

Vliv počáteční vlhkosti horninového prostředí na vsakovací zkoušky

Vojtěch Vinklárek¹

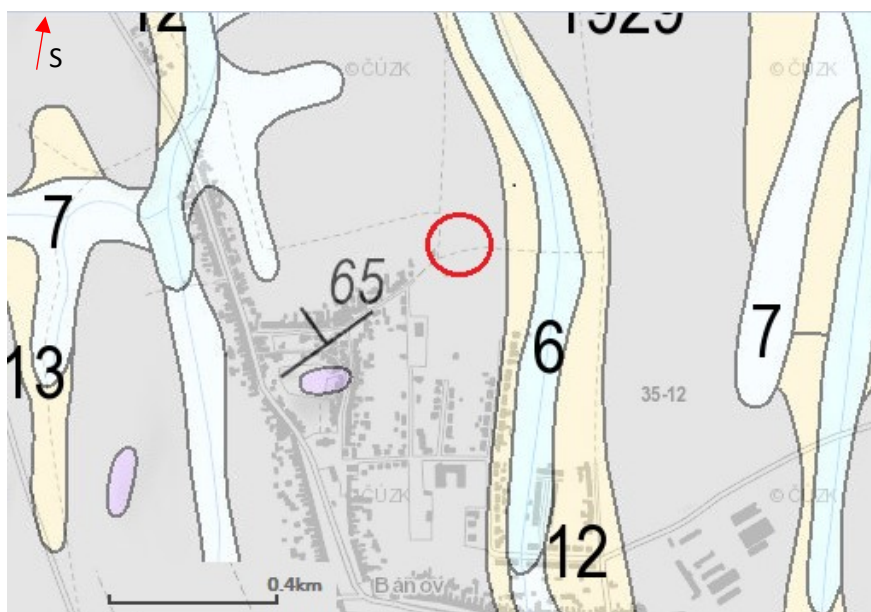
¹GEOtest, a.s., Šmahova 1244/112, 627 00 Brno, Česká republika; vinklarek@geotest.cz

Úvod

Při běžných terénních zkouškách se na lokalitách neodebírá vzorek půdy pro stanovení aktuálního obsahu vody v půdě. Hydraulická vodivost je funkcí vlhkosti: čím je v půdě víc vody, tím se voda může rychleji transportovat. Míra nasycení půdy se mění v průběhu roku. Na jaře, vlivem tání sněhu, je půda více podmáčená. V letních měsících půda vyschne a na podzim se vlivem častých dešťů opět nasytí. V článku je popsáno, jakou rychlostí a v jakém množství se voda infiltruje do horninového prostředí v suchém a vlhkém prostředí. Dále zde budou popsány rozdíly v rychlosti infiltrace do horninového prostředí za přítomnosti vysoké a nízké hladiny podzemní vody. Numerické zpracování terénních dat probíhalo v softwarech DISC a Hydrus 1D od společnosti PC – Progress.

Lokalita

Terénní práce na lokalitě Bánov v okrese Uherský Brod (obr. 1) proběhly 13. 9. 2017. Geologicky tato oblast spadá do vnějších Západních Karpat, konkrétně do magurské skupiny příkrovů flyšového pásma. V podloží se nacházejí jemnozrnné pískovce až prachovité jílovce. Tyto horniny jsou součástí nivnického souvrství hluckého vývoje bělokarpatské jednotky. Stratigraficky se tyto horniny řadí do terciéru (paleogénu). Pro tento region je typické teplé až mírně teplé jaro, dlouhé, teplé a suché léto a mírně teplá, suchá zima s krátkým trváním sněhové pokrývky.



Obr. 1: Geologická mapa lokality Bánov (ČGS 2018)

Metodika

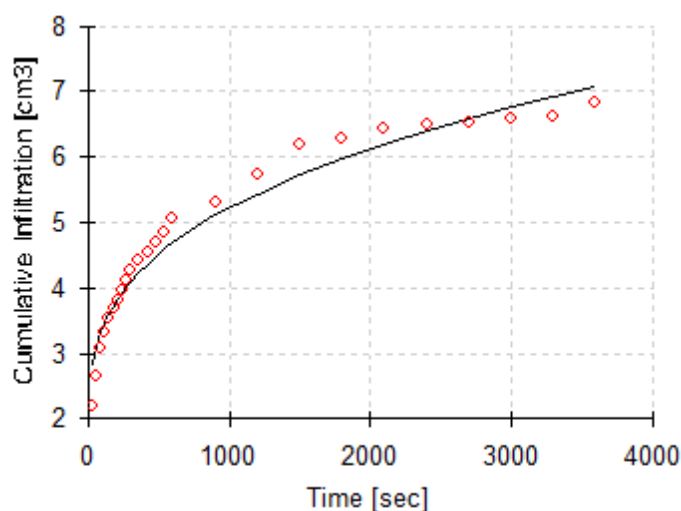
Terénní měření bylo prováděno pomocí průzkumných vsakovacích sond VS1 a VS2. Sondy byly kopány pomocí příklepové vrtné soupravy s jádrovým vrtákem o průměru 75 mm a délky 1 m. Po

odvrtání potřebné hloubky byly vystrojeny PVC trubkami s radiální perforací po celé délce výstroje. Hloubka sond byla 3 m.

Samotná vsakovací (nálevová) zkouška spočívala v nalití pitné vody do vyvrtané a vystrojené sondy a měření poklesu hladiny v sondě v daných časových intervalech. Na každé lokalitě se prováděly 2 souběžně probíhající zkoušky. Zkouška byla po hodině ukončena a sonda zlikvidována zpětným zaházením vyvrtanou zeminou.

Vyhodnocení terénních prací proběhlo v souladu s normou ČSN 75 9010, která k vyhodnocení vsakovací zkoušky využívá Hvorslevovu rovnici. Toto vyhodnocení sloužilo i pro porovnání přesnosti vyhodnocení pomocí numerických softwarů.

Po fázi sběru dat práce pokračovala pomocí počítačových programů od společnosti PC – Progress. Jedná se o programy na numerické modelování hydraulických parametrů půdy. Software DISC slouží k vyhodnocování vsakovacích zkoušek a inverznímu modelování, schopného naladit průběh modelovaného scénáře na konkrétní vsakovací zkoušku (obr. 2).



Obr.2: Kalibrovaný model Bánov

Navazující numerický program Hydrus 1-D je jednorozměrný numerický program vyvinutý Jiřím Šimůnkem. Program vytváří prostředí pro analyzování proudění vody, tepla a rozpuštěných látek porézním médiiem v jednodimenzionálním směru. Model umožňuje modelovat proudění různě nasyceným prostředím i několika různými a různě nasycenými prostředími. Model obsahuje i grafický editor, kde se tato prostředí přesně definují pomocí hydraulických parametrů (Šimůnek et al., 1998).

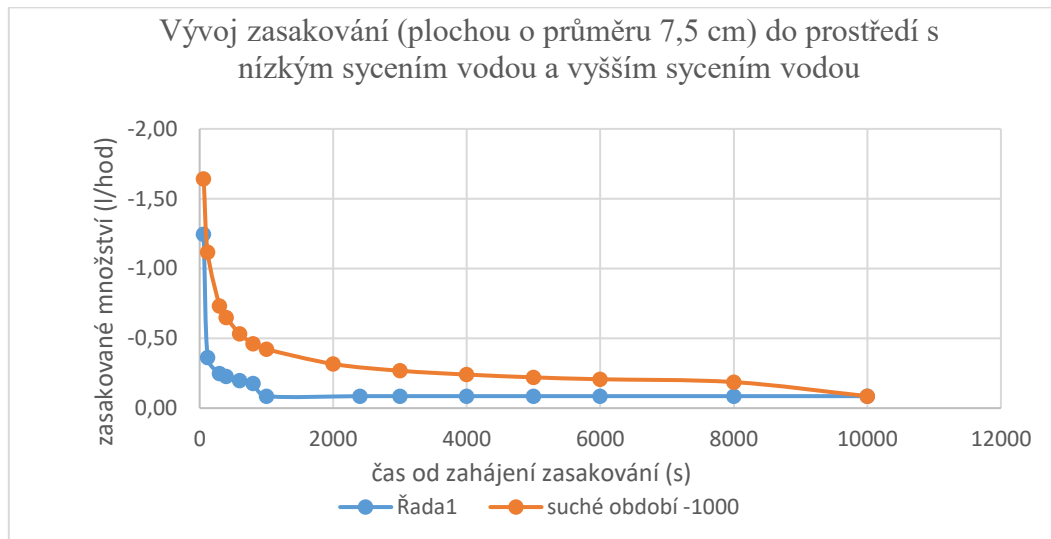
Pro každou zkoušku na lokalitě byly vytvořeny 4 navazující modely, 2 modely pro půdní profil, kde je hladina podzemní vody příliš hluboko, než aby ovlivňovala průběh vsakovací zkoušky a 2 modely s hladinou podzemní vody na dně 3 metry mocného půdního profilu. Oba profily byly poté testovány s nízkou a vysokou sací výškou, jako simulace vyschlé a vlhké půdy (tab. 1).

Tab. 1: Přehled scénářů modelování

	Bez HPV	Bez HPV	HPV -3 m	HPV -3 m
	Vlhké období	Suché období	Vlhké období	Suché období
Bánov 2	Bánov 2 A	Bánov 2 B	Bánov 2 A HPV	Bánov 2 B HPV

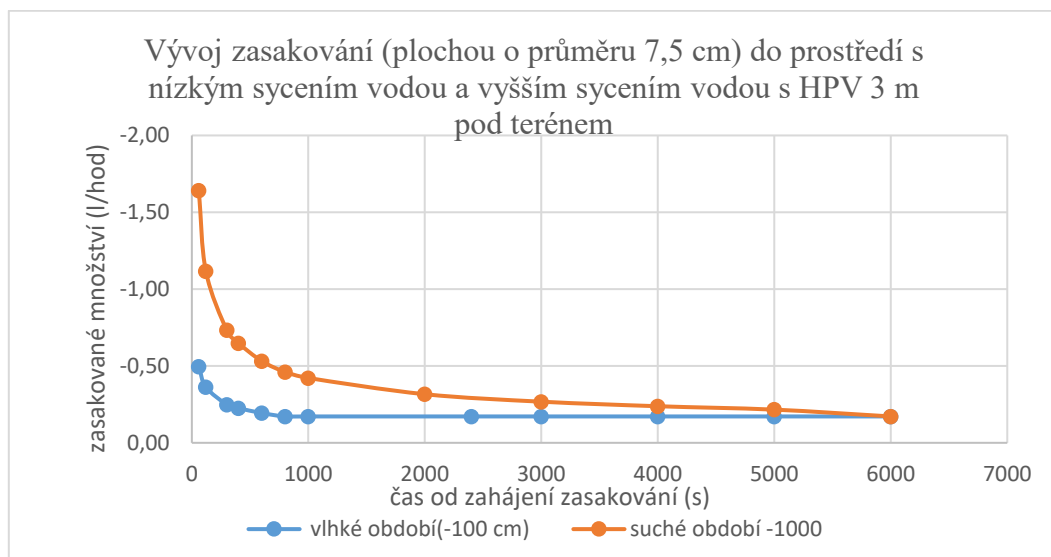
Výsledky

Na lokalitě byl vypočítán koeficient vsaku podle metodiky normy ČSN 75 9010 na hodnotu $3,75 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Pilař 2017). Inverzním modelem DISC byla při zkoušce bez hladiny podzemní vody vypočítán koeficient vsaku na hodnotu $5,40 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Při ustálení rychlosti vsakování bude docházet k zasakování vod plochou odpovídající ploše dna vyvrтанého vsakovacího vrtu rychlostí 0,09 l/hod. Modelem Bánov 2 A simulujícím vsakování vody ve vlhkém období bez blízkosti hladiny podzemní vody byla ustálená rychlost vsakování dosažena v čase zkoušky 17 minut. Při modelování vsaku modelem Bánov 2 B simulujícím vsak vody v suchém období bez blízkosti hladiny podzemní vody byla ustálená rychlost vsakování dosažena v čase zkoušky 167 minut. (obr. 3).



Obr. 3: Vývoj zasakování bez přítomnosti hladiny podzemní vody

Inverzním modelem DISC byl při zkoušce s hladinou podzemní vody 3 m.p.t. vypočítán koeficient vsaku na $1,08 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Při ustálení rychlosti vsakování bude docházet k zasakování vod plochou odpovídající ploše dna vyvrтанého vsakovacího vrtu rychlostí 0,17 l/hod. Modelem Bánov 2 A HPV simulujícím vsakování vody ve vlhkém období s hladinou podzemní vody 3 m.p.t. byla ustálená rychlost vsakování dosažena v čase zkoušky 13 minut. Při modelování vsaku modelem Bánov 2 B HPV simulujícím vsak vody v suchém období s hladinou podzemní vody v hloubce 3 m p.t. bylo dosaženo ustálení rychlosti vsakování v čase zkoušky 100 minut (obr. 4).



Obr. 4: Vývoj zasakování s přítomnou hladinou podzemní vody

Závěry

Inverzním modelováním v programu DISC a následnými modelacemi v programu Hydrus 1 D byla vytvořena série numerických modelů simulujících vývoj rychlosti zasakování ve vlhkém a suchém prostředí. Testované půdní profily ve vlhkém prostředí dosáhnou rychleji nasycení, ale při zkoušce v suchém prostředí je vyšší objemový však, kdy se vsakuje větší množství vody.

K ustálení rychlosti vsakování docházelo nejdříve po desítkách minut (zkoušky s přítomnou HPV 3 m.p.t. – 13 minut), u některých zkoušek došlo k ustálení rychlosti vsakování až po několika hodinách (zkoušky bez přítomnosti HPV– 167 minut).

Z výsledků také vyplývá, že pokud je během zkoušky naražena podzemní voda, dojde k rychlejšímu ustálení rychlosti vsakování. Při vsakování s hladinou podzemní vody ve větších hloubkách docházelo k pomalejšímu ustálení než při zkouškách s hladinou podzemní vody v hloubce 3 m p.t. U zkoušek s hladinou podzemní vody v hloubce 3 m p.t. byla vyšší konečná rychlost zasakování. Tato skutečnost je přičtena tomu, že při kontaktu klesajícího nálevu s podzemní vodou, dojde k lepšímu transportu vody skrz hladinu zvodněného kolektoru a tvorbě ejekčního kužele. Hladina podzemní vody se vlivem přítoku nálevu lokálně zvedne a jímá tak více vody z nálevu.

Výsledkem práce je zjištění, že při vsakovacích zkouškách s vysokou hladinou podzemní vody (tedy s menší mocností nenasycených zón) nebo v období častých dešťů, může být vsakovací zkouška ukončena po kratším čase, protože dojde rychleji k ustálení rychlosti vsakování do horninového prostředí.

Literatura

Česká geologická služba (2018): Geologická mapa České republiky 1:50 000.(24-34) – Česká geologická služba. Praha. on – line: mapy.geology.cz

Pilař, L. (2017): Hydrogeologický průzkum pro zasakování dešťových vod do horninového prostředí na pozemku p.č. 5549/7. – MS, Hydrogeologický průzkum. AQUA ENVIRO s.r.o. Brno.

Šimůnek, J., Šejna, M. & Van Genuchten, M., (1998): *The HYDRUS 1-D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variable-saturated media*. Colorado: International Ground Water Modeling Center, Colorado school of Mines.