

*inženýrsko-geologická studie: zhodnocení
parametrů pro vsakování srážkové vody v nově
zastavitelné oblasti Velký Hájek, Žamberk*

OBEC ŽAMBERK

NÁZEV AKCE

Žamberk – Velký Hájek

NÁZEV ZPRÁVY

inženýrsko-geologická studie: zhodnocení parametrů pro vsakování srážkové vody v nově zastavitelné oblasti

OBJEDNATEL

ARCHUM architekti s.r.o.

Oldřichova 299/23

Praha, 12800 Česká republika

ČÍSLO VÝTISKU

MÍSTO A DATUM VÝTISKU

V Litoměřicích dne 7.3. 2024

VYPRACOVAL

Ing. Daniel Kahuda, PhD.

ZHOTOVITEL

Ing. Daniel Kahuda, PhD.
pedolog, hydrogeolog
(IČ: 19328605)

Jezuitská 4/12A

412 01 Litoměřice

SPOLUPRACOVALI

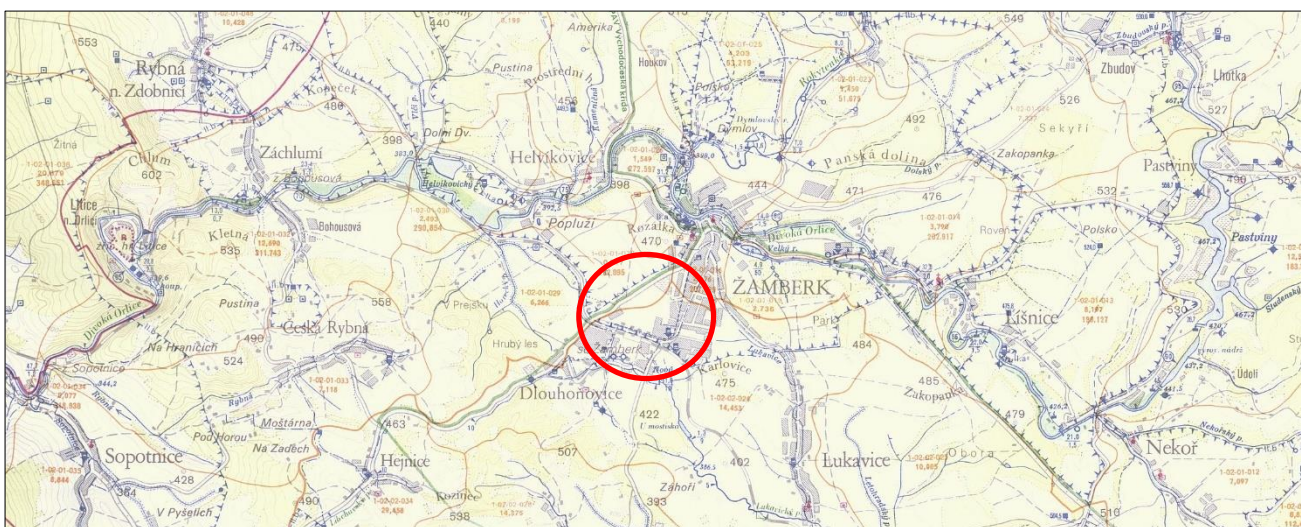
ne

Úkol a identifikační údaje území

Druh díla:	hydrogeologická / inženýrsko-geologická / pedologická studie
Název díla:	zhodnocení parametrů pro vsakování srážkové vody v nově zastavitelné oblasti Velký Hájek, Žamberk
Objednatel:	ARCHUM architekti s.r.o., Oldřichova 299/23, Praha, 12800 Česká republika
Obec:	Žamberk [549584]
Pověřená obec:	Žamberk
Kraj:	Pardubický
Katastrální území:	Žamberk [794368]
Mapový list:	14-14 (Žamberk) 1:50 000

Úvod a metodika prací

Na základě objednávky společnosti ARCHUM architekti s.r.o. byla vypracována studie nově zastavitelné oblasti Velký Hájek, Žamberk za účelem zhodnocení místních odtokových poměrů, resp. vhodnosti území pro vsakování zachycené srážkové vody a vymezení technických opatření pro tento účel. Studie byla zpracována formou rešeršní práce na základě veřejně dostupných podkladů a soustředí se na aspekty hydrogeologické (situace podzemní vody na zájmové lokalitě), hydrologické, resp. inženýrsko-geologické (srážko-odtokové poměry území) a pedologické (zastoupené půdní profily na zájmovém území, klasifikace a potenciální hydrotechnická opatření). Zájmová lokalita se nenachází na území chráněném podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny v platném znění. Zájmová lokalita se nenachází na území chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) podle zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) v platném znění.



Obrázek 1: Základní vodohospodářská mapa 1:50.000

Seznam použitých podkladů

Demek, J, a kol.: Zeměpisný lexikon ČR, Hory a nížiny, Brno, 2006

Hrádek, F., Kuřík, P.: Hydrologie, Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha, 2002

Olmer, M., Kessler, J.: Hydrogeologické rajóny, Výzkumný ústav vodohospodářský, Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1987

Šamaj, F., Valovič, Š., Brázdil, R.: Denné úhrny zrážok s mimoriadnou výdatnosťou v ČSSR v období 1901–1980, In: Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu. Bratislava: SHMÚ, 1985, zv. 24, s. 9–23

Šebesta, D.: Geomorfologické poměry povodí Rokytenky, Vč. sb. přír. – Práce a studie, 19 (2012): 23–42

<https://cgs.gov.cz/> ; <https://kpp.vumop.cz>

Přírodní podmínky

Zájmové území (o rozloze cca 182.000 m²) se nachází při JZ okraji katastru obce Žamberk v nadmořské výšce cca 425–440m n.m., dosavadní využití je převážně zemědělské.

Podle geomorfologického členění ČR (Demek a kol., 2006) platí zařazení:

Soustava:	IV	Krkonoško-Jesenická
Oblast:	IVB	Orlická
Celek:	IVB-3	Podorlická pahorkatina
Podcelek:	IVB-3B	Žamberská pahorkatina
Okrsek:	IVB-3B-03	Rokytnická pahorkatina

Rokytnická pahorkatina je členitá pahorkatina v povodí Divoké Orlice a Tiché Orlice (178,64 km²); převážně na podloží slínovců, jílovců, prachovců a pískovců spodního, středního a svrchního turonu; hornin novoměstské a zábřežské skupiny, a s lokalitami neogenních štěrků a písků. Typologicky jde o rozčleněný erozně denudační reliéf v oblasti kyšperské synklinály a jejího východního křídla, žamberské antiklinály, rokytnicko-žamberské a jablonské synklinály, s výraznými kuestami (s čely na SV-V), s hluboce zaříznutými údolími Divoké a Tiché Orlice a přítoků a s četnými zbytky neogenních říčních sedimentů, vyznačujícími někdejší směr odvodňování Divoké a Tiché Orlice a přítoků k JV a J do zálivu miocenního moře, s pleistocenními říčními terasami Divoké a Tiché Orlice. (Demek a kol., 2006).

Podle Quittovy klimatické klasifikace (za období let 1961–2000) spadá území města do mírně teplé podoblasti MT2.

Klimatická jednotka	MT2
Roční počet letních dní	20–30
Počet dní průměrnou teplotou 10 ° C a více	140–160
Počet mrazových dní	110–130
Počet ledových dní	40–50
Průměrná teplota v lednu	(-3)–(-4) °C
Průměrná teplota v červenci	16–17 °C
Počet dní se srážkami 1 mm a více	120–130
Počet dní se sněhovou pokrývkou	80–100
Srážkový úhrn za vegetační období (duben až září)	450–500 mm
Srážkový úhrn za zimní období (říjen až březen)	250–300mm

Z **geologického hlediska** je podloží širší zájmové lokality tvořeno pískovci stáří cenomanu (perucko-korycanské souvrství), které jsou převrstveny nadložím vápnatých slínovců (opukami) spodního až svrchního turonu (bělohorské a jizerské souvrství). V období mladšího terciéru byly sedimentární vrstvy (i s krystalinickým podložím) postiženy saxonickým vrásněním a vytvářejí v území morfologicky nepříliš výraznou rokytnicko-žamberskou synklinálu a žamberskou antiklinálu směru převážně SSZ–JJV.

V bezprostředním okolí zájmové lokality jsou popsány geologické profily několika archivních průzkumných vrtů (Geofond ČR), výsledky svědčí o relativně homogenní stratifikaci podloží a jeho hloubce v rozmezí cca 0,2-1,5m p.t.

vrt	od[m p.t.]	do[m p.t.]	popis	barva	stratigrafie	Hladina podzemní vody - HPV[m p.t.]
PJ-11	0	0,2	ornice, prachovitá	šedá	kvartér	8,3
	0,2	1	slínovec/opuka, navětralý	šedá	turon	
	1	1,2	slínovec/opuka, písčité	šedá	turon	
	1,2	3,2	slínovec/opuka, silně zvětralý	šedá	turon	
	3,2	5,5	slínovec/opuka, zvětralý	šedá	turon	
	5,5	10	prachovec, tvrdý, rozpukaný	šedá	turon	
PJ-12	0	0,3	ornice, hnědá	hnědá	kvartér	4,7
	0,3	0,8	hlína, písčito-jílovitá	rezavá	kvartér	
	0,8	1,5	jíl, tuhý, písčité	rezavá	kvartér	
	1,5	4,5	jíl, tuhý, valouny křemene	žlutá	kvartér	
	4,5	5,5	slínovec/opuka, silně zvětralý	šedá	turon	
	5,5	10	prachovec, tvrdý	šedá	turon	
PJ-14	0	0,5	ornice, hnědá	hnědá	kvartér	8,3
	0,5	1,2	hlína, silně jílovitá	rezavá	kvartér	
	1,2	1,5	jíl, tuhý, písčité	šedá	turon	
	1,5	2	slínovec/opuka, silně zvětralý	šedá	turon	
	2	5,5	slínovec/opuka, zvětralý	šedá	turon	
	5,5	10	prachovec, tvrdý	šedá	turon	
TV-1	0	3	jíl	hnědá	kvartér	3
	3	30	slínovec/opuka	rezavá	turon	
	30	60	slínovec písčité/pískovec	šedá	turon	

Z **hydrogeologického hlediska** je zájmová lokalita situována na území hydrogeologického rajónu č.4261 – Kyšperská synklinála v povodí Orlice. Rajón je tvořen úzkým pásem sedimentů stáří křídý (mezozoikum: střední a spodní turon), který je orientován ve směru SZ-JV a sevřený mezi krystalinikum Orlických hor a tzv. poorlický perm. Hydrograficky je plocha rajónu složena z povodí Zdobnice, Divoké a Tiché Orlice, Moravské Sázavy a Třebůvky. Hlavním kolektorem synklinály, na který je vázána většina zásob podzemních vod, je kolektor B bělohorského souvrství, stáří spodního turonu. Další kolektory – A v perucko-korycanském souvrství (cenoman) a C v jizerském souvrství (střední turon) – nejsou v rajónu vyvinuty souvisle. Propustnost všech kolektorů je průlinově-puklinová s výskytem preferenčním cest proudění podzemní vody.

V zájmové lokalitě je oběh podzemní vody vázán na pukliny mělkého kolektoru C (jizerské souvrství, střední turon, opuka), úroveň **hladiny podzemní vody** je souvislá a vyskytuje se (v souvislosti v úrovni terénu – ve směru Z->V) cca **3-9m p.t.** V západní části zájmové lokality je úroveň nejmělká a vzhledem k vrstvě kvartérních jíílů se zde vyskytuje

napjatá (až artézská) piezometrická úroveň hladiny. Propustnost kolektoru v zájmové lokalitě je předpokládána nižší – v hodnotě konduktivity cca $K = 1,0e^{-7}$ m/s.

Z **pedologického hlediska** je celé zájmové území tvořeno půdami se substrátem vápnatých slínovců (opuk), je zde tedy významný podíl karbonátů. Všechny zastoupené půdní horizonty jsou jemnozrné a hydromorfního původu, jejich propustnost je tedy nízká až velmi nízká.

Převládajícím půdním typem je (pseudo)glej, resp. oglejená půda (cca 60% zájmové plochy), která tvoří pokryv celé střední a východní části zájmové plochy. Jedná se o půdu velmi málo propustnou s profilem o **mocnosti <1,5m p.t.** Podložní substrát je formován zvětralinovým pásmem vápnatých slínovců (opuk) a disponuje výrazně vyšší propustností.

Západní část zájmové plochy pokrývá půdní druh typu **rendzina** – jedná se o velmi mělkou a málo vyvinutou půdu, která je formována přímo v eluviu horninového podloží. Vzhledem ke znakům hydromorfismu (tzv. oglejení) i tento zastoupený půdní typ má spíše nižší propustnost, nicméně vzhledem k velmi **nízké mocnosti cca 0,2-0,6m p.t.** je v dosahu propustnější zvětralinové pásmo vápnatých slínovců.

Severo-západní část zájmové plochy pokrývá půda typu **hnědá půda, oglejená** – jedná se o jílovito-hlinitou půdu s profilem o **mocnosti >1,5m p.t.** s mírou propustnosti mezi výše zmíněnými typy.

Nejbližší dokumentované pedologické sondy KPP (komplexní průzkum půd <https://kpp.vumop.cz/>):

sonda	od[m p.t.]	do[m p.t.]	horizont	druh	typ	barva	stratigrafie
V013-012	0	0,2	Orh orniční	H	OG - oglejená půda typická	hnědá	kvartér
	0,2	0,33	h(g) hydrogenní humusový	H		hnědá	kvartér
	0,33	0,58	g oglejený	H		rezivě hnědá	kvartér
	0,58	1,05	Pg substrátový	H		karmínově šedá	kvartér
	1,05	1,5	Pg substrátový	#		šedá	turon
V018-009	0	0,19	Orh orniční	JH	OG - oglejená půda typická	hnědá	kvartér
	0,19	0,48	g oglejený	J		šedo-žluto-zelená	kvartér
	0,48	0,7	Pg substrátový	J		šedo-žluto-zelená	kvartér
	0,7	1,24	Pg substrátový	J		šedo-plavá	kvartér
	1,24	1,5	Pg substrátový	#		šedá	turon
V003-006	0	0,24	Orhca orniční	JH	RAg - rendzina oglejená	tmavě hnědo-šedá	kvartér
	0,24	0,5	Pgca substrátový	J		hnědá	kvartér
	0,5	0,64	Pgca substrátový	J		hnědá	kvartér
	0,64	1,2	Mca hornina	#		žluto-šedá	turon

Dle kategorií BPEJ jsou na zájmové ploše zastoupeny níže uvedené kategorie (charakteristika dle <https://bpej.vumop.cz/>):

7.50.01: pseudoglej (téměř celá zájmová plocha – bez Z a V částí a J okraje)

Pseudogleje převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční. Bonitovaná půdně ekologická jednotka 7.50.01 legislativně spadá dle Vyhlášky o stanovení tříd **ochrany** č. 48/2011 Sb. do **III. třídy** ochrany zemědělského půdního fondu, její aktuální základní cena podle Vyhlášky k provedení zákona o

oceňování majetku (oceňovací vyhlášky) č. 441/2013 Sb. je 5.35 Kč za m² a bodová výnosnost této půdy je na stupnici od 6 do 100 vyjádřena hodnotou 35. Jedná se o velmi málo produkční půdy.

Půdy s nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité. Odhad koeficientu vsaku **Kv < 1e-7 m/s**

7.54.11: pseudoglej (Z část a J okraj zájmové plochy)

Pseudogleje převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční. Bonitovaná půdně ekologická jednotka 7.54.11 legislativně spadá dle Vyhlášky o stanovení tříd **ochrany** č. 48/2011 Sb. do **III. třídy** ochrany zemědělského půdního fondu, její aktuální základní cena podle Vyhlášky k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhlášky) č. 441/2013 Sb. je 4.04 Kč za m² a bodová výnosnost této půdy je na stupnici od 6 do 100 vyjádřena hodnotou 30. Jedná se o velmi málo produkční půdy.

Půdy s nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité. Odhad koeficientu vsaku **Kv < 1e-7 m/s**

7.25.01: kambizem (V část zájmové plochy)

Kambizemě převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, vlhkém klimatickém regionu a málo produkční. Bonitovaná půdně ekologická jednotka 7.25.01 legislativně spadá dle Vyhlášky o stanovení tříd **ochrany** č. 48/2011 Sb. do **II. třídy** ochrany zemědělského půdního fondu, její aktuální základní cena podle Vyhlášky k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhlášky) č. 441/2013 Sb. je 7.86 Kč za m² a bodová výnosnost této půdy je na stupnici od 6 do 100 vyjádřena hodnotou 44. Jedná se o málo produkční půdy.

Půdy se střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité. Odhad koeficientu vsaku **Kv ~ 1e-6 m/s**

Z hlediska hydrologického tvoří místní erozní bázi Lukavický (Dlouhoňovický) potok. Číslo hydrologického pořadí povodí je: 1-02-02-024. SZ hranice zájmové plochy tvoří zároveň hranici povodí (rozvodnici).

Srážko-odtokové poměry

V rámci studie je posuzována změna povrchového odtoku v závislosti na změně využití zájmového území. Výchozím stavem je zemědělské využití celé zájmové plochy (celkem cca 3,34ha = 33.401 m²) a srážko-odtokové poměry jsou stanoveny na základě hydrologických metod (dle **CN křivek** resp. dle modelu **Green-Ampta**).

Budoucím stavem je myšlena přeměna zájmového území v zastavěné a zelené plochy. Povrchový odtok a potřebná dimenze vsakovacích zařízení jsou stanoveny na základě **ČSN 759010 Vsakovací zařízení srážkových vod**.

V rámci výpočtů jsou zahrnuty pouze plochy veřejné infrastruktury řešeného zájmového území.

Tabulka 1: Vymezení ploch k odvodnění a vsaku – plochy veřejné infrastruktury

popis	plocha komunikace [m ²]	přílehlá plocha zeleně [m ²]
obslužná komunikace	5.237	2.092
cyklotrasa	2.048	1.472
plocha ZB2 (severozápad)	1.500	170
slepá komunikace	238	120
ke škole	530	140
u BD	740	146
BD a RD	518	48
RD	546	48
propojka na jih kolem výroby	1.372	386
pod výrobou	420	320
mezi RD	1.570	240
jižní u RD	1.240	260
park	0	12.000
podCELEK	15.959	17.442
CELEK		33.401

SRÁŽKO-ODTOKOVÉ POMĚRY – SOUČASNÝ STAV

Stávající poměry jsou posuzovány pro případ přívalových dešťů za účelem stanovení nejvyššího reálného povrchového odtoku. Vedle dat z dlouhodobých měření měsíčních srážkových úhrnů jsou základním podkladem výpočtů statistická zpracování N-letých srážkových úhrnů 1-denních (Šamaj, Valovič, Brázdil, 1985). Pro všechny výpočty je použita hodnota 1-denního srážkového úhrnu s pravděpodobností opakování N = 100let pro meteorologickou stanicí Letohrad.

n-letost	N	2	5	10	20	50	100
srážka [mm/den]	P	35,1	44,5	50,6	56,9	64,6	70,6

Tabulka 2: 1-denní N-leté srážkové úhrny pro stanici Letohrad (Šamaj, Valovič, Brázdil 1985)

Dobu trvání takového přívalového deště nepředpokládám plných 24h, pro výpočty byla použita t = 3h = 180min. Hodnota N-letého 1-denního srážkového úhrnu byla redukována pro t = 180min pomocí analytického vztahu dle Němce (Hrádek, 2002). Parametry redukce jsou použity podle nejbližší relevantní srážkoměrné stanice Letohrad.

$$i_N = \frac{(a \cdot \log t + b) \cdot N^c}{t}$$

Kde: i_N – náhradní intenzita přívalového deště pravděpodobnosti opakování 1x za N let [mm/min]; a, b, c – parametry; t – doba trvání deště; N^c – pravděpodobnost opakování deště

Rovnice má podle autora platnost pro deště doby trvání 15min – 10hod a pravděpodobnost opakování 1x za N=5 až 100 let. Výpočty jsou tedy uvažovány pro redukovaný N=5-ti letý přívalový déšť s délkou trvání t=180min

N	2	5	10	20	50	100
P	23,36	28,06	32,23	37,03	44,47	51,09

Tabulka 3: 180min N-leté náhradní intenzity deště – redukce analytickým vztahem dle Němce

stanovení výšky povrchového odtoku

metoda čísel odtokových křivek – CN (curve number method)

Objem odtoku je vyjádřen výškou odtoku H_0 ve vztahu k výšce výpočtového deště H_d pomocí čísel odtokových křivek $CN=20$ až 100 (Hrádek, 2002). Metoda vychází z podílu aktuální retence povodí (akumulace vody v mikrodepresích, v pokryvné vrstvě povrchu, intercepci a infiltraci) a potenciální retence povodí (největší možná retence daného povodí). Výška výpočtového deště H_d je uvažována jako maximální 1-denní výška $H_{1d,N}$ příslušné periodicity.

$$\frac{H_0}{H_d} = \frac{R_a}{R_p} \quad \text{Rovnice 1: předpoklad platnosti metody CN}$$

Kde: H_0 – výška přímého odtoku [mm]; H_d – výška výpočtového deště [mm]; R_a – aktuální retence povodí [mm]; R_p – potenciální retence povodí [mm]

$$H_0 = \frac{(H_d - R_1)^2}{H_d + R_p - R_1} \quad \text{Rovnice 2: výška odtoku}$$

$$R_p = 25,4 \cdot \left[\frac{1000}{CN} - 10 \right] \quad \text{Rovnice 3: retence povodí}$$

$$O = \frac{H_0}{1000} F \quad \text{Rovnice 4: objem odtoku}$$

Kde: R_1 – retence povodí v bezodtokové fázi [mm]; CN – číslo odtokové křivky; O – objem odtoku [m^3]; F – plocha povodí [m^2]

Číslo odtokové CN křivky je stanoveno na základě hydrologické skupiny půd (HSP), kategorie BPEJ a tabulky průměrných čísel odtokových křivek CN pro zemědělské pozemky (Hrádek, 2002).

Při současném stavu využití území je uvažována kategorie: *úžnořádkové plodiny – obdělávání po vrstevnici – posklizňové zbytky na povrchu – hydrologická skupina půd D/E*.

Výpočet je proveden pro 2 různé odtokové CN křivky, popisující 2 různé počátečního nasycení půdy – tzv. předchozí vláhové podmínky (PVP). Skupina PVP II charakterizuje průměrnou nasycenost aktivní zóny půd v povodí, skupina PVP III potom vysokou nasycenost po předchozím dešti.

metoda dle Greena-Ampta

Na základě hydopedologické klasifikace byly stanoveny orientační hodnoty vlhkosti polní kapacity PK (tj. hydrolimitu retenční křivky vlhkosti). Výpočtem je stanoven čas výtopy t_p , který představuje okamžik, od kterého při přívalovém dešti nedochází k infiltraci a veškerý následný úhrn tvoří povrchový odtok.

$$t_p = \frac{K \cdot |\psi_f| \cdot (\Phi - \Phi_0)}{w(w - K)} \quad \text{Rovnice 5: čas výtopy dle Greena-Ampta}$$

$$|\psi_f| = 0,76 |\psi_s| \quad \text{Rovnice 6: sorptivita}$$

kde: K – nasycená hydraulická vodivost [m/s]; ψ_f – sorptivita [m]; ψ_s – max. sorptivita [m]; Φ – objemová vlhkost vzorku [-]; Φ_0 – vlhkost polní kapacity [-]

Rovnice 7: vstupní hydrologické parametry

hloubka[m]		0,0 – 1,0
zrnitost [%]	<0,002 (jíl)	40
	<0,063(písek)	25
hustota půdních částic[g/cm ³]		1,69
vlhkost hmotnostní [%]		20,4
vlhkost objemová [%]		34,48
nasyčená hydraulická vodivost K[m/s]	Guelph University	1,00E-07
hydrolimity[-]	bod vadnutí	0,17
	polní kapacita	0,32

Metoda vychází ze znalosti hydrologických parametrů půdy. Poskytuje tedy představu o povrchovém odtoku za stávajícího využití půdy, ale na rozdíl od metody CN-křivek přímo nereflexuje změnu parametrů infiltrace při změněném způsobu využití půdy a zachování její rozlohy. Metoda dále uvažuje, že od času výtopy t_p již k infiltraci nedochází a veškeré srážky tvoří následně povrchový odtok. Vzhledem k tomuto zjednodušení je vhodné brát výsledky výpočtů touto metodou pouze orientačně.

VÝSLEDKY

V současném stavu dochází při standardizované extrémní srážce (intenzita $i=0,16$ mm/min. a délka trvání $t=180$ min) k povrchovému odtoku ze souhrnu zájmových ploch ve výši cca 170 – 820 m³.

pro extrémní srážku N=5let ($i=0,16$ mm/min, $t=180$ min.)

ef. plocha metodika objem objem max. průtok
povodí výpočtu srážek odtoku UP-1

[m ²]	[-]	[m ³]	[m ³]	[l/s]
33401	CN - RII	937,26	169,09	40,68
33401	CN - RIII	937,26	501,41	72,97
33401	Green-Ampt	976,31	820,10	130,18

SRÁŽKO-ODTOKOVÉ POMĚRY – BUDOUCÍ STAV

Budoucí poměry jsou posuzovány – s ohledem na převahu zastavěných ploch veřejné infrastruktury – metodikou dle **ČSN 759010 Vsakovací zařízení srážkových vod**. Jelikož v rámci urbanistické studie jsou navrženy přilehlé zelené plochy jednotlivě k plochám zastavěným (resp. odvodňovaným), je zde uvažováno s částečným vsakem na každém z míst do těchto ploch a následným s převodem zbylého celkového povrchového odtoku do prostoru projektovaného parku. Plocha parku je uvažována jako samostatná s výhradní funkcí infiltrační plochy. Jako součást parku je projektován suchý poldr, který je zahlouben min. 1,5m p.t. (do propustnějších vrstev eluvia vápnitých slínovců / opuk) a plní funkci dočasné nádrže pro akumulaci zachyceného povrchového odtoku před vsakem a zároveň objektu umělé infiltrace, kdy je uvažováno s vyšší propustností v hloubce jeho založení oproti profilu všech zastoupených zemin.

	přilehlé plochy zeleně	park
rozloha celková – Ac[m ²]	5.442	12.000
koeficient vsaku – Kv[m/s] - odhad	1,00E-07	1,00E-05

Tabulka 4: Parametry pro výpočet dimenze vsakování

ODVODŇOVANÁ PLOCHA A_{RED}

Redukovaná odvodňovaná plocha je počítána na základě vztahu:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \psi_i$$

kde: A_i – půdorysný průmět jednotlivé odvodňované plochy [m^2], ψ_i – součinitel odtoku [-], n – počet odvodňovaných ploch určitého druhu [-]

odvodňovaná plocha	A[m ²]	C	A _{red} [m ²]
obslužná komunikace	5.237	0,9	4.713,3
cyklotrasa	2.048	0,9	1.843,2
plocha ZB2 (severozápad)	1.500	0,9	1.350
slepá komunikace	238	0,9	214,2
ke škole	530	0,9	477
u BD	740	0,9	666
BD a RD	518	0,9	466,2
RD	546	0,9	491,4
propojka na jih kolem výroby	1.372	0,9	1234,8
pod výrobou	420	0,9	378
mezi RD	1.570	0,9	1.413
jižní u RD	1.240	0,9	1.116
plocha celkem:	15.959	redukovaná	14.363,1

přilehlé zelené plochy	A[m ²]
obslužná komunikace	2.092
cyklotrasa	1.472
plocha ZB2 (severozápad)	170
slepá komunikace	120
ke škole	140
u BD	146
BD a RD	48
RD	48
propojka na jih kolem výroby	386
pod výrobou	320
mezi RD	240
jižní u RD	260
park	12.000

VSAKOVANÝ ODTOK

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} K_v A_{vsak}$$

kde: f – součinitel bezpečnosti vsaku [-], K_v – koeficient vsaku [m/s], A_{vsak} – vsakovací plocha [m^2]

	f	K_v [m/s]	A_{vsak} [m ²]	Q_{vsak} [m ³ /s]	V_{inf72h} [m ³] – objem vsaku za 72h
přilehlé zelené plochy	2	1,00E-07	5.442,00	2,72E-04	70,53

	f	K_v [m/s]	A_{vsak} [m ²]	Q_{vsak} [m ³ /s]	V_{inf72h} [m ³] – objem vsaku za 72h
plocha parku	2	1,00E-07	12.000,00	6,00E-04	155,52

VSAKOVACÍ PLOCHA A_{VSAK}

Je posuzována pro navrhovanou konstrukci suchého poldru (tj. prakticky vsakovacího příkopu) s propustnými stěnami.

$$A_{vsak} = \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot H$$

kde: r – poloměr kruhového výkopu [m], H – hloubka kruhového výkopu [m]

suchý poldr / vsakovací příkop	d	h _{vz}	A _{vsak}	V _{ret}	K _v [m/s]	Q _{vsak} [m ³ /s]
	41	1,5	1.513,46	1.980,38	1,00E-05	7,57E-03

RETENČNÍ OBJEM VSAKOVACÍHO ZAŘÍZENÍ V_{VZ}

$$V_{VZ} = \frac{h_d}{1000} (A_{red} + A_{VZ}) - \frac{1}{f} K_V A_{vsak} t_C 60$$

plochy veřejné infrastruktury		stanice	Pěčín	A _{red} [m ²]	14.363,1
		n [rok ⁻¹]	0,2		
návrhové úhrny srážek dle ČSN 75 9010 [mm]	min	5	12,1		239,56
		10	17,2		340,48
		15	19,6		387,94
		20	21,2		419,54
		30	23,8		470,87
		40	25,4		502,40
		60	28		553,56
		120	31,6		623,88
	hod	4	37,7		742,73
		6	43,8		861,59
		8	49,5		972,52
		10	50,4		988,38
		12	51,3		1.004,25
		18	53,9		1.049,86
		24	55,2		1.069,73
		48	69,6		1.331,42
72	76,2		1.438,62		

plocha parku		stanice	Pěčín	A _{red} [m ²]	12.000
		n [rok ⁻¹]	0,2		
návrhové úhrny srážek dle ČSN 75 9010 [mm]	min	5	12,1		145,02
		10	17,2		206,04
		15	19,6		234,66
		20	21,2		253,68
		30	23,8		284,52
		40	25,4		303,36
		60	28		333,84
		120	31,6		374,88
	hod	4	37,7		443,76
		6	43,8		512,64
		8	49,5		576,72
		10	50,4		583,20
		12	51,3		589,68
		18	53,9		607,92
		24	55,2		610,56
		48	69,6		731,52
72	76,2		758,88		

Minimální celkový retenční objem vsakovacího zařízení pro sumární odvodnění odvodňované plochy je požadován **V_{VZ} CELK = 2.200,0 m³**.

DOBA PRÁZDNĚNÍ VSAKOVACÍHO ZAŘÍZENÍ T_{PR}

$$T_{PR} = \frac{V_{VZ}}{Q_{VSAK}}$$

kde: V_{VZ} – největší vypočtený retenční objem [m³], Q_{VSAK} – vsakování odtok

V _{VZ} CELK [m ³]	V _{inf} 72h[m ³]	V _{VZ} -V _{inf} 72h[m ³]	T _{PR} [sec]	T _{PR} [hod]
2.197,50	226,05	1.971,45	260.522	72,37

celkový akumulovaný objem

vsak ze zelených ploch za 72h

objem pro vsak v poldru za 72h

doba vsaku

doba vsaku

JAKOST SRÁŽKOVÝCH POVRCHOVÝCH VOD

Vzhledem k rozloze odvodňované plochy spadá situace do kategorie „**srážkové vody podmíněčně přípustné**“ ve smyslu ČSN 759010. Případná opatření pro předčištění vsakované srážkové vody je nutné řešit pro jednotlivé odvodňované plochy.

NÁVRH KONSTRUKCE POLDRU / VSAKOVACÍHO PŘÍKOPU

Dle požadavků ve smyslu ČSN 759010 by projektovaný poldr měl disponovat minimální infiltrační plochou cca $A_{inf} = 1.980,0m^2$ (tj. dno + stěny) a minimálním celkovým retenčním objemem $V_{ret} = 2.200,0m^3$. Doporučuji založení objektu do úrovně min. 1,5m p.t. resp. do vrstvy eluvia (zvětralin) podložních vápnatých slínovců/opuk (tj. po skrývce celého půdního profilu), kde je očekávána výrazně vyšší propustnost prostředí.

Závěry a doporučení

Na základě provedené studie zájmového území lze konstatovat, že zastoupené půdy v celé ploše disponují nízkou propustností a při zachování stávajících půdních profilů není vhodné konstruovat technická řešení pro vsakování zachycené srážkové vody, pokud by jejich infiltrační povrch byl umístěn na povrch terénu či do hloubky cca <1,5m p.t.. Toto tvrzení je platné zejména pro střední a východní část zájmové plochy, v SV cípu lze předpokládat o něco vyšší propustnost a tedy i možnost dimenzovat povrchové či mělké objekty akumulace či umělé infiltrace (příkopy, poldry, průlehy...ap.) v závislosti na výši potřebného infiltrovaného průtoku.

Výrazně zvýšit účinnost objektů vsakování vod lze nicméně jejich zahloubením skrz celý profil zastoupených půd (v Z části území cca >0,6m p.t., ve V části cca 1,5-2m p.t.), což povede k zastižení propustnějších vrstev eluvia vápnatých slínovců (opuk) s předpokládanou hodnotou koeficientu vsaku cca $K_v = 1,0e-5$ m/s.

Úroveň hladiny podzemní vody se nachází cca 3,0-9,0m p.t. (od Z k V), hladina je napjatá a směr proudění v nasycené zóně (tj. pod hladinou) na lokalitě generelně kopíruje sklon terénu (SZ->JV). Zranitelnost zastoupeného kolektoru podzemní vody je nízká (podmínku min. 1m mocnosti nenasycené zóny pod objektem umělé infiltrace lze bez problémů dodržet), v bezprostředním okolí nejsou evidovány žádné potenciálně dotčené jímací objekty podzemní vody. Meliorační drenážní stavby jsou mapovány nejbližší cca 275m SZ směrem od zájmové lokality, vzájemné ovlivnění není předpokládáno.

Na základě metodiky ČSN 759010 byly stanoveny parametry pro odvodnění plochy veřejné infrastruktury a přilehlých zelených ploch (dle urbanistické studie území):

- Vsakování zachycené srážkové vody bude probíhat částečně přímo na přilehlých zelených plochách k jednotlivým odvodňovaným plochám, pro jejich přebytek ve formě povrchového odtoku bude přetékat do prostoru parku, kde je nutné počítat s akumulačním objemem pro jeho bezpečné zachycení – **min. $V_{vz}=2.200m^3$**
- Jako hlavní vsakovací objekt je projektován suchý poldr (resp. vsakovací příkop) v prostoru parku. Pro bezpečnou funkci by tento měl disponovat min. vsakovací plochou **min. $A_{inf} = 1.520 m^2$** , která je dostatečná pro infiltraci dimenzovaných srážkových úhrnů během cca 72h. Důležité je založení poldru ve vrstvě

zvětralých podložních hornin (vápnitých slínovců/opuk), kde je předpokládána výrazně vyšší propustnost (ve smyslu koeficientu vsaku K_v [m/s]) oproti zeminám v zastoupenému půdním horizontu.

- Hodnoty koeficientu vsaku jsou pro výpočty infiltrační kapacity uvažovány ve výši $K_{v1}=1,0e-7m/s$ pro zeminy zastoupených horizontů resp. $K_{v2}=1,0e-5m/s$ pro zvětraliny eluvia hornin podloží. Hodnoty je nezbytné ověřit terénním infiltračním pokusem in-situ.

V další fázi průzkumných prací doporučuji provedení podrobné terénní rekognoskace území a realizaci ověřovacích terénních sond do hloubky 2m, hlubších referenčních sond pod úroveň hladiny podzemní vody a dále provedení terénních infiltračních pokusů pro přímé měření hodnoty koeficientu vsaku (ve smyslu ČSN 759010) – vše v relevantní četnosti pro zastoupené typy půd a zejména s orientací na substrátové horizonty / eluviální zónu zvětralin podložních sedimentů (vápnitých slínovců / opuk).

V Litoměřicích dne 7.3.2024

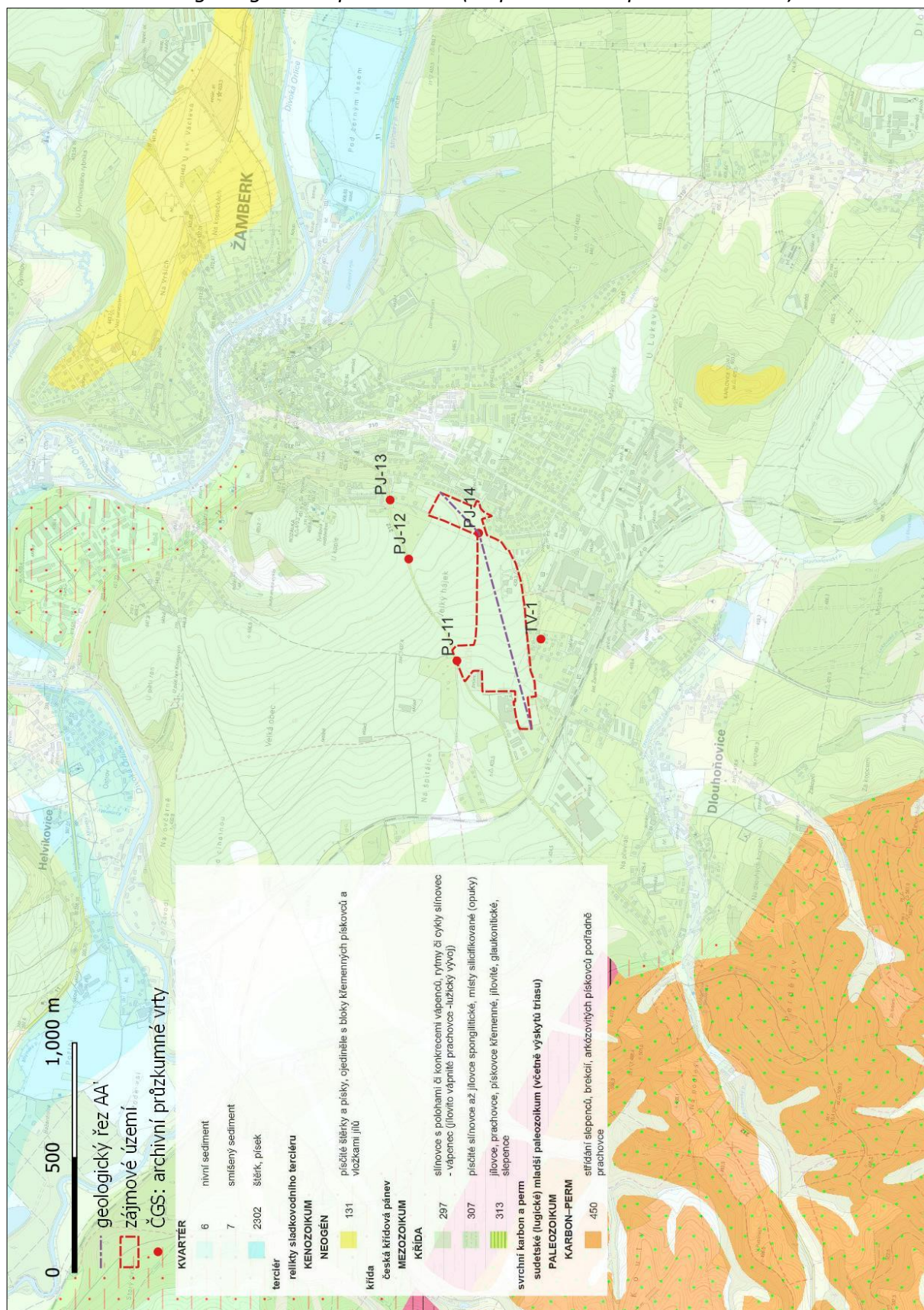
Ing. Daniel Kahuda, PhD.

pedolog, hydrogeolog

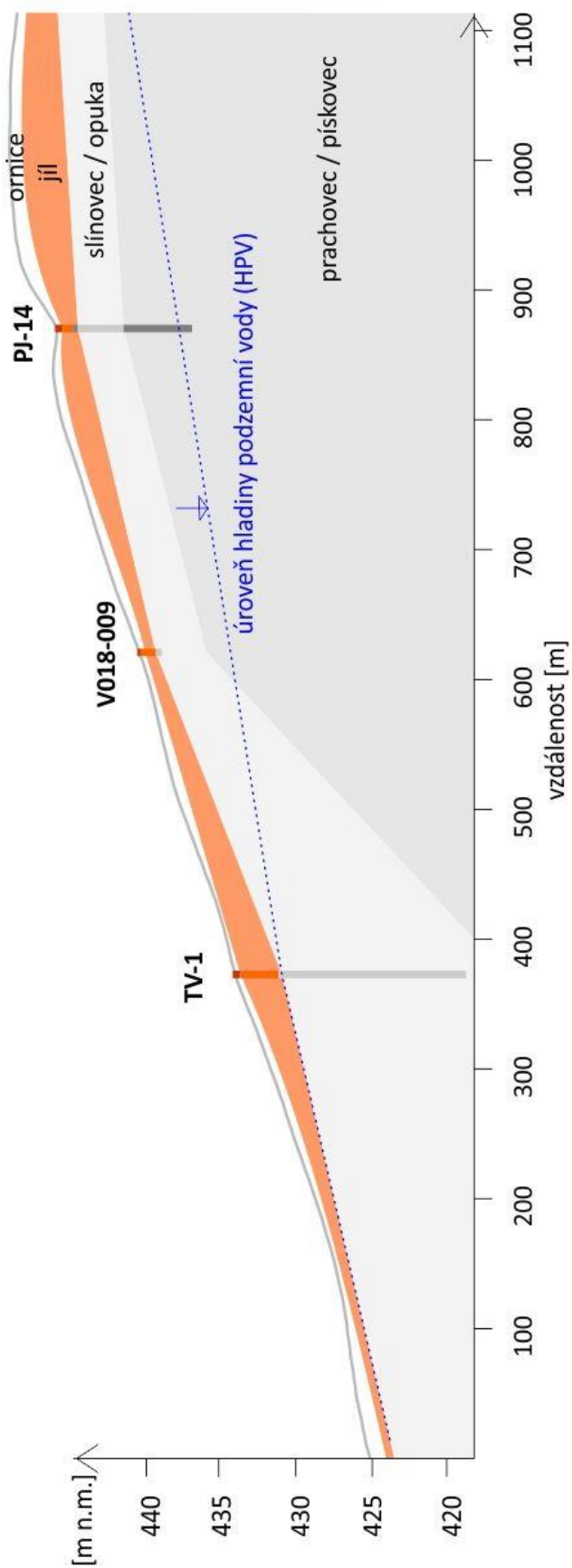
Seznam příloh

Příloha 1: Základní mapa 1:10.000	14
Příloha 2: Základní geologická mapa 1:20.000 (na podkladě mapování 1:50.000)	15
Příloha 3: Geologický řez AA' zájmovým územím	16
Příloha 4: Mapa půd (dle KPP) 1:5.000 s profilací nejbližších sond	17
Příloha 5: Hranice bonitovaných půdně-ekologických jednotek (BPEJ).....	18
Příloha 6: Normované přívalové srážky – dle srážkoměrné stanice ČHMÚ Letohrad.....	19
Příloha 7: Vyhodnocení metody CN-křivek pro průměrnou nasycenost povodí	20
Příloha 8: Vyhodnocení metody CN-křivek pro vysokou nasycenost povodí.....	20
Příloha 9: Vyhodnocení metody dle Green-Ampta.....	21

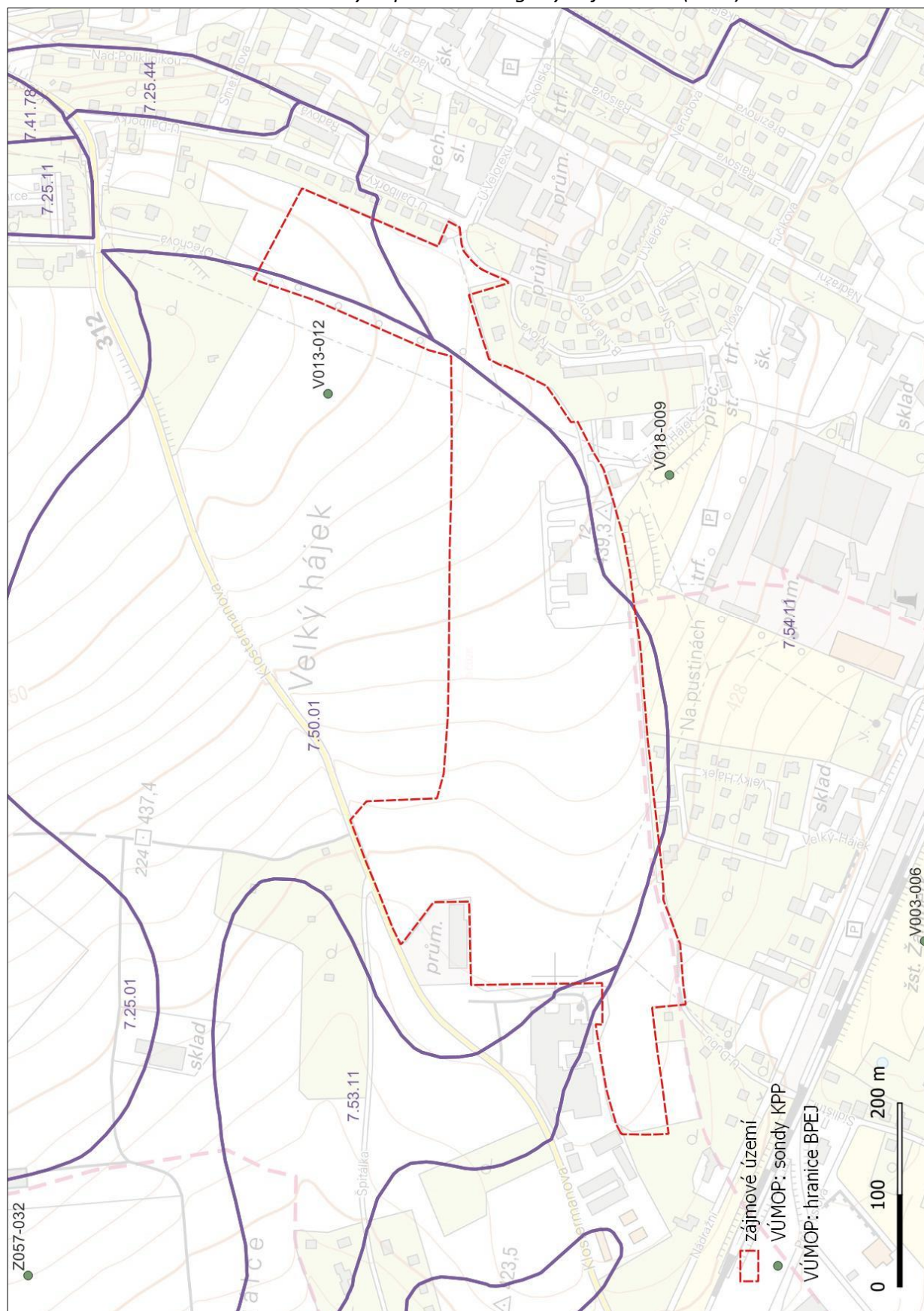
Příloha 2: Základní geologická mapa 1:20.000 (na podkladě mapování 1:50.000)



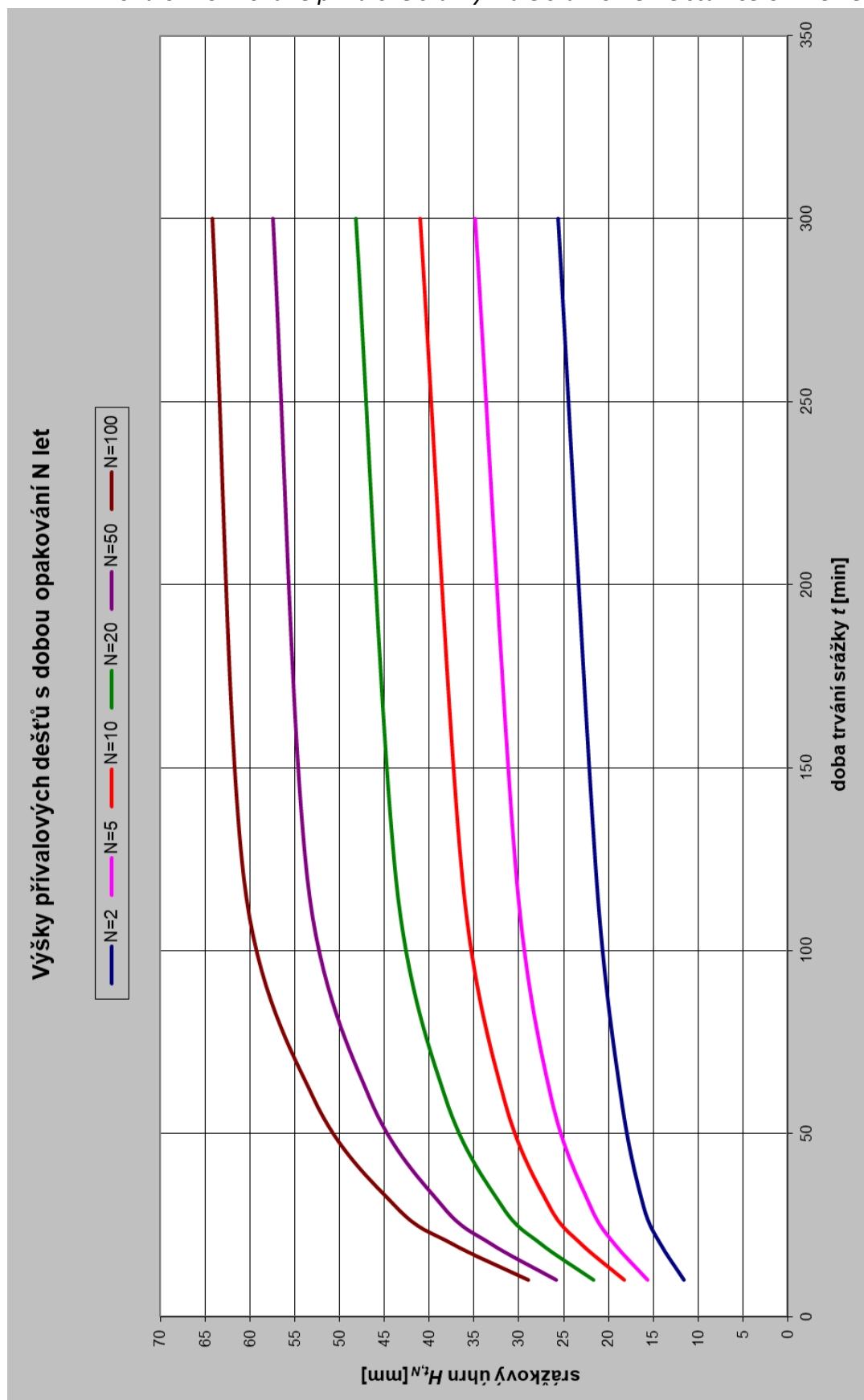
Příloha 3: Geologický řez AA' zájmovým územím



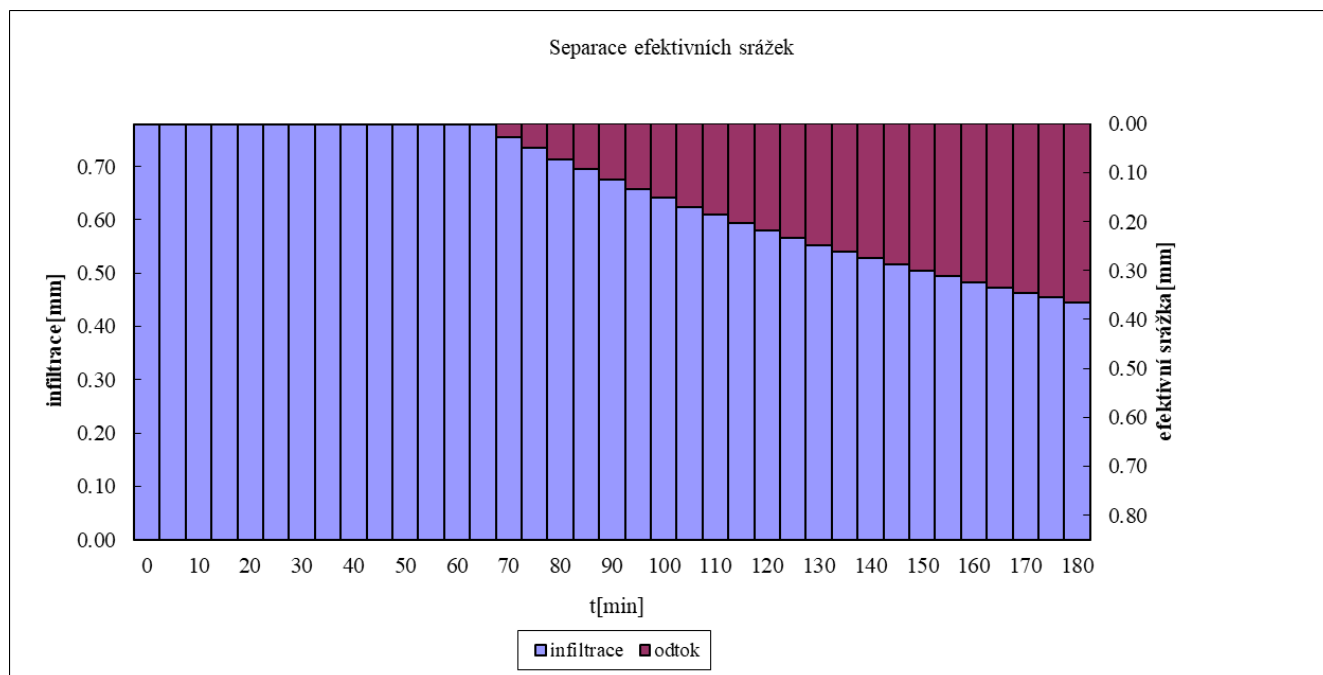
Příloha 5: Hranice bonitovaných půdně-ekologických jednotek (BPEJ)



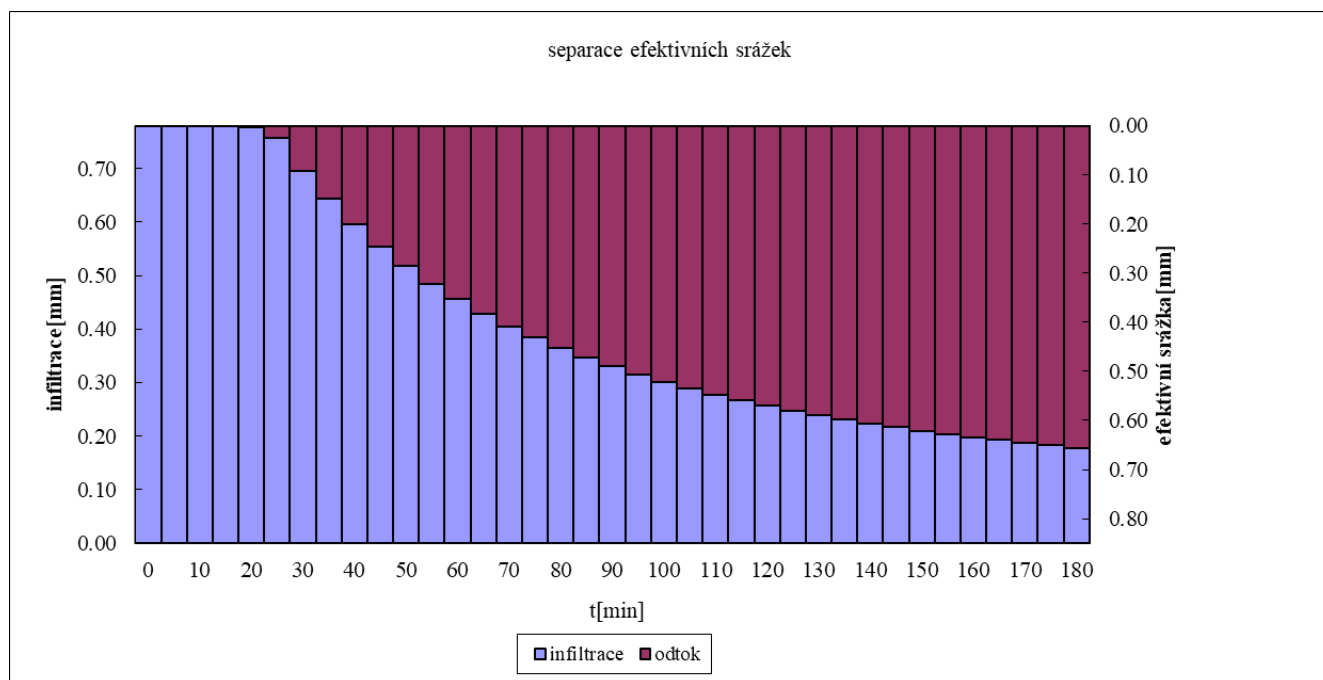
Příloha 6: Normované přivalové srážky – dle srážkoměrné stanice ČHMÚ Letohrad



Příloha 7: Vyhodnocení metody CN-křivek pro průměrnou nasycenost povodí



Příloha 8: Vyhodnocení metody CN-křivek pro vysokou nasycenost povodí



Příloha 9: Vyhodnocení metody dle Green-Ampta

