DYNAMICKÉHO HUTNENIA (CDC)

Metóda Cofra dynamického hutnenia CDC (Cofra Dynamic Compaction, *obr. 5*) je rýchla a osvedčená technika hutnenia zemin. Podložné vrstvy sú hutnené z povrchu terénu padaním 9 – 16 ton ťažkého závažia z vopred určenej výšky v intervaloch od 40 do 80 úderov za minútu. Celkové zhutnenie závisí od typu zemin, od vstupnej energie, požadovaného stupňa zhutnenia a je merateľné do hĺbky 8 m.



Obr. 5 Realizácia dynamického hutnenia

Realizácia dynamického hutnenia prebieha nasledovne:

- pláň musí byť vodorovne upravená (prípadne terasovito upravená),
- pásový nosič s hutniacou nohou (*obr. 6*) hutní zeminy podľa požiadavky budúcej stavby a posúva sa smerom dozadu,
- po ukončení hutnenia sa prevádzajú kontrolné skúšky zhutnenia pomocou statických alebo dynamických penetračných sond na vybraných hutnených miestach (v závislosti od celkovej hutnenej plochy).

Použitie dynamického hutnenia je vhodné v nesúdržných zeminách, pri prechodových

oblastiach (napríklad aj skládok), pri zakladaní hál a objektov na neúnosnom podloží (napríklad medzistaničné priestory, atď.) Dynamickým hutnením možno adekvátne nahradiť štrkové piliere. Výhodou je rýchlosť realizácie dynamického hutnenia, asi 2 000 m² denne.



Obr. 6 Strojné vybavenie dynamického hutnenia

Použitie hutniacej nohy závisí od požiadavky zhutnenia prostredia. Používame 3 typy o \varnothing 1,5 m; 2,0 m a 2,6 m. V závislosti od požadovaného stupňa a hĺbky zhutnenia sa zvolí potrebný priemer (čím je \varnothing nohy menší, tým sa dosiahne väčšia hĺbka). Použitie dynamického hutnenia je vhodné aj v intraviláne, kde minimálna vzdialenosť od zástavby je asi 15,0 m, s tým, že je potrebné merať vibrácie v budove. Vzdialenosť sa dá skrátiť napríklad vytvorením ryhy pred alebo v okolí budovy. Technológia dynamického hutnenia umožňuje rýchlo a efektívne pripraviť podložie na ďalšiu výstavbu.

3.1 PPP Rýchlostná cesta R1, stavba: Nitra, západ – Seleneč

Objekt: SO 101, km 1,200 – 1,400

V rámci sanačných opatrení sa na úseku SO 101 realizovalo dynamické hutnenie s cieľom dynamicky konsolidovať podložné vrstvy a zvýšiť stabilitu podložia zemného telesa. Podložné vrstvy tvorili spráše a hĺbka hladiny podzemnej vody bola 10 m pod povrchom. Na miestach sme urobili pokusné hutnenia s počtom úderov: 25, 40, 55 a 70 s frekvenciou 45 úderov/min. Pri hutnení 70 úderov došlo okrem porušenia štruktúrnej pevnosti spráši aj k dohutneniu a dosiahol sa hĺbkový dosah viac ako 8 m pod terénom, ktorý bol preukázaný výsledkami z dynamických penetračných skúšok (obr. 7). Celkové spočítané sadanie bolo asi 50 – 55 cm. Počas realizácie dynamického hutnenia sme v priemere dosiahli za 5 dní celkové sadnutie 40 – 45 cm! Metóda dynamického hutnenia sa v tomto prípade ukázala ako vysoko efektívna. Realizácia dynamického hutnenia bola vykonaná v mesiaci Február 2010. Celková zhutnená plocha bola 9911 m², frekvencia úderov bola 45/min. a počet úderov na jeden bod

bolo 70. Ako strojné vybavenie bolo použité pásové rýpadlo CAT345 so špeciálne upravenou hlavicom. Priemer hutniacej nohy bol 2m a hmotnosť kladiva bola 9t. Denný výkon hutnenia bol cca 2000 m².



Obr. 7 Depresia po 70 úderoch a kontrolná skúška dynamického hutnenia

4 ZÁVER

Na vybraných objektoch rýchlostnej cesty R1 (vo vyššie uvedených úsekoch) sa použil na urýchlenie konsolidácie prefabrikovaný vertikálny drén Mebradrain[®] MD 7007. Celkové inštalované množstvo predstavuje 166 343 bm.

Metóda dynamického hutnenia bola použitá v rámci prvého PPP projektu na Slovensku, v úseku Nitra, západ – Selenec, SO 101 (km 1,200 – 1,400). Celková zhutnená plocha bola 9911 m², frekvencia úderov bola 45/min. a počet úderov na jeden bod bolo 70.

Záverom môžeme konštatovať, že vyššie uvedené technológie boli vysoko efektívne, finančne a časovo nenáročné vzhľadom na ich ďalšie následné využitie. V súčasnom období sú v pláne ďalšie projekty zakladania na neúnosnom podloží, či už pomocou prefabrikovaných vertikálnych drénov Mebradrain alebo pomocou dynamického hutnenia.