		SG Geotechnika a.s. Geologická 988/4, 152 00 Praha 5		
Objednatel:	Správa železnic, státní organizace, Praha 1 - Nové Město, Dlážďená 1003/7, PSČ 110 00			
Název zakázky:	Hájek-Dalovice, sanace tělesa železničního spodku – dopl.IGP			
Číslo zakázky:	Zpracovaly:	Schválili:	Počet stran:	Datum:
21.0171.223Z25	Ing. S. Janderová, Ph.D. Ing. M. Lidmilová	Ing. I. Novotná Ing. Z. Sekyra	124 A4	Říjen 2021
GEOTECHNICKÉ VÝPOČTY				Číslo přílohy:
				6

Obsah

1. Úvod.....	4
2. Použité podklady	4
3. Metodika geotechnických výpočtů	4
4. Výsledky geotechnických výpočtů	7
4.1 Profil km 178,200	7
4.2 Profil km 178,350	9
4.3 Řez sad A-A'	11
4.4 Profil km 178,780	12
4.5 Řez sad B-B'	12
4.6 Profil km 179,250	14
4.7 Profil km 179,550	14
4.8 Profil km 179,640	15
4.9 Profil km 179,760	16
4.10 Profil km 179,900-180,300 – poddolované území.....	17
4.11 Profil km 179,980	19
4.12 Profil km 180,350	20
4.13 Profil km 180,520	21
4.14 Profil km 180,800	21
5. Závěr a doporučení.....	23
6. Výběr z grafických výstupů.....	24
6.1 Výsledky v profilu km 178,200.....	24
6.2 Výsledky v profilu km 178,350.....	27
6.3 Výsledky v řezu sad A-A'	41
6.4 Výsledky v profilu km 178,780.....	50
6.5 Výsledky v řezu sad B-B'	52
6.6 Výsledky v profilu km 179,250.....	60
6.7 Výsledky v profilu km 179,550.....	62
6.8 Výsledky v profilu km 179,640.....	71
6.9 Výsledky v profilu km 179,760.....	77
6.10 Výsledky v profilu km 179,900-180,300 – poddolované území	85
6.11 Výsledky v profilu km 179,980.....	89
6.12 Výsledky v profilu km 180,350.....	96

6.13 Výsledky v profilu km 180,520	104
6.14 Výsledky v profilu km 180,800	114

Tabulky v textu

Tabulka 1: Přehled výpočetních parametrů

Tabulka 2: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu km 178,200

Tabulka 3: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu km 178,350

Tabulka 4: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu sad řez A-A´

Tabulka 5: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu km 178,780

Tabulka 6: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu sad řez B-B´

Tabulka 7: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu v km 179,250

Tabulka 8: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu v km 179,550

Tabulka 9: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu v km 179,640

Tabulka 10: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu v km 179,760

Tabulka 11: Výsledné hodnoty stupňů stability v poddolovaném území

Tabulka 12: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu v km 179,980

Tabulka 13: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu 180,350

Tabulka 14: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu 180,520

Tabulka 15: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu 180,800

1. Úvod

V rámci doplňkového inženýrskogeologického průzkumu pro stavbu „Hájek – Dalovice“ byly provedeny geotechnické výpočty, které jsou komplexně zpracovány v této příloze. Cílem numerického modelování bylo posouzení náspů a zářezů a přilehlých území ve 14 profilech. Profily byly analyzovány z hlediska stability, proudění podzemní vody (včetně zahrnutí excesivních pórových tlaků a účinků srážek v relevantních profilech) a napěťodeformačního chování.

2. Použité podklady

Pro zpracování výpočtů byly použity následující podklady:

- 1) výsledky námi provedeného doplňujícího GT průzkumu,
- 2) inženýrskogeologické řezy pro vybrané profily.

Geotechnické výpočty byly provedeny v souladu s následujícími normami:

- [A] ČSN 73 6301 Projektování železničních drah, 1998,
- [B] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7 Navrhování geotechnických konstrukcí, Část 1 Obecná pravidla, 2006.

3. Metodika geotechnických výpočtů

Celkem bylo posuzováno 14 profilů, z toho 5 zářezů a 9 náspů. Stabilita byla počítána ve všech řezech, sedání od výstavby nového náspu v 6 řezech. V 5 profilech bylo simulováno chování náspového tělesa a přilehlých svahů po změně (nastoupání) hladiny podzemní vody a ve 2 profilech bylo ověřeno chování při postupné degradaci smykových parametrů.

Geotechnické výpočty byly provedeny užitím programového vybavení Geo-Slope od firmy GEOSLOPE International, Calgary, Canada. Programový systém sestává z 7 modulů (Sigma/W, Slope/W, Seep/W, Temp/W, Ctran/W, Quake/W, Air/W), které umožňují velmi výstižně modelovat chování zemního prostředí, interakci konstrukce se zemním prostředím, proudění vody a kontaminantů, výpar, vliv tepelných změn, vliv seismicity, což vede ke komplexnímu řešení dané úlohy. Program využívá k řešení stabilitních úloh (1. mezní stav) přesné matematické metody mezní rovnováhy. Pro výpočty deformací se používají moduly, které pracují s metodou konečných prvků.

K posouzení stability bylo použito modulu Slope/W. Modelovány byly kruhové a obecné smykové plochy s užitím optimalizace tvaru smykové plochy. Výpočet byl proveden v efektivních vrcholových (příp. reziduálních) parametrech smykové pevnosti.

Pro výpočty časového průběhu sedání bylo použito modulu Sigma/W pro napěťodeformační analýzu současně s modulem Seep/W pro časově závislé proudění podzemní vody a rozptylování pórových tlaků v zeminách. Při stanovení přírůstků pórových tlaků a časového průběhu jejich rozptylování jsou zohledněny zákonitosti proudění podzemní vody. Na základě disipace přírůstků pórových tlaků jsou stanoveny přírůstky efektivních napětí, z nichž je následně počítána deformace podloží. Geomechanické vlastnosti zemin jsou definovány zvoleným konstitučním modelem. V našem případě byl použit lineárně elastický a elasto-plastický konstituční model definovaný Mohr-Coulombovou obálkou. Pod hladinou podzemní vody jsou zeminy modelovány jako plně nasycené, nad hladinou podzemní vody je prostředí nenasycených zemin popsáno funkcí hydraulické vodivosti prostředí.

Pro modelování ustáleného i časově závislého proudění podzemní vody podložím a výpočet pórových tlaků byl použit modul Seep/W.

Pro sestavení výpočetních modelů byly použity předané příčné řezy. Přehled použitých výpočetních parametrů uvádí tabulka 1. Výpočetní parametry byly stanoveny z návrhu charakteristických hodnot ve smyslu ČSN EN 1997-2 a ČSN P 73 1005 uvedených ve zprávě s výsledky předběžného IG průzkumu.

Hladina podzemní vody byla ve výpočtech (pokud nebylo proudění podzemní vody modelováno detailně v modulu Seep/W) uvažována jako souvislá v úrovni zastižené při průzkumu.

V profilech, kde je na základě výsledků provedených analýz, navržena výměna celého náspu za nový, byla výstavba náspu uvažována rychlostí 1 m za 15 dní včetně štěrkového lože. Takto simulovaný rychlý postup výstavby bez technologických přestávek dává nejnepříznivější hodnoty z hlediska sedání. Pro fáze odtěžování původního náspu byly v podloží uvažovány zvýšené deformační moduly (cca trojnásobek v souladu se současnou geotechnickou praxí). Materiál do nových násipů není v současnosti znám, uvažována byla sypanina s objemovou hmotností 20 kN/m^3 , úhlem vnitřního tření 36° a soudržností 3 kPa .

Tabulka 1: Přehled použitých výpočetních parametrů

Geotechnický typ	γ [kN/m ³]	φ [°]	c [kPa]	v [-]	E _{def} [MPa]	k [m/s]
šterkové lože Y	20,0	45	0	0,30	50	5x10 ⁻⁴
násep Y	19,0	25	5	0,35	6,5	1x10 ⁻⁷
násep měkký Y	19,0	25	3	0,35	3	1x10 ⁻⁷
násep – vodou změkklý Y	19,0	22	2	0,38	2,5	1x10 ⁻⁷
násep hlinito-kamenitý Y	19,0	32	3	0,30	12,5	1x10 ⁻⁵
násep nový Y	20,0	36	3	0,30	40	5x10 ⁻⁵
výměna	19,5	38	1	0,28	45	1x10 ⁻⁴
navážky Y	20,0	25	3	0,35	8	1x10 ⁻⁵
písek Q	19,0	33	0	0,28	12	5x10 ⁻⁴
šterk Q	19,0	35	0	0,28	15	5x10 ⁻⁴
rozložený čedič Q	20,5	38	0	0,28	15	5x10 ⁻⁴
holocénní náplavy Q	19,0	25	5	0,35	8	1x10 ⁻⁵
jíl měkký degradovaný Q	18,0	13	2	0,42	2	3x10 ⁻⁸
jíl měkký až tuhý Q	18,5	20	3	0,40	3	3x10 ⁻⁸
jíl tuhý Q	19,0	22	5	0,38	8	3x10 ⁻⁸
jíl měkký N	18,5	18	5	0,40	5	3x10 ⁻⁸
jíl měkký až tuhý N	18,5	18	8	0,40	8	3x10 ⁻⁸
jíl tuhý N	19,0	19	10	0,38	10	3x10 ⁻⁸
jíl tuhý až pevný N	19,0	19	12	0,38	12	3x10 ⁻⁸
jíl pevný N	19,0	20	15	0,35	17	1x10 ⁻⁷
jíl tvrdý N	20,0	20	20	0,35	20	1x10 ⁻⁷
písek N	19,0	35	0	0,28	12	5x10 ⁻⁴
jílovec N	20,5	25	10	0,28	20	1x10 ⁻⁶
prachovec, jílovec N	20,5	25	40	0,28	20	1x10 ⁻⁶
skalní podloží N	21,0	30	15	0,28	30	1x10 ⁻⁵

V některých profilech byly stabilitní výpočty provedeny jako sdružené analýzy za použití kombinace modulů Slope/W a Seep/W. Nejprve bylo modulem Seep/W simulováno proudění podzemní vody v podloží při změněné (zvýšené) hladině podzemní vody, následně bylo spočtené pole napětí použito jako vstupní okrajová podmínka do posouzení stupně stability modulem Slope/W. Stabilita svahů byla hodnocena Morgenstern – Priceovou proužkovou metodou mezní rovnováhy sil (MMRS), která zohledňuje normálové i smykové meziproužkové síly a výsledný stupeň stability vychází ze silové i momentové rovnováhy.

V profilech, kde je riziko degradace svrchních vrstev zemin nebo samotného násepového tělesa, byly metodou Stress Redistribution (modul Sigma/W) sníženy smykové parametry v daném regionu a následně byla počítána stabilita (modul Slope/W) v místech s nejvyššími smykovými přetvořeními, tj. největší náchylností ke vzniku sesuvu či deformační zóny.

Při posouzení dlouhodobé stability náspů bylo postupováno dle ČSN 73 6301 „Projektování železničních drah“. Při použití efektivních vrcholových parametrů ve výpočtu je z hlediska dlouhodobé stability pro násep z jemnozrnných zemin požadován $F_{s,min} \geq 1,3$ a pro násep z hrubozrnných zemin $F_{s,min} \geq 1,2$. Pro zářez v jemnozrnných zeminách je požadován $F_{s,min} \geq 1,5$ a v hrubozrnných zeminách $F_{s,min} \geq 1,2$.

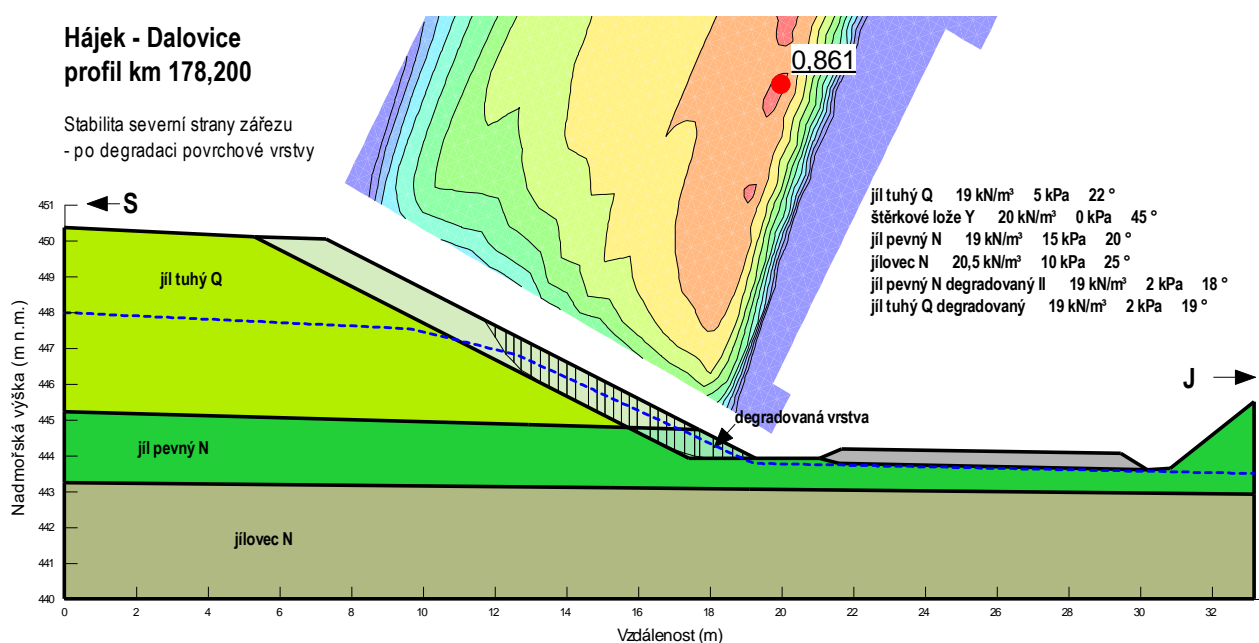
4. Výsledky geotechnických výpočtů

Výsledky geotechnických výpočtů jsou pro jednotlivé profily uvedeny v následujících kapitolách. Cílem obrázků a grafů vložených do textu je názorná ilustrace komentovaných skutečností. Detailní soubor vybraných grafických příloh je zařazen za textem.

4.1 Profil km 178,200

V profilu km 178,200 je zářez ze severní strany hluboký až cca 6 m. Dle průzkumu je ve svahu zářezu cca 5 m mocná vrstva kvartérních tuhých jílu a dno zářezu se již nachází v neogenních pevných jílech uložených na jílovcích. Hladina podzemní vody je cca 2,5 m pod terénem a směřuje k patě zářezu, kde je odvodnění. Vypočítaný stupeň stability severního svahu zářezu je 1,17, což znamená, že svah je v současné době stabilní, i když není splněna podmínka normy na minimální stupeň stability zářezu 1,5 dle ČSN 73 6301.

Z časového hlediska lze uvažovat možnou degradaci jílu na povrchu zářezu, zejména pevného jílu v patě zářezu. Modelově byly proto sníženy vrcholové smykové parametry v 2 m mocné povrchové vrstvě u tuhé a pevného jílu (viz obrázek 1 – jíl tuhý Q degradovaný: $c = 2 \text{ kPa}$ a $\varphi = 19^\circ$, jíl pevný N degradovaný $c = 2 \text{ kPa}$ a $\varphi = 18^\circ$). Vlivem degradace dojde v patě zářezu ke koncentraci smykových přetvoření, potažmo deformací, a smyková plocha prochází touto degradovanou vrstvou a její stupeň stability je výrazně nižší. Výsledné hodnoty stupňů stability jsou uvedeny v tabulce 2 a smykové plochy a izolinie smykových přetvoření v patě zářezu jsou na obrázcích ve výběru z grafických výstupů.



Obrázek 1: Stabilita zářezu po degradaci povrchové vrstvy

Z výpočtů vyplývá, že zářez je třeba ochránit před přílišnou degradací jeho povrchu a zajistit trvalé odvodnění, aby voda svah nerozrušovala.

Tabulka 2: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu km 178,200

	plocha	vrcholové smyk. par.	degradované smyk. par.
profil	kruhová	1,165	0,861

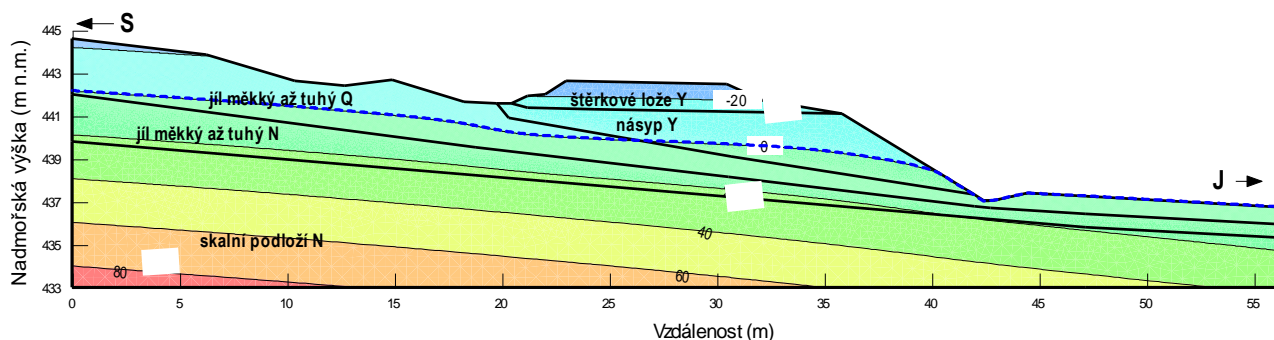
4.2 Profil km 178,350

V km 178,350 leží násep na svahu o sklonu cca 10° , z jižní strany je svah náspu vysoký až 5 m. Podloží náspu tvoří kvartérní měkké až tuhé jíly o mocnosti 1 až 2,5 m. Ty jsou uloženy na neogénních měkkých až tuhých jílech (mocnost jen do 2 m), pod kterými je již skalní podloží. Hladina vody kopíruje cca bázi kvartérních jílů. V současné době je dle provedených výpočtů stability svah náspu i celý svah s náspem stabilní (stupeň stability vyšší než 1), ale hodnota stupně stability jižního svahu náspu je nižší, než požaduje norma.

V modelu byla provedena také analýza ustáleného proudění vody, kdy došlo k nastoupání hladiny podzemní vody až na úroveň dle obrázku 2. V patě náspu proto dochází ke kumulaci smykových přetvoření (celkových deformací) a stupeň stability svahu náspu klesá. Materiál náspu byl tedy modelově vyměněn za více propustný kvalitnější materiál (smykové parametry dle tabulky 1 – násep nový N) a znovu byl profil podroben analýze proudění podzemní vody (modul SEEP). Stupeň stability nového náspu opět nevyhověl požadavku normy. Neboť docházelo ke kumulaci smykových přetvoření pod patou náspu ve vrstvě měkkých až tuhých jílů, byla navíc ještě provedena cca 1 m mocná výměna podloží. Ta již snížila napětí v patě natolik, že smyková plocha má stupeň stability vyšší než požadovaný.

Hájek - Dalovice profil km 178,350

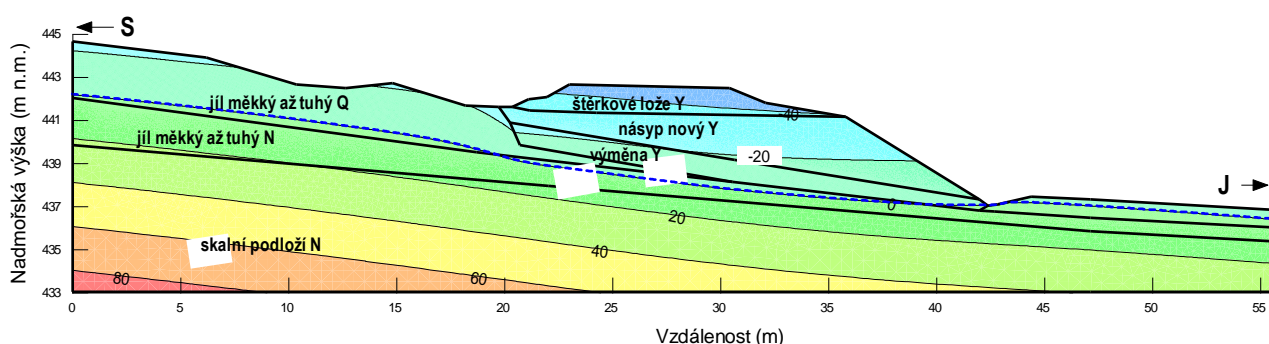
Izolinie pórového tlaku
- současný násyp
- nastoupaná hladina HPV



Obrázek 2: Pórové tlaky pro ustálené proudění vody v podloží v km 178,350 – současný stav

**Hájek - Dalovice
profil km 178,350**

Izolinie pórového tlaku
- nový násyp s výměnou podloží cca 1m
- nastoupaná hladina HPV



Obrázek 3: Pórové tlaky pro ustálené proudění vody v podloží v km 178,350 – nový násyp a výměna v podloží

Výměna podloží za propustnou únosnou vrstvu je v tomto profilu rozhodující a výpočty dokládají její účinnost. Obrázky 2 a 3 názorně ukazují nastoupaní hladiny podzemní vody, kdy při výměně podloží je hladina výrazně nižší, ač jsou okrajové podmínky pro vodu v obou případech shodné. Rovněž bychom doporučili zajistit i odvodnění z vrchní části násypu (odvedení dešťové vody ze svahu).

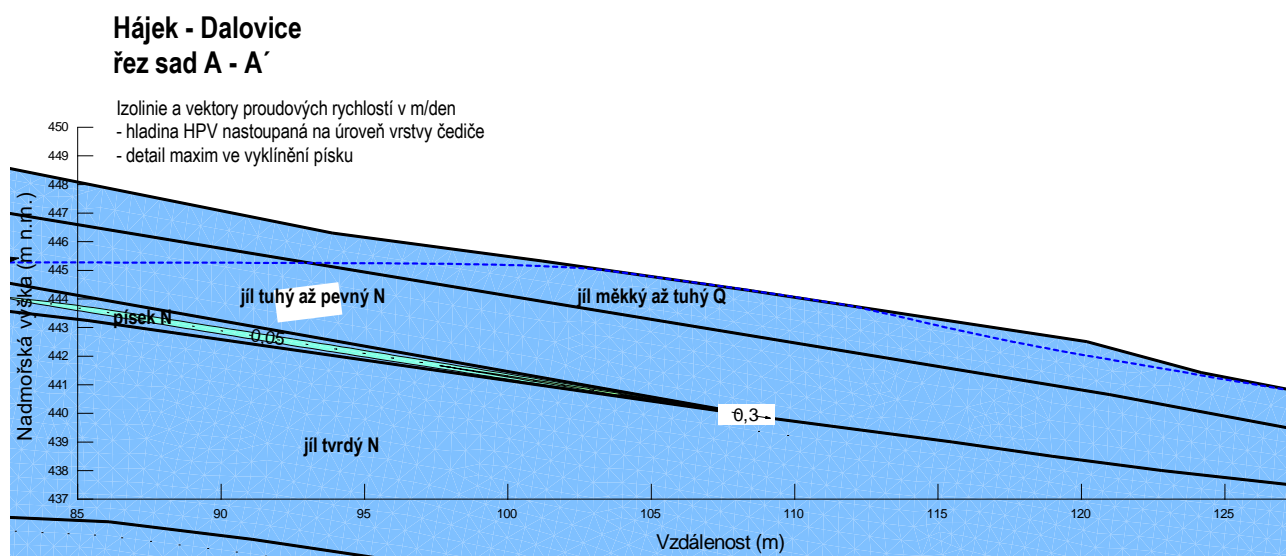
Tabulka 3: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu km 178,350

	HPV	stupeň stability FS [-]	požadovaný stupeň stability FS [-]
globální stabilita svahu s násypem	současný stav	2,028	1,3
současný násyp (jemnozrnný)	současný stav	1,213	1,3
	nastoupaná	0,905	
nový násyp (hrubozrnný)	nastoupaná	1,145	1,2
nový násyp (hrubozrnný) + výměna	nastoupaná	1,445	

4.3 Řez sad A-A'

V řezu A-A' v sadu byla hodnocena jak stabilita nízkého náspu, tak i celková stabilita svahu. Ačkoli se jedná o mírný svah, území značně ovlivňuje proudění vody v propustných vrstvách písku a rozložených čedičů ve vrchní části svahu. Tyto vrstvy jsou vklíněny mezi tuhé až pevné a tvrdé neogenní jíly, které jsou velmi málo propustné. V podloží tvrdých jílů se nachází prachovce a jílovce. Povrch terénu tvoří cca 2 m mocná vrstva měkkých až tuhých kvartérních jílů.

Je-li hladina podzemní vody umístěna v tuhých až pevných neogenních jílech, je stupeň stability celého svahu dokonce vyšší než 2. Pokud však hladinu necháme ustálit s povrchem rozložených neogenních čedičů a písků (na severní straně řezu okrajová podmínka hladiny podzemní vody u báze rozložených čedičů), které jsou velmi propustné (součinitel propustnosti $k = 5 \times 10^{-4}$ m/s), dojde k silnému proudění vody v místě vyklínění těchto vrstev ve svahu (nejsou v celém profilu, viz obrázek 4). Díky proudění v tomto místě vznikají smyková přetvoření a svah se stává méně stabilním. Při změnách okrajových podmínek proudění lze docílit i nestability svahu. Rovněž stupeň stability náspu se sníží (vliv nastoupání podzemní vody do náspu).



Obrázek 4: Izolinie a vektory proudových rychlostí ve vyklínění písku v řezu A-A' v sadu (okrajová podmínka na severní straně – hladina podzemní vody v rozloženém čediči)

Stupně stability pro předpokládaný současný stav hladiny podzemní vody a pro její nastoupání jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu sad řez A-A´

	HPV	stupeň stability FS [-]	požadovaný stupeň stability FS [-]
stabilita náspu (jemnozrnný)	současný stav	1,905	1,3
	nastoupaná	1,440	
stabilita celého svahu	současný stav	2,264	1,1
	nastoupaná	1,779	

4.4 Profil km 178,780

Profil km 178,780 se nachází v zářezu mezi řezy sadem A a B. Ze severní strany je svah zářezu hluboký cca 5,8 m a z jižní strmější strany cca 2,7 m. Zářez se nachází v měkkých až tuhých kvartérních jílech (mocnost zhruba 3 m) a v jeho patě jsou tuhé až pevné neogenní jíly o mocnosti okolo 12 m uložené na jílovcích a prachovcích. Zastižená hladina podzemní vody je při bázi kvartérních zemin (předpokládáme fungující odvodnění zářezu).

Profil byl posouzen pouze ze stabilitního hlediska. Stupně stability pro obě strany jsou vyšší než 1, ale nesplňují podmínku normy pro zářezy. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu km 178,780

	HPV	stupeň stability FS [-]	požadovaný stupeň stability FS [-]
stabilita severní strany	současný stav	1,094	1,5
stabilita jižní strany	současný stav	1,374	

Při nefunkčnosti odvodnění či degradaci povrchové vrstvy zářezu by mohlo dojít k nestabilitě a případným poruchám svahů. Je tedy nutné tyto podmínky zajistit.

4.5 Řez sad B-B´

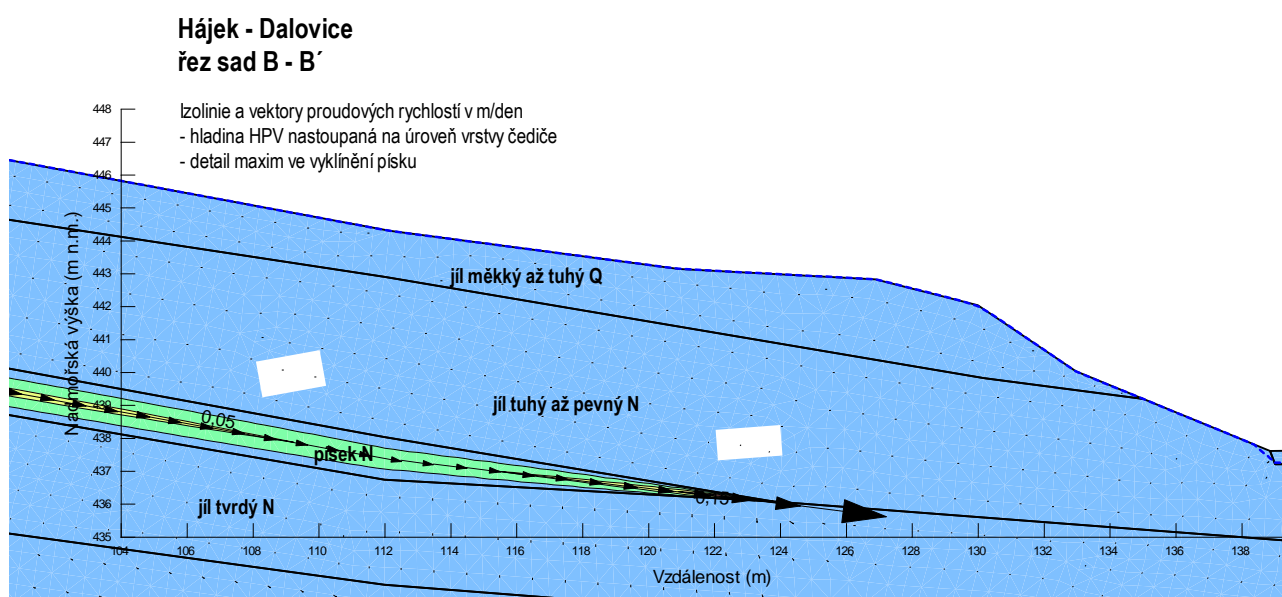
Řez B-B´ v sadu má obdobnou geometrii geologických vrstev jako řez A-A´. Vrstva neogenních písků však vyklíňuje níže ve svahu. Přibližuje se až k zářezu železnice, který je cca 5,2 m hluboký. Hladina podzemní vody byla zastižena u báze vrstvy neogenních tuhých až pevných jílu. Sklon svahu je rovněž mírný jako v řezu A-A´, cca do 10°.

Stupně stability svahů zářezu jsou nižší než normou požadovaných 1,5, ale svahy jsou stabilní. Celková stabilita území má stupeň stability nad hodnotou 2,0. V profilu byla hodnocena i stabilita po nastoupání hladiny podzemní vody, je-li okrajová podmínka na severní straně modelu zadaná hladinou podzemní vody ve vrstvě rozložených čedičů jako v profilu A-A'. Vzhledem k silnému proudění v čediči a pískách (viz obrázek 5), dochází ve výchozu písků a na povrchu severní strany zářezu ke koncentraci smykových přetvoření a snížení stability. Vypočtené stupně stability jsou uvedeny v tabulce 6.

Nastoupání hladiny podzemní vody je modelové, maximálně kritické, a nepředpokládáme takovýto stav v reálné situaci. Výpočty ale dokládají nutnost nepřetržitého odvodnění zářezu.

Tabulka 6: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu sad řez B-B'

		HPV	stupeň stability FS [-]	požadovaný stupeň stability FS [-]
stabilita zářezu	severní strana	současný stav	1,284	1,5
		nastoupaná	0,673	
	jižní strana	nastoupaná	1,280	
stabilita celého svahu		současný stav	2,196	1,1
		nastoupaná	0,903	



Obrázek 5: Izolinie a vektory proudových rychlostí ve vyklínění písku v řezu B-B' v sadu (okrajová podmínka na severní straně – hladina podzemní vody v rozloženém čediči)

4.6 Profil km 179,250

Profil v km 179,250 je cca 6,5 m hluboký zářez. Na severní straně je na povrchu terénu cca 2 m mocná vrstva navážek a 1 m mocná vrstva kvartérních písků, kde byla zastižena hladina podzemní vody. V podloží jsou tuhé až pevné jíly.

Zářez byl podroben pouze stabilitní analýze. Výsledné stupně stability jsou uvedeny v tabulce 7 a dokládají současnou stabilitu svahu. Výsledné hodnoty však nesplňují požadavky normy ČSN pro dlouhodobou stabilitu. Rovněž lze předpokládat, že stupeň stability by se ještě snížil, pokud by došlo k nastoupaní hladiny podzemní vody. Je tedy nutné opatřeními (odvodněním zářezu) udržet hladinu maximálně na uvažované úrovni.

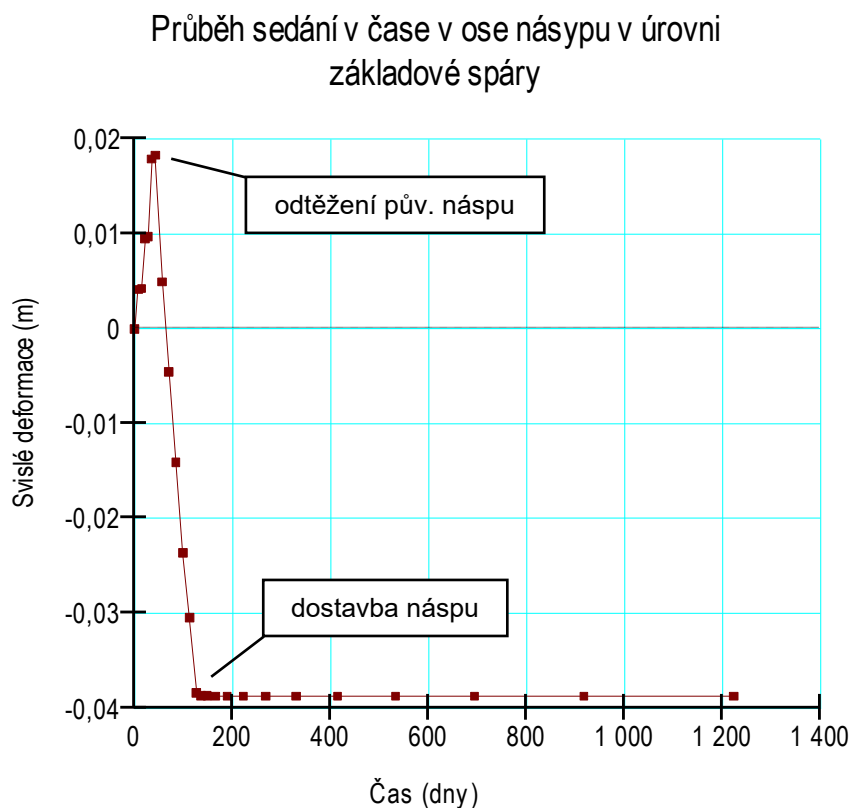
Tabulka 7: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu v km 179,250

	HPV	stupeň stability FS [-]	požadovaný stupeň stability FS [-]
severní strana	současný stav	1,407	1,5
jižní strana	současný stav	1,265	

4.7 Profil km 179,550

Násep v profilu km 179,550 je vysoký cca 6 m, hladina podzemní vody se nachází mělce pod terénem ve vrstvě tuhých kvartérních jílu. Posouzena byla stabilita současného stavu na jižní straně ($F_s = 1,111$) a severní straně náspu ($F_s = 1,205$). S ohledem na uvedené nepříznivé výsledky stabilitní analýzy stávajícího stavu náspu byly provedeny analýzy pro posouzení eventuality vybudování nového náspu, včetně výměny podloží. Stabilita náspu po výměně za nový materiál včetně výměny podloží do hloubky cca 1 m vychází $F_s = 1,510$ na jižní s $F_s = 1,610$ na severní straně. Výše uvedené hodnoty kritických smykových ploch jsou shrnuty v tabulce č. 8 a dokumentovány v grafické příloze.

Zároveň byl stanoven časový průběh sedání pro případ odtěžení celého náspu a vybudování nového. Těsně po dostavbě činí svislé deformace 3,7 cm, konsolidace proběhne prakticky při výstavbě. Po třech letech provozu je velikost sedání 3,9 cm. Graf 1 zobrazuje průběh deformací v čase. Konečné vodorovné deformace by neměly přesáhnout 1,5 cm. Všechny výsledky jsou dokumentovány v grafických přílohách.



Graf 1: Průběhu sedání v čase v ose násypu v profilu 179,550

Tabulka 8: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu v km 179,550

	jižní svah	severní svah
současný stav	1,111	1,205
nový násep	1,510	1,610

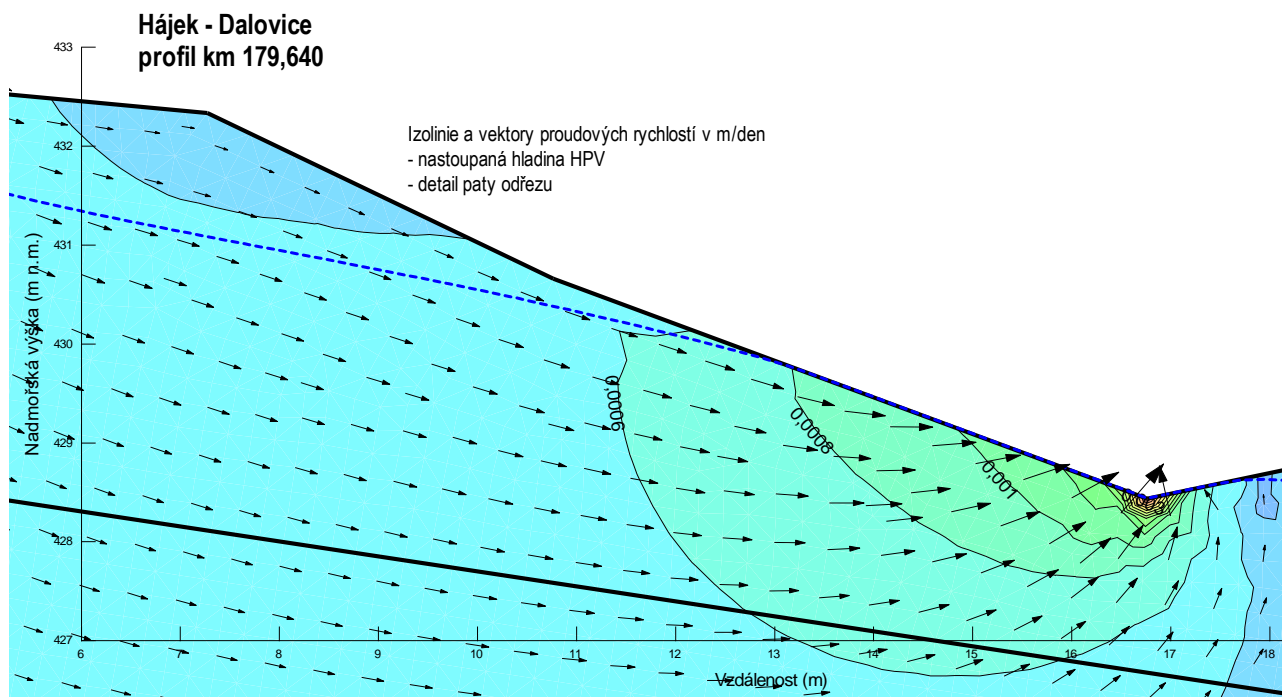
4.8 Profil km 179,640

V km 179,640 je odřez, u kterého severozápadní strana dosahuje výšky až 6,7 m. Ve svahu je lavice širší cca 1,8 m. Povrch nad odřezem tvoří necelé 2 m mocné navážky uložené na kvarterních tuhých jílech. V podloží jsou neogenní tuhé jíly. Zastižená hladina podzemní vody prochází vrstvou kvarterních jílu. Svah odřezu je v současné době stabilní (hodnoty stupňů stability jsou uvedeny v tabulce 9), avšak nevyhoví požadovaným normovým kritériím.

Tabulka 9: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu v km 179,640

	HPV		stupeň stability FS [-]	požadovaný stupeň stability FS [-]
severozápadní odřez	současný stav	celková	1,230	1,5
		vrchní část	1,495	
	nastoupaná		1,135	

Pokud by došlo k nastoupaní podzemní vody dle modelově ustálené hladiny z programu Seep (viz obrázek 6), snížil by se stupeň stability celého svahu na 1,135.



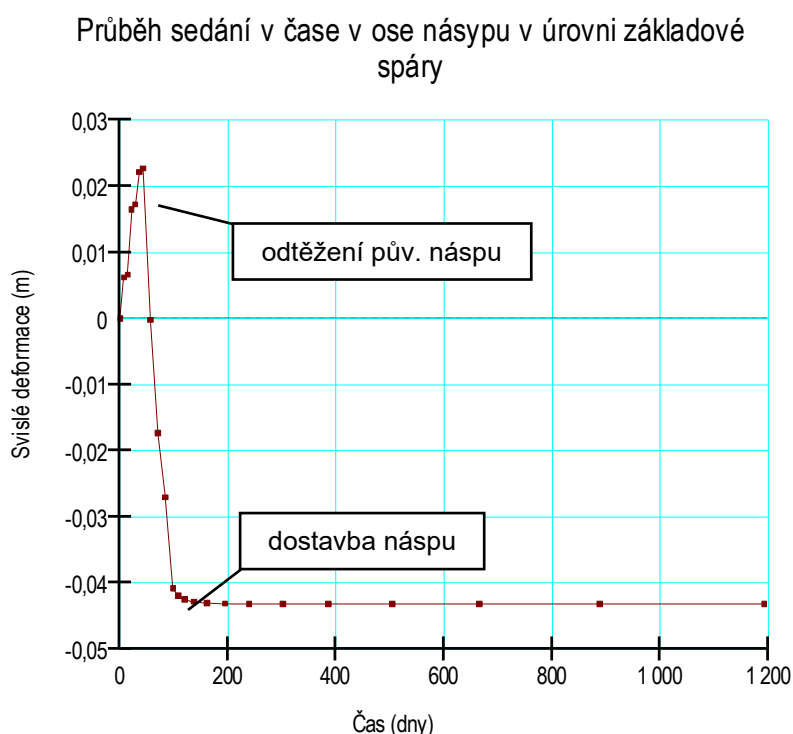
Obrázek 6: Izolinie a vektory proudových rychlostí u paty odřezu v profilu km 179,640

4.9 Profil km 179,760

V profilu km 179,760 je násep vysoký cca 4 m, hladina podzemní vody se nachází mělce pod terénem ve vrstvě tuhých kvartérních jílu. Posouzena byla stabilita současného stavu a po výměně celého náspu za nový materiál včetně výměny podloží do hloubky cca 1 m. Stabilita současného náspu je na jižní straně rovna hodnotě $F_s = 1,301$ a na severní straně $F_s = 1,962$. I když jsou obě hodnoty z dlouhodobého hlediska dostatečné, přesto byla modelována výměna celého náspu stejně

jako v navazujících úsecích. Po vybudování nového náspu vzroste stupeň stability na jižní straně na hodnotu $F_s = 1,661$. Uvedené smykové plochy jsou dokumentovány v grafické příloze.

Zároveň byl stanoven časový průběh sedání nového náspu po odtěžení původního. Těsně po dostavbě činí svislé deformace 4,1 cm, konsolidace proběhne prakticky při výstavbě. Po třech letech provozu je velikost sedání 4,3 cm. V grafu 2 je dokumentován průběh deformací v čase.



Graf 2: Průběhu sedání v čase v ose náspu v profilu 179,760

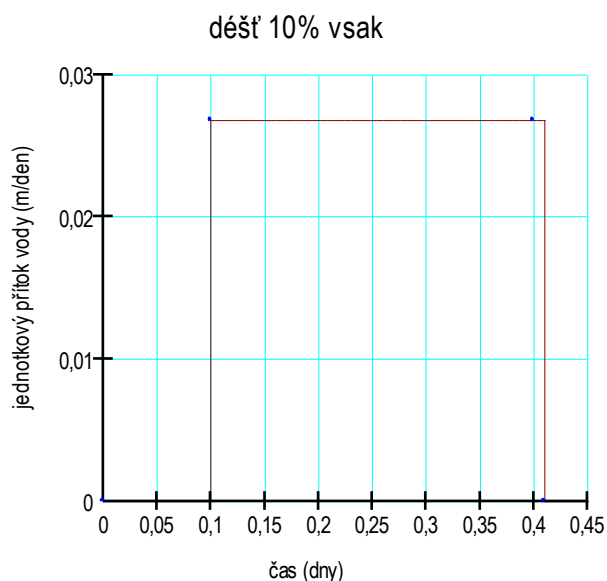
Tabulka 10: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu v km 179,760

	jižní svah	severní svah
současný stav	1,301	1,962
nový násep	1,661	-

4.10 Profil km 179,900-180,300 – poddolované území

V okolí trati v km 179,900 až 180,300 se nachází historicky poddolované území. Stabilita zde byla posouzena pro několik variant nasycení podložních vrstev (zvýšením hladiny podzemní vody nebo nasycením pomocí koeficientu R_u) a modulem Seep/W byl simulován déletrvající vydatný déšť. Při

výpočtu neustáleného proudění, které modeluje infiltraci srážek, je za počáteční stav bráno rozložení gradientů a rychlostí proudění z výpočtu ustáleného proudění současného stavu. Intenzita deště byla převzata z dat ČHMÚ z nejvyššího denního úhrnu srážek ze srpna 2002 přepočteného na hodinovou intenzitu. Déšť této intenzity byl aplikován jako okrajová podmínka na celý povrch profilu po dobu 7,2 hodin při uvažování 10 % vsaku (viz graf 3).



Graf 3: Časově závislá okrajová podmínka pro přívalový déšť

Vzhledem ke skutečnosti, že podloží je tvořeno málo propustnými jíly s nepravidelnými ččkami písku, dochází při dlouhodobějších srážkách k nastoupaní hladiny podzemní vody až k povrchu terénu, lokálně se svahové deprese plní povrchovou vodou. Nejkritičtější místem v modelovaném profilu je prostřední část svahu, kde dochází díky těsné blízkosti písčité čocky pod povrchem ke vzniku nejvyšších pórových tlaků. Právě zde je stabilita lokální smykové plochy pod kritickou hodnotou ($F_s = 0,995$), ale vzhledem k jejímu umístění v rámci profilu by ani při její aktivaci nemělo dojít k ohrožení tělesa železnice. Kruhové smykové plochy v hořejší části svahu mají stupně stability dostatečné i při vysokém nasycení podloží ($F_s = 1,380$ a $F_s = 1,423$).

Tabulka 11: Výsledné hodnoty stupňů stability v poddolovaném území

nasycení	smyková plocha	stupeň stability F_s [-]
plné nasycení pomocí R_u	obecná	0,995
nasycení po dešti	kruhová	1,380
zvýšená HPV	kruhová	1,423

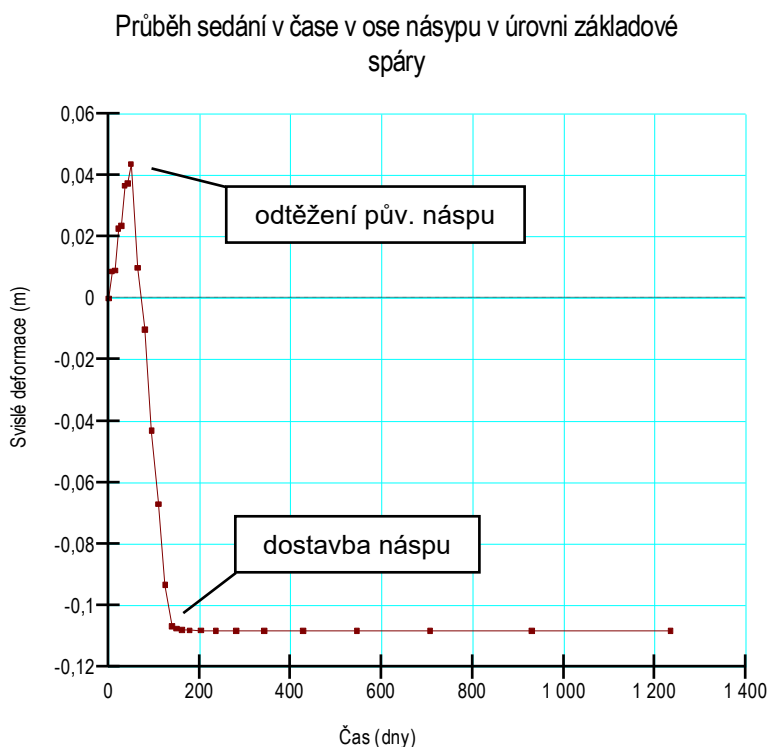
Z hlediska globální stability je svah velmi plochý a vznik hluboké smykové plochy jdoucí hlouběji do podloží, případně až pod násep, není reálný.

Izolinie pórových tlaků a popsané smykové plochy jsou doloženy v grafických přílohách.

4.11 Profil km 179,980

Násep v profilu km 179,980 je vysoký cca 6 m, hladina podzemní vody se nachází mělce pod terénem ve vrstvě měkkých až tuhých kvartérních jílů. Posouzena byla stabilita současného stavu a stabilita náspu po výměně za nový materiál včetně výměny podloží do hloubky cca 1 m. Stabilita současného náspu je na jižní straně rovna hodnotě $F_s = 1,086$, což je těsně nad hranicí rovnováhy. Pokud by se násep vybudoval z nového materiálu, stupeň stability vzroste na vyhovující hodnotu $F_s = 1,275$. Uvedené smykové plochy jsou dokumentovány v grafické příloze.

Zároveň byl stanoven časový průběh sedání pro případ odtěžení náspu a vybudování nového. Těsně po dostavbě činí svislé deformace 10,7 cm, konsolidace proběhne prakticky při výstavbě. Po třech letech provozu je velikost sedání 10,8 cm. Graf 4 dokumentuje průběh deformací v čase.



Graf 4: Průběhu sedání v čase v ose násypu v profilu 179,980

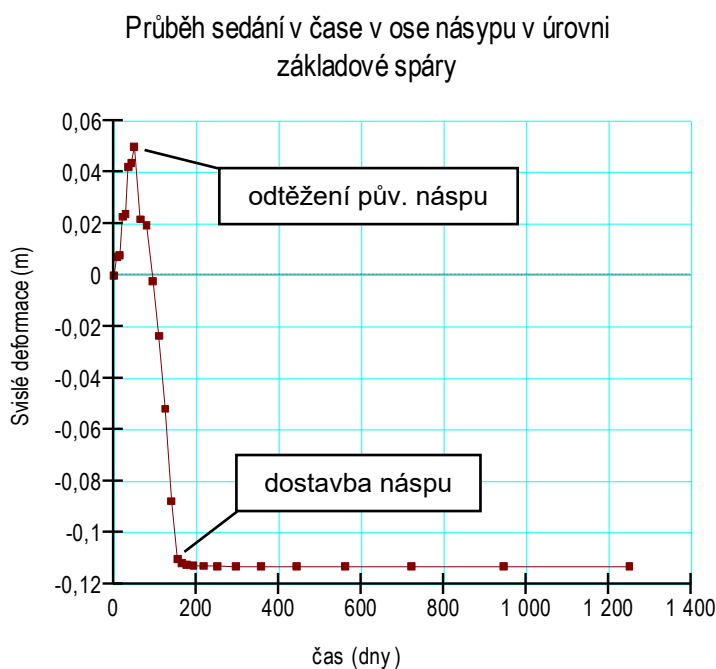
Tabulka 12: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu v km 179,980

	jižní svah
současný stav	1,086
nový násep	1,275

4.12 Profil km 180,350

V profilu km 180,350 je násep vysoký cca 7 m, hladina podzemní vody se nachází mělce pod terénem ve vrstvě měkkých až tuhých kvartérních jílu. Posouzena byla stabilita současného stavu a po výměně celého náspu za nový materiál včetně výměny podloží do hloubky cca 1 m. Stabilita současného náspu je na jižní straně rovna hodnotě $F_s = 1,082$ a na severní straně $F_s = 1,360$. Hodnota na jižní straně je těsně nad hranici rovnováhy. Pokud by se násep vybudoval znovu, stupeň stability z nového materiálu vzroste na jižní straně na vyhovující hodnotu $F_s = 1,320$. Uvedené smykové plochy jsou dokumentovány v grafické příloze.

Zároveň byl stanoven časový průběh sedání náspu pro případ jeho odtěžení a nového vybudování. Těsně po dostavbě činí svislé deformace 11 cm, konsolidace proběhne prakticky při výstavbě. Po třech letech provozu je velikost sedání 11,3 cm. Graf 5 dokumentuje průběh deformací v čase.



Graf 5: Průběhu sedání v čase v ose násypu v profilu 180,350

Tabulka 13: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu 180,350

	jižní svah	severní svah
současný stav	1,082	1,360
nový násep	1,320	-

4.13 Profil km 180,520

V místě km 180,520 je násep cca 5,2 m vysoký na mírně ukloněném terénu do 10°. Materiál náspu je uvažován jako hlinitokamenitý v celém rozsahu náspu. Hladina podzemní vody se nachází poměrně mělce pod terénem do 2 m. V podloží náspu se nachází vrstva měkkého až tuhého jílu o mocnosti do cca 3,5 m uloženého na neogenních jílech tuhé konzistence. Posuzována byla stabilita stávajícího stavu náspu pro 2 modely hladiny podzemní vody. V prvním případě je hladina zadána jako souvislá hladina jednotlivými body dle interpretace z průzkumu, v druhém je její průběh optimalizován metodou konečných prvků při zadání okrajových podmínek úrovně hladiny vody na okrajích profilu. Pro stávající stav náspu na jižní straně pouze v jedné analýze (h_{pv} body, sigma stress) vyhoví stupeň stability požadavku normy $F > 1,2$. V ostatních případech je svah stabilní, avšak nevyhovující požadavku normy. V případě výstavby nového náspu a výměně podloží do hloubky 1 m vyhoví svahy náspu požadavku normy ve všech analýzách. Vybrané stabilitní analýzy jsou doloženy v grafické části, přehled výsledků uvádí tabulka 14.

Tabulka 14: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu 180,520

posuzovaný svah/stav	jižní svah		severní svah	
	model HPV		model HPV	
	průběh body	MKP	průběh body	MKP
současný stav	1,119/1,223	1,063/1,066	1,829	1,829
nový násep	1,324/1,346	1,198/1,276	2,221	2,221

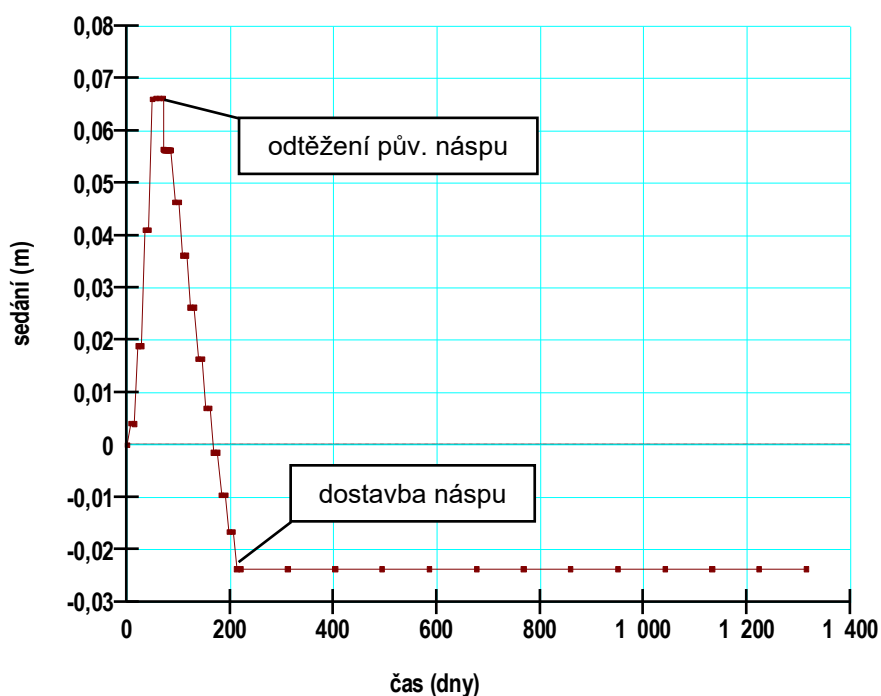
metoda Morgenstern-Price/metoda Sigma/W stress

4.14 Profil km 180,800

V profilu km 180,800 činí výška náspu 10,4 m, terén je téměř rovinný, násep je v i v tomto případě z hlinitokamenitého materiálu. V podloží náspu se nachází holocenní náplavy do mocnosti 1,8 m na vrstvě štěrků do mocnosti 2 m uložených na skalním podloží. Hladina podzemní vody se nachází

v hloubce 2,8 m ve vrstvě štěrků. Vzhledem k velmi nízkým stupňům stability vycházejícím pro stávající stav náspu ($F = 1,1$) byla výpočty simulována degradace parametrů stávajícího náspu (degradované parametry $c = 2$ kPa a $\varphi = 28^\circ$) nebo podloží (degradované parametry holocénních náplavů $c = 1$ kPa a $\varphi = 18^\circ$) a výstavba nového náspu. Pro nový násep s výměnou podloží vychází stupeň stability $F > 1,2$, tj. vyhoví normovým požadavkům. Přehled výsledků provedených stabilitních analýz uvádí tabulka 15, vybrané výsledky analýz jsou doloženy v grafické příloze. Dosednutí podloží při výstavbě nového náspu vychází do 2,5 cm a proběhne v rámci výstavby.

Časový průběh sedání na rozhraní násyp-terén, osa



Graf 6 Průběh sedání v čase v ose náspu v profilu 180,800

Tabulka 15: Výsledné hodnoty stupňů stability v profilu 180,800

posuzovaný stav		jižní svah	severní svah
současný stav	-	1,112	1,136
	degradace parametrů náspu	0,900	0,982
	degradace parametrů podloží	0,950	0,982
nový násep	-	1,252/1,405	1,278/1,431

metoda Morgenstern-Price/metoda sigma/W stress

5. Závěr a doporučení

Poddolované území

Globální stabilita poddolovaného území v současné době vyhovuje ve všech modelových případech, mírné zhoršení stability lze očekávat pouze lokálně a v případě mimořádných srážek. V každém případě koloběh podzemní vody v propustných čočkách písku a s ním spojená pórová napětí zhoršují stabilitní poměry území a doporučujeme zde hloubkové odvodnění.

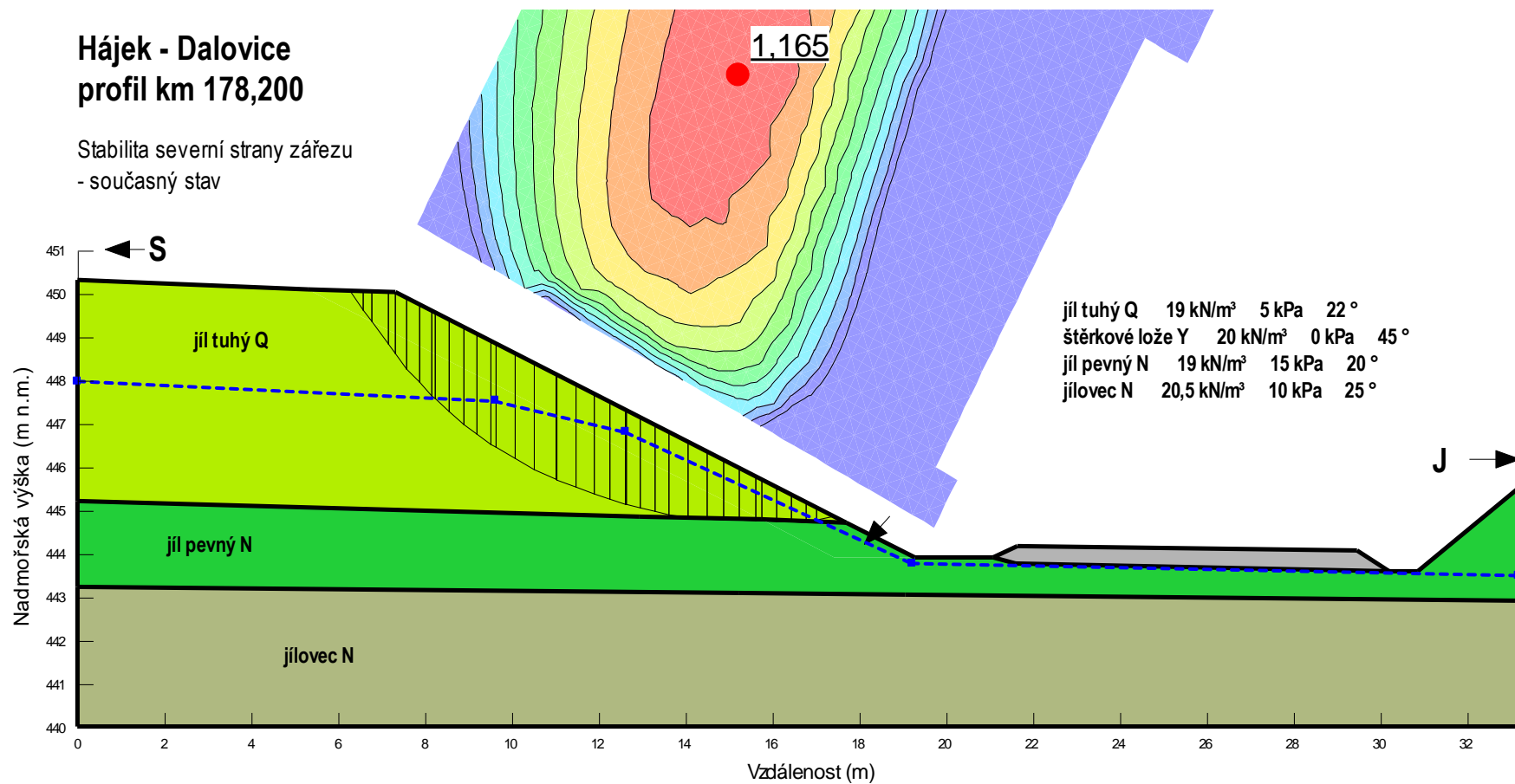
Stabilitu dlouhého svahu nad zářezem km 178,720 až 178,850 lze považovat za dostatečnou. Lokální nestabilita, která se projevila v roce 2020 a vedla k havárii náspu 178,850 až 179,000, byla způsobena vysokým přetlakem podzemní vody v propustných vrstvách a po provedené sanaci nadále toto riziko nehrozí, což je dokumentováno nízkou hladinou vody při všech měřeních v pozorovacím vrtu HV2 a odpovídá to našim výpočtům. Bezprostřední stabilita zářezu v tomto úseku se dlouhodobě zhoršuje vzhledem k degradaci povrchové vrstvy v procesu zvětrávání a nelze vyloučit lokální mělký sesuv. Toto se týká i **ostatních zářezů** v trase. V každém případě zářezy nevyžadují okamžitý sanační zásah.

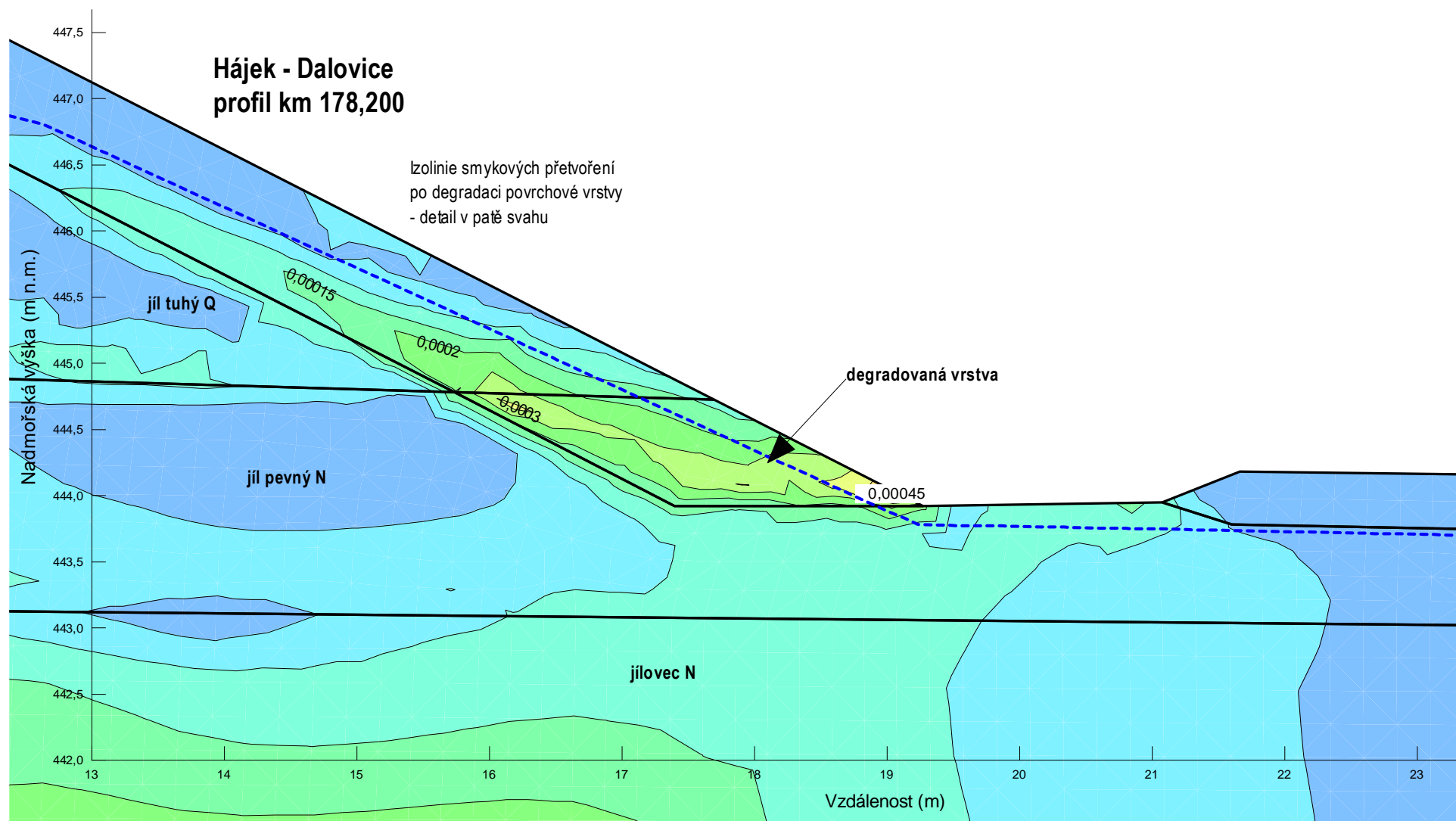
Náspy

Všechny posuzované náspy z hlediska použitého materiálu nevyhovují současným požadavkům na stabilitu ani na napěťodeformační chování a mnoho z nich spočívá na neúnosném podloží. U žádného náspu nejsou dosaženy požadované stupně bezpečnosti a je zde tedy riziko vzniku poruch buď z důvodu dlouhodobé degradace vlastností materiálu a nebo v důsledku náhlého zhoršení podmínek (např. prosycení materiálu přívalovým deštěm). Vzhledem k tomu, že tyto problémy nejsou přímo pod kolejovým ložem, ale jsou v hlubších patrech náspu a podloží (především úsek km 179,800 až 180,250), doporučujeme vybudování nového náspu včetně sanace podloží.

6. Výběr z grafických výstupů

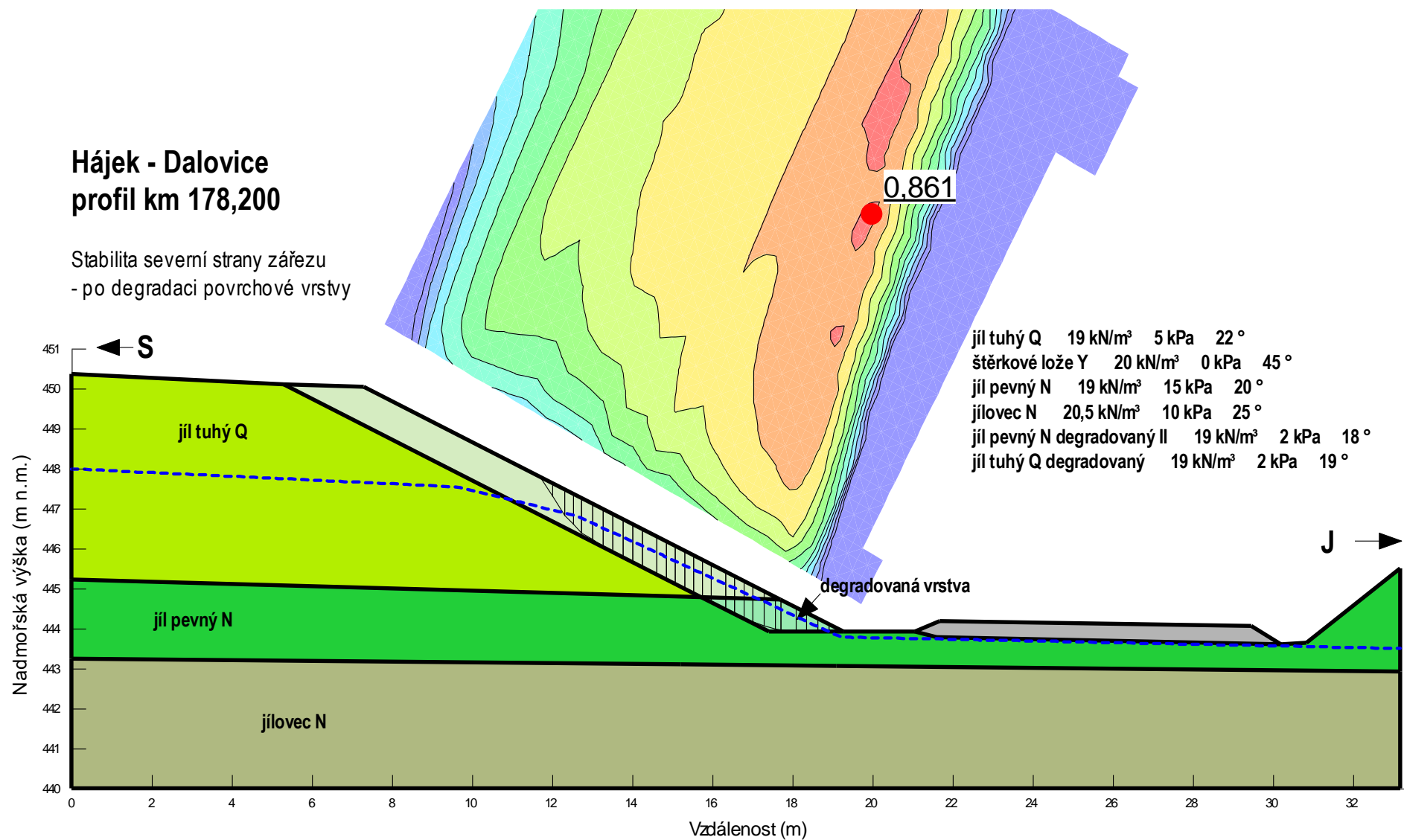
6.1 Výsledky v profilu km 178,200





Hájek - Dalovice profil km 178,200

Stabilita severní strany zářezu
- po degradaci povrchové vrstvy

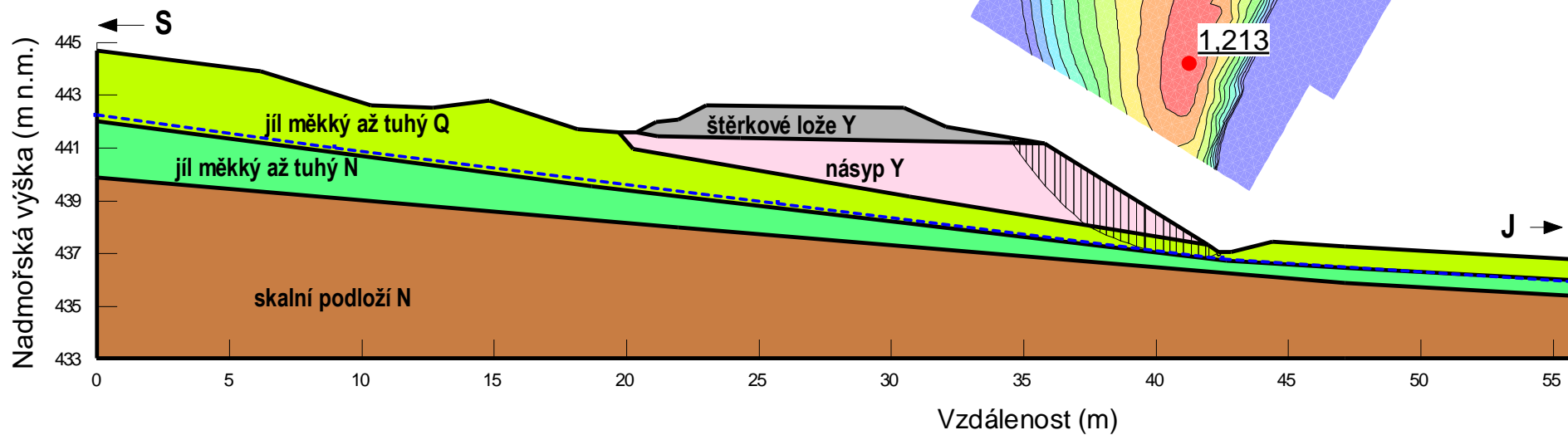


6.2 Výsledky v profilu km 178,350

Hájek - Dalovice profil km 178,350

Stabilita násypu
- současný stav

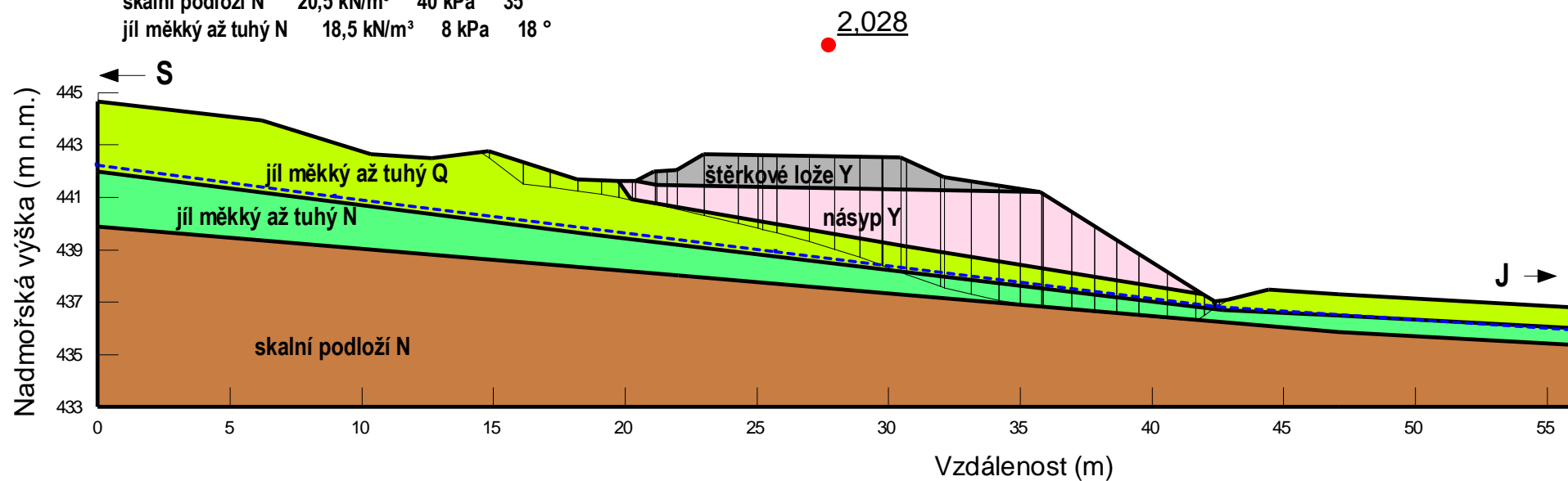
šterkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
násyp Y	19 kN/m ³	5 kPa	25 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °
skalní podloží N	20,5 kN/m ³	40 kPa	35 °
jíl měkký až tuhý N	18,5 kN/m ³	8 kPa	18 °



Hájek - Dalovice profil km 178,350

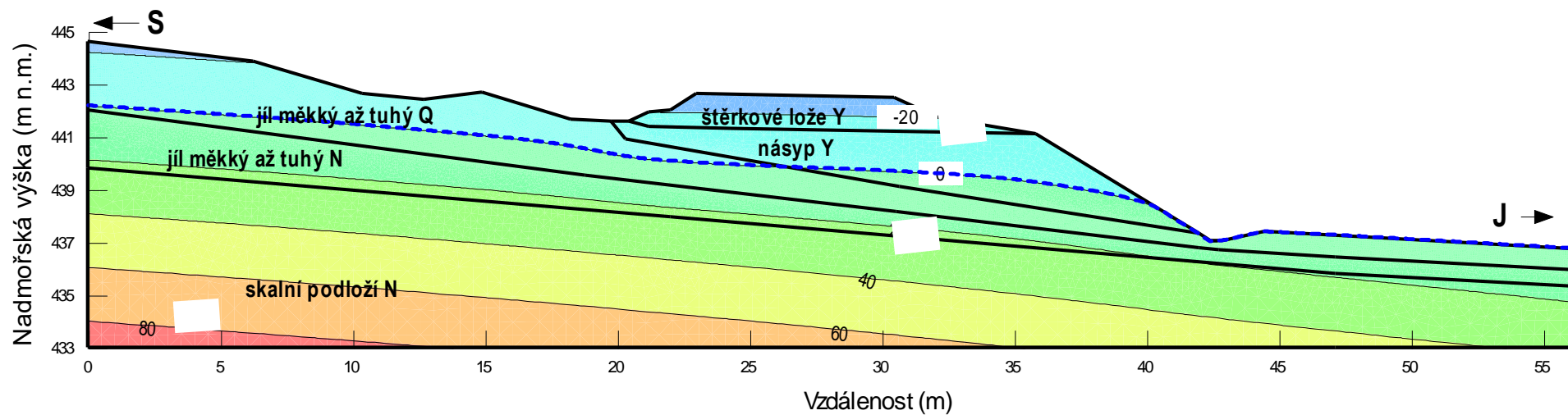
Stabilita svahu
- současný stav

štěrkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
násyp Y	19 kN/m ³	5 kPa	25 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °
skalní podloží N	20,5 kN/m ³	40 kPa	35 °
jíl měkký až tuhý N	18,5 kN/m ³	8 kPa	18 °



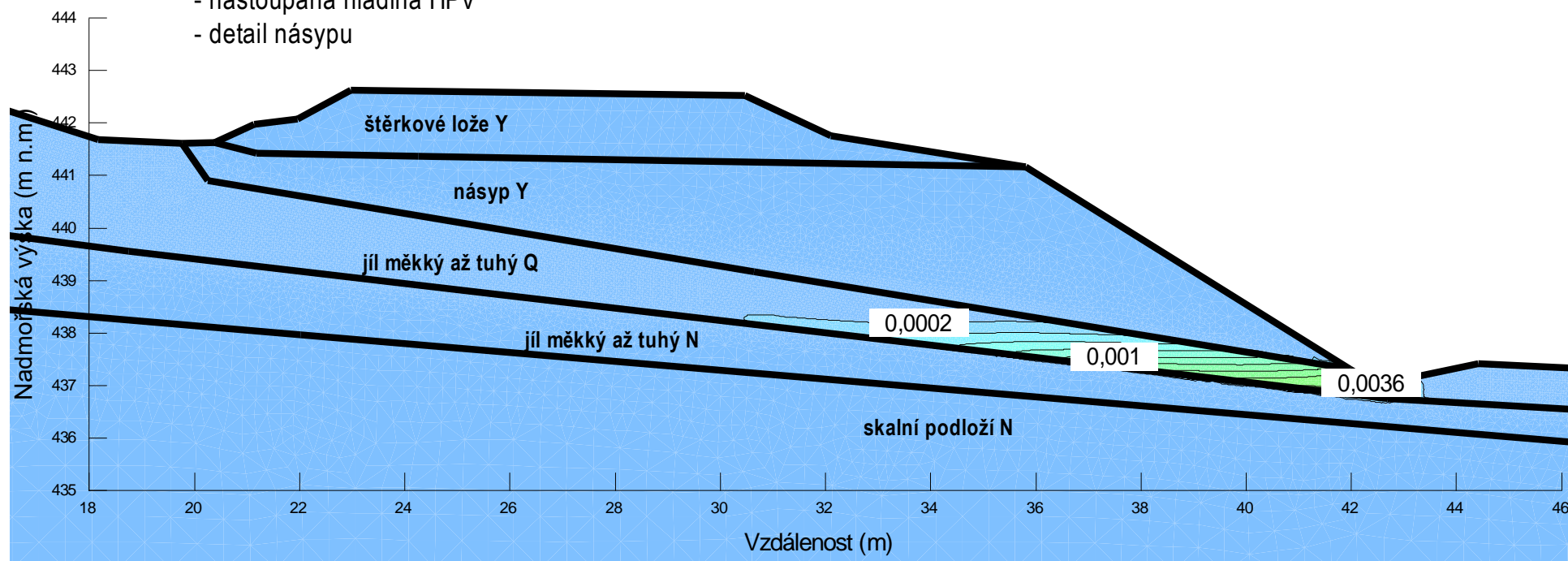
Hájek - Dalovice profil km 178,350

Izolinie pórového tlaku
- současný násyp
- nastoupaná hladina HPV



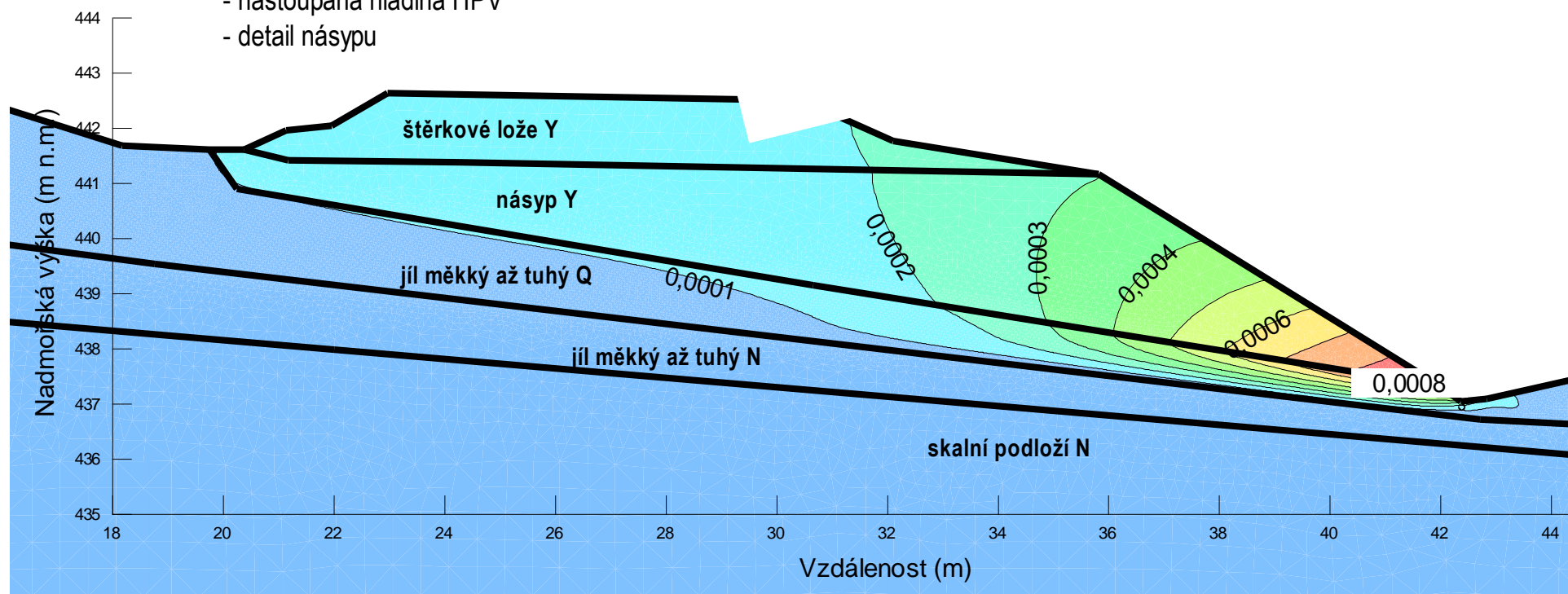
Hájek - Dalovice profil km 178,350

Izolinie maximálních smykových přetvoření
- nastoupaná hladina HPV
- detail násypu



Hájek - Dalovice profil km 178,350

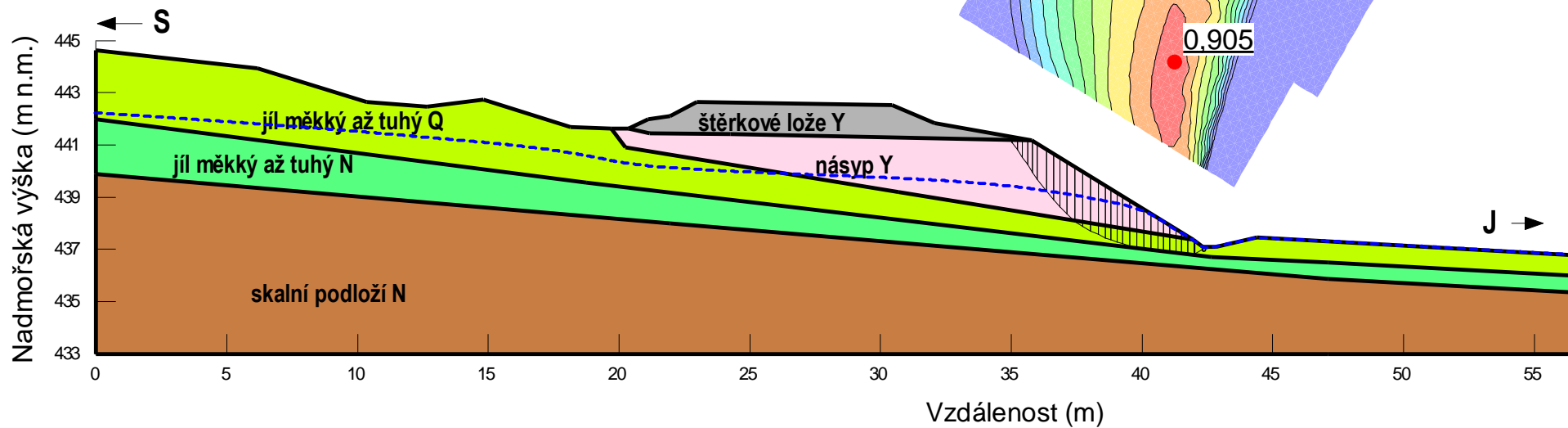
Izolinie celkových deformací v m
- nastoupaná hladina HPV
- detail násypu



Hájek - Dalovice profil km 178,350

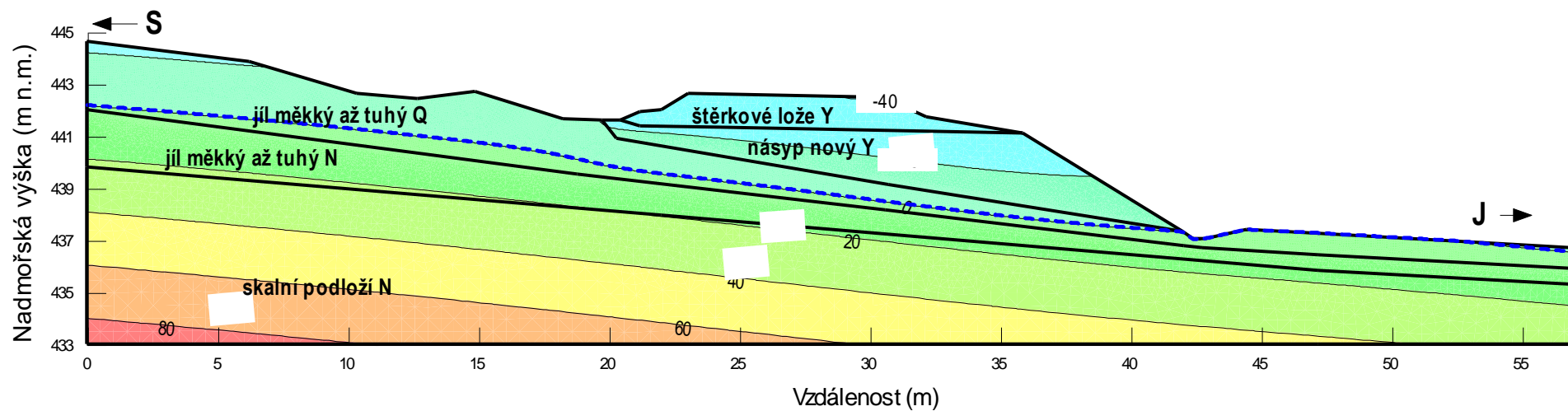
Stabilita násypu
- nastoupaná HPV

štěrkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
násyp Y	19 kN/m ³	5 kPa	25 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °
skalní podloží N	20,5 kN/m ³	40 kPa	35 °
jíl měkký až tuhý N	18,5 kN/m ³	8 kPa	18 °



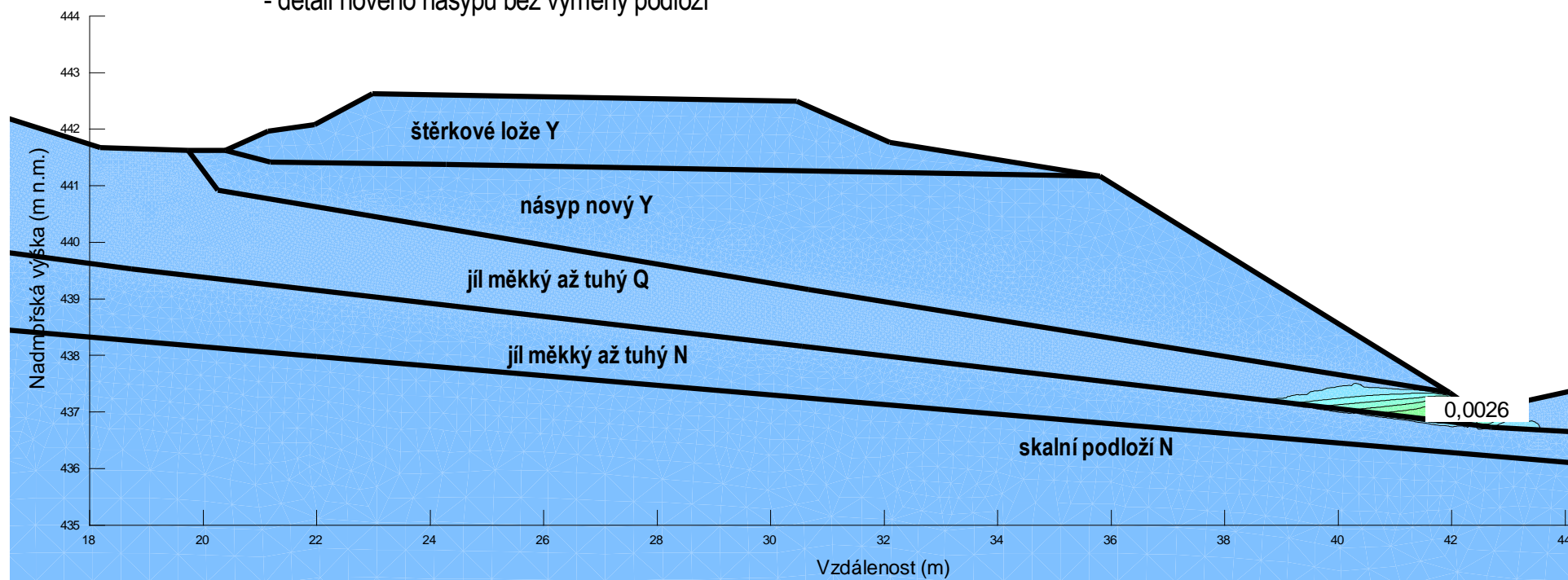
Hájek - Dalovice profil km 178,350

- Izolinie pórového tlaku
- nový násyp bez výměny podloží
 - nastoupaná hladina HPV



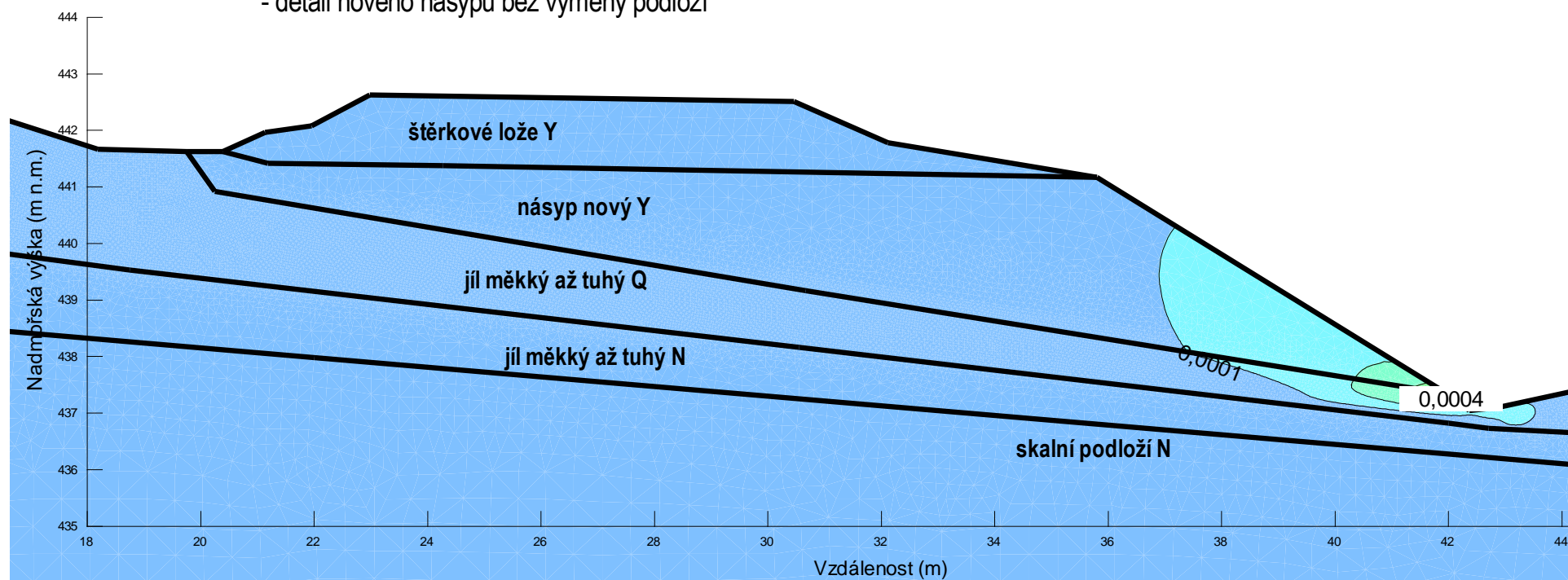
Hájek - Dalovice profil km 178,350

Izolinie maximálních smykových přetvoření
- nastoupaná hladina HPV
- detail nového násypu bez výměny podloží



Hájek - Dalovice profil km 178,350

Izolinie celkových deformací v m
- nastoupaná hladina HPV
- detail nového násypu bez výměny podloží



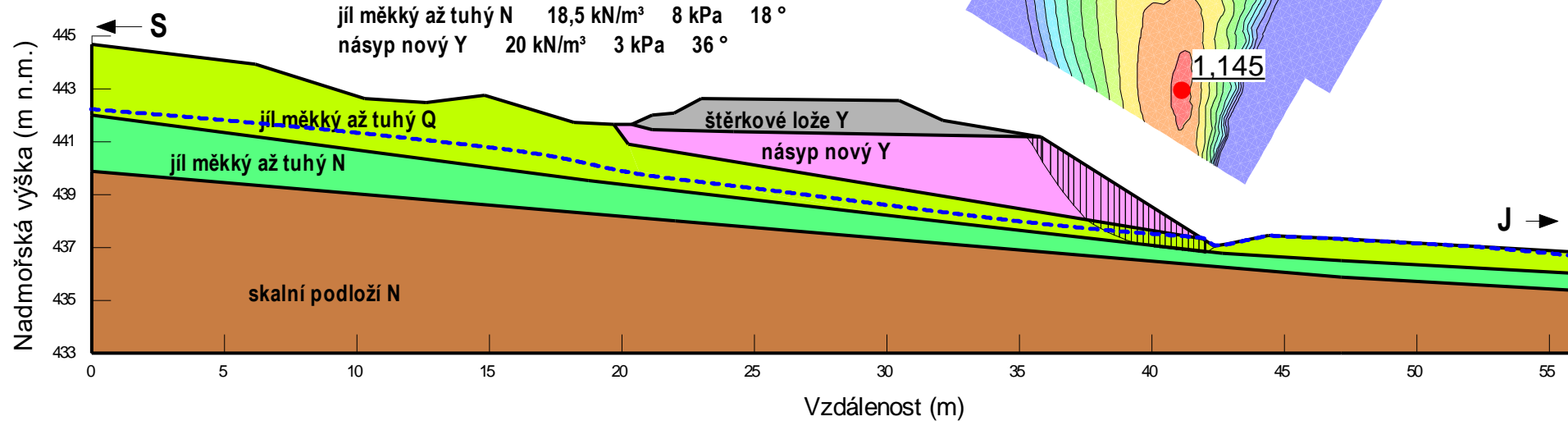
Hájek - Dalovice profil km 178,350

Stabilita nového násypu

- nastoupaná HPV

- bez výměny podloží

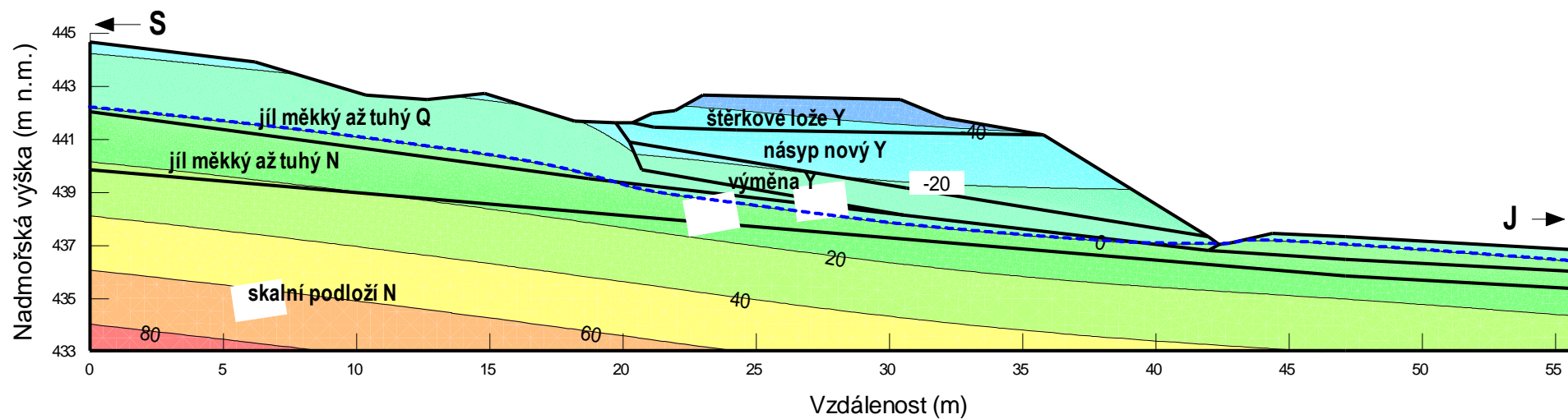
šterkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °
skalní podloží N	20,5 kN/m ³	40 kPa	35 °
jíl měkký až tuhý N	18,5 kN/m ³	8 kPa	18 °
násyp nový Y	20 kN/m ³	3 kPa	36 °



Hájek - Dalovice profil km 178,350

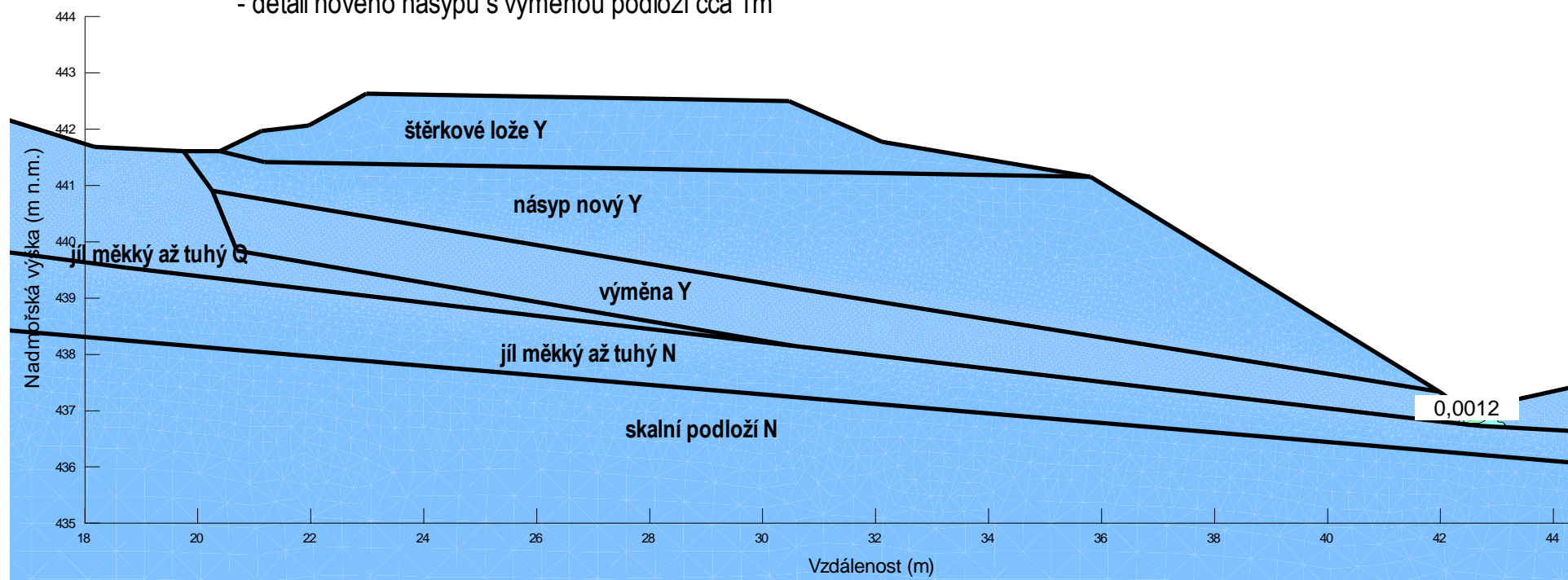
Izolinie pórového tlaku

- nový násyp s výměnou podloží cca 1 m
- nastoupaná hladina HPV



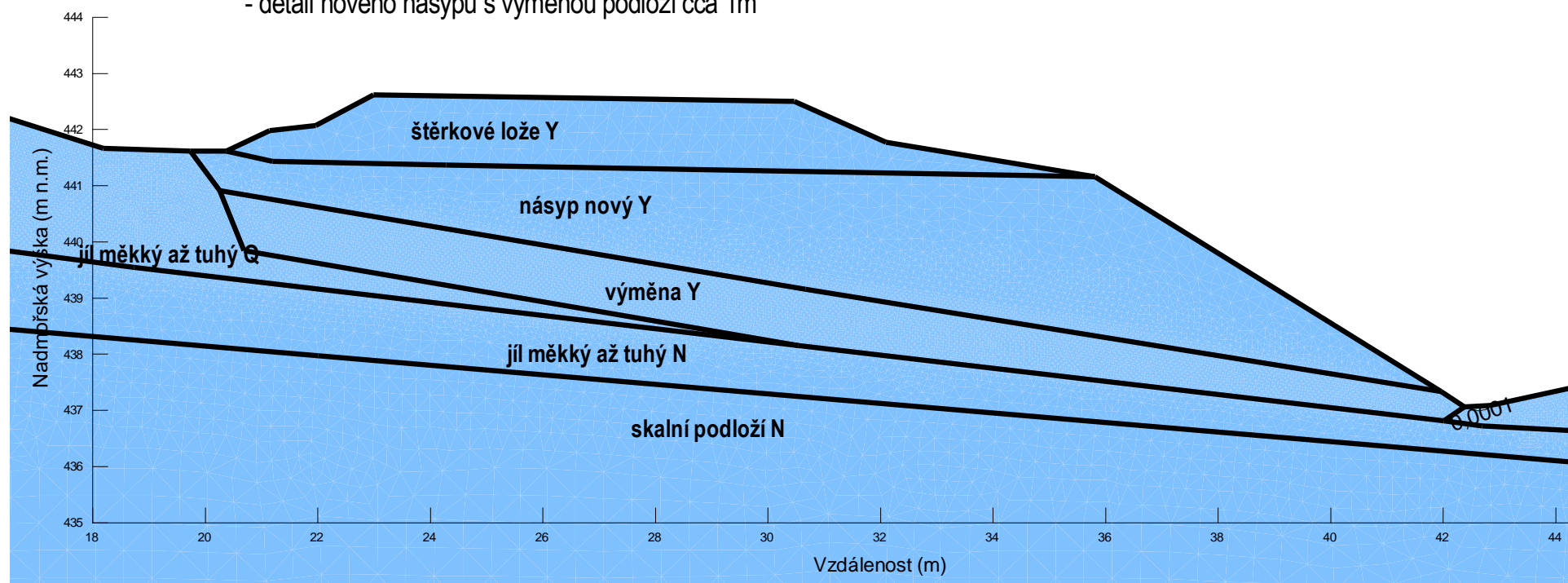
Hájek - Dalovice profil km 178,350

- Izolinie maximálních smykových přetvoření
- nastoupaná hladina HPV
 - detail nového násypu s výměnou podloží cca 1m



Hájek - Dalovice profil km 178,350

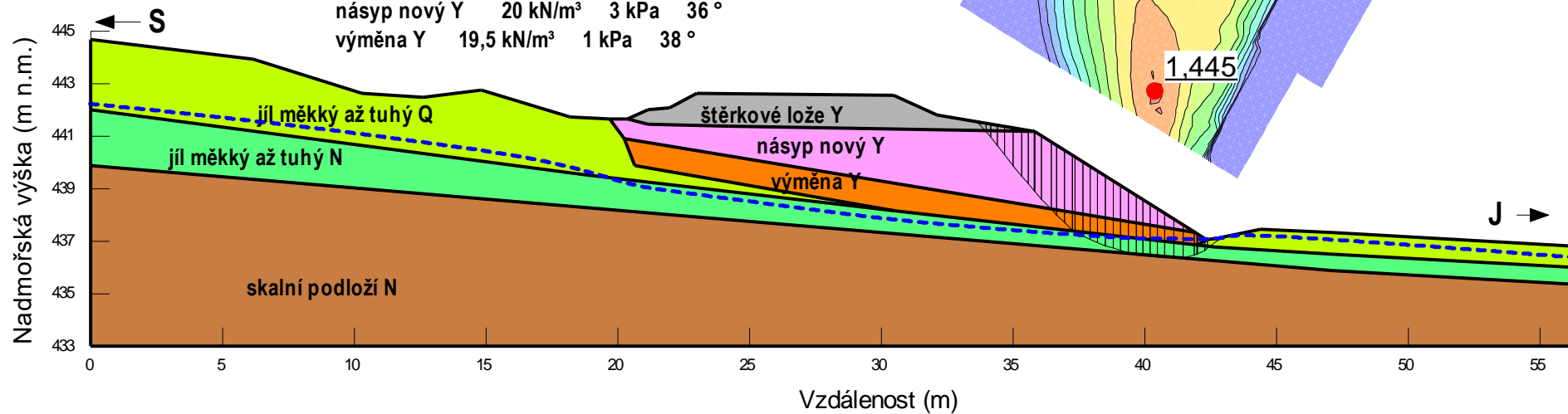
Izolinie celkových deformací v m
- nastoupaná hladina HPV
- detail nového násypu s výměnou podloží cca 1m



Hájek - Dalovice profil km 178,350

Stabilita nového násypu
- nastoupaná HPV
- výměna cca 1m podloží

šterkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °
skalní podloží N	20,5 kN/m ³	40 kPa	35 °
jíl měkký až tuhý N	18,5 kN/m ³	8 kPa	18 °
násyp nový Y	20 kN/m ³	3 kPa	36 °
výměna Y	19,5 kN/m ³	1 kPa	38 °



6.3 Výsledky v řezu sad A-A'

Hájek - Dalovice

řez sad A - A'

Stabilita násypu

- současný stav

jíl tvrdý N 20 kN/m³ 20 kPa 20°

písek N 19 kN/m³ 0 kPa 35°

rozložený čedič N 20,5 kN/m³ 0 kPa 38°

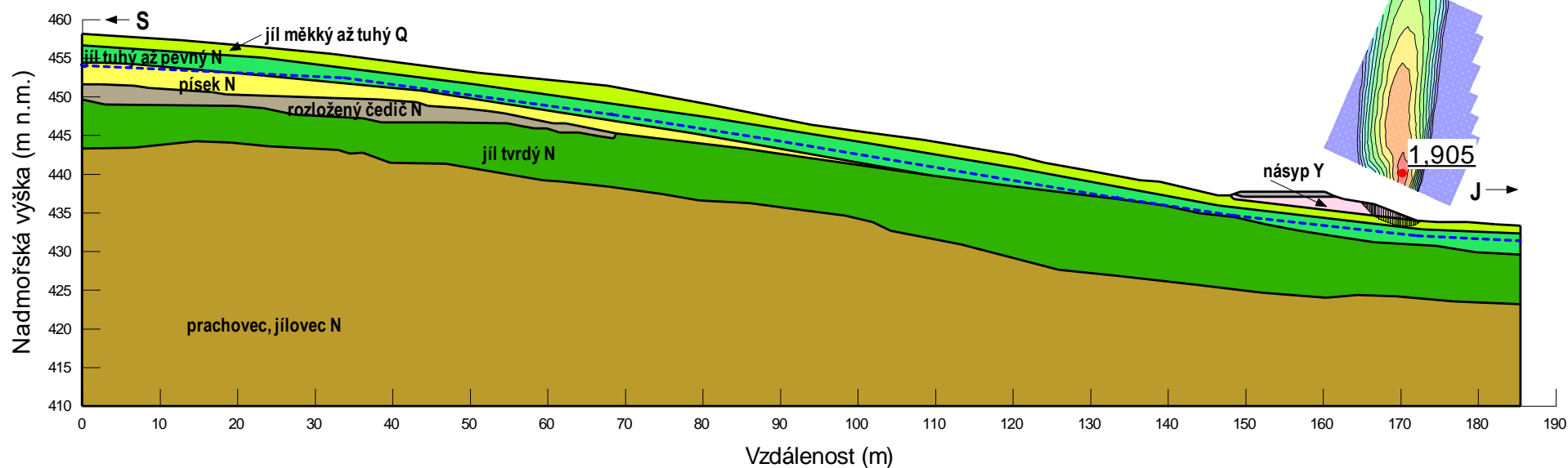
štěrkové lože Y 20 kN/m³ 0 kPa 45°

prachovec, jílovec N 20,5 kN/m³ 40 kPa 25°

násyp Y 19 kN/m³ 5 kPa 25°

jíl tuhý až pevný N 19 kN/m³ 12 kPa 19°

jíl měkký až tuhý Q 18,5 kN/m³ 3 kPa 20°

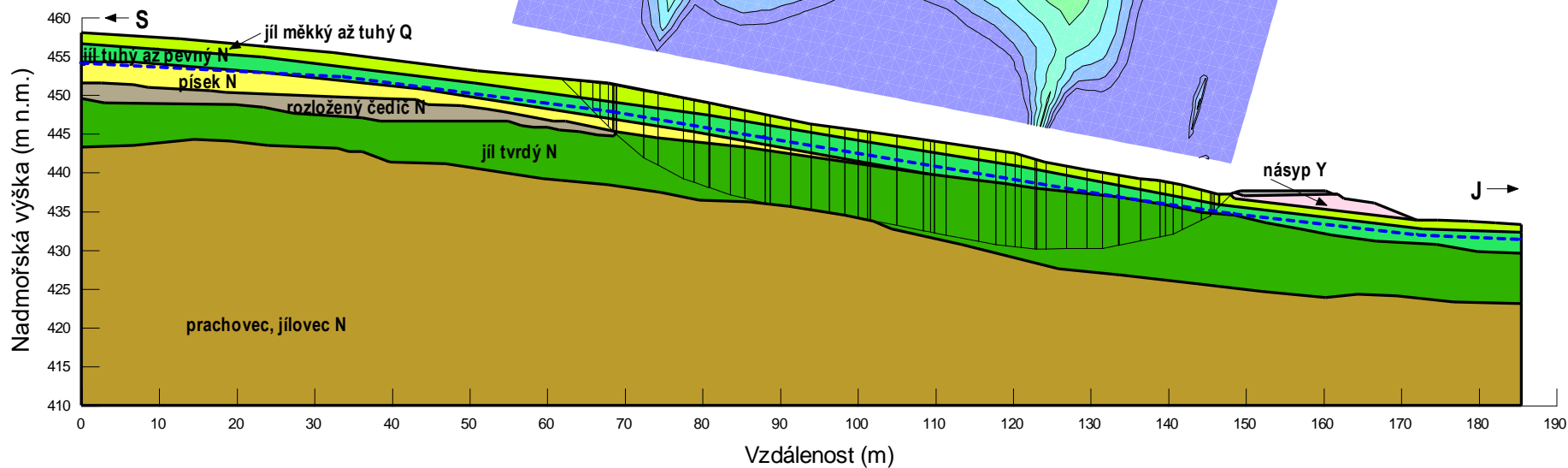


Hájek - Dalovice

řez sad A - A'

Stabilita svahu v sadu
- současný stav

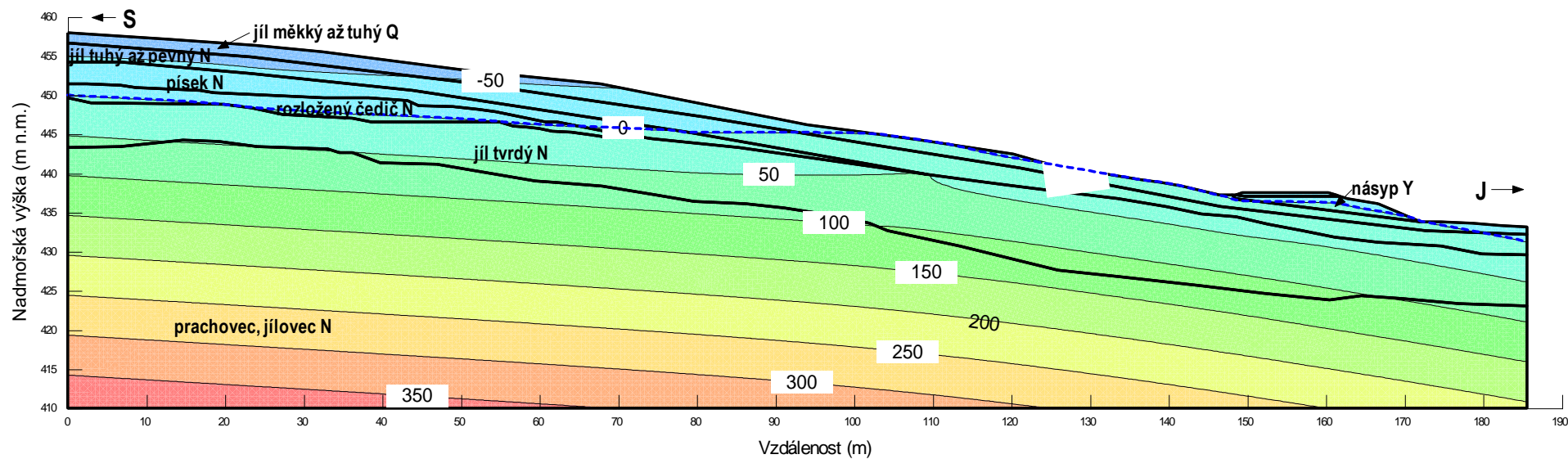
jíl tvrdý N	20 kN/m ³	20 kPa	20 °
písek N	19 kN/m ³	0 kPa	35 °
rozložený čedič N	20,5 kN/m ³	0 kPa	38 °
štěrkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
prachovec, jílovec N	20,5 kN/m ³	40 kPa	25 °
násyp Y	19 kN/m ³	5 kPa	25 °
jíl tuhý až pevný N	19 kN/m ³	12 kPa	19 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °



Hájek - Dalovice řez sad A - A'

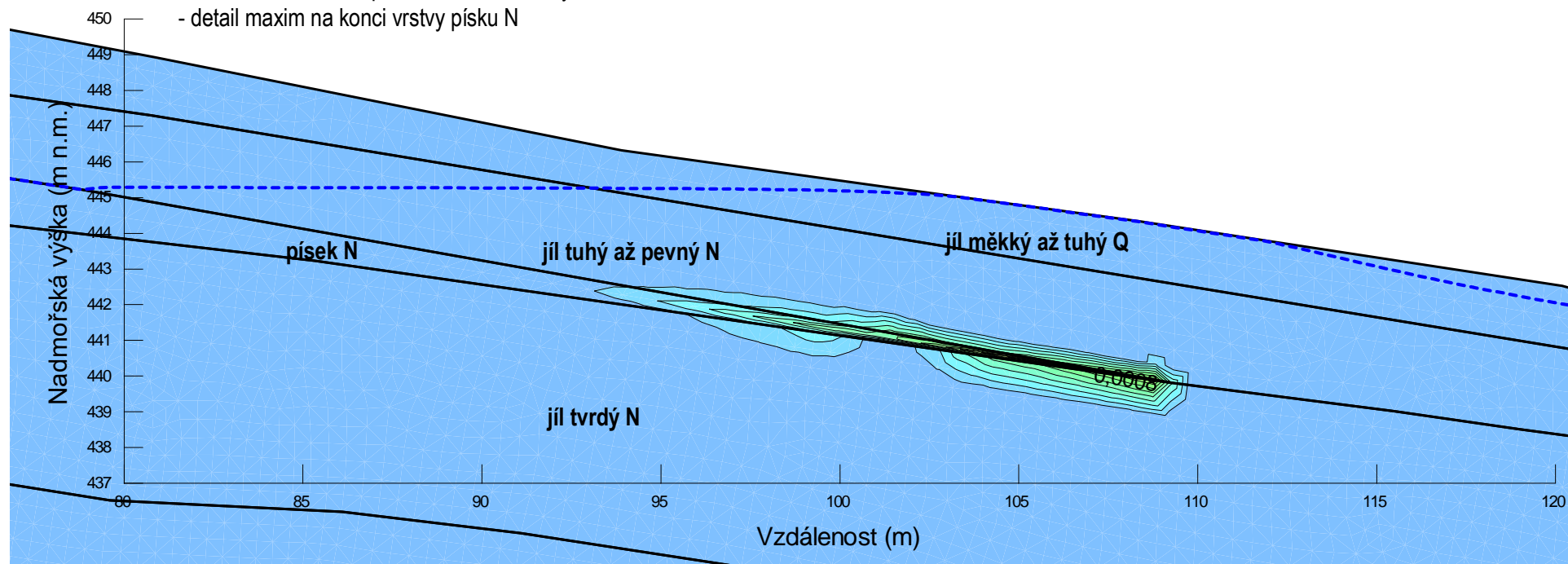
Izolinie pórového tlaku

- současný násyp
- hladina HPV nastoupaná na úroveň vrstvy čediže



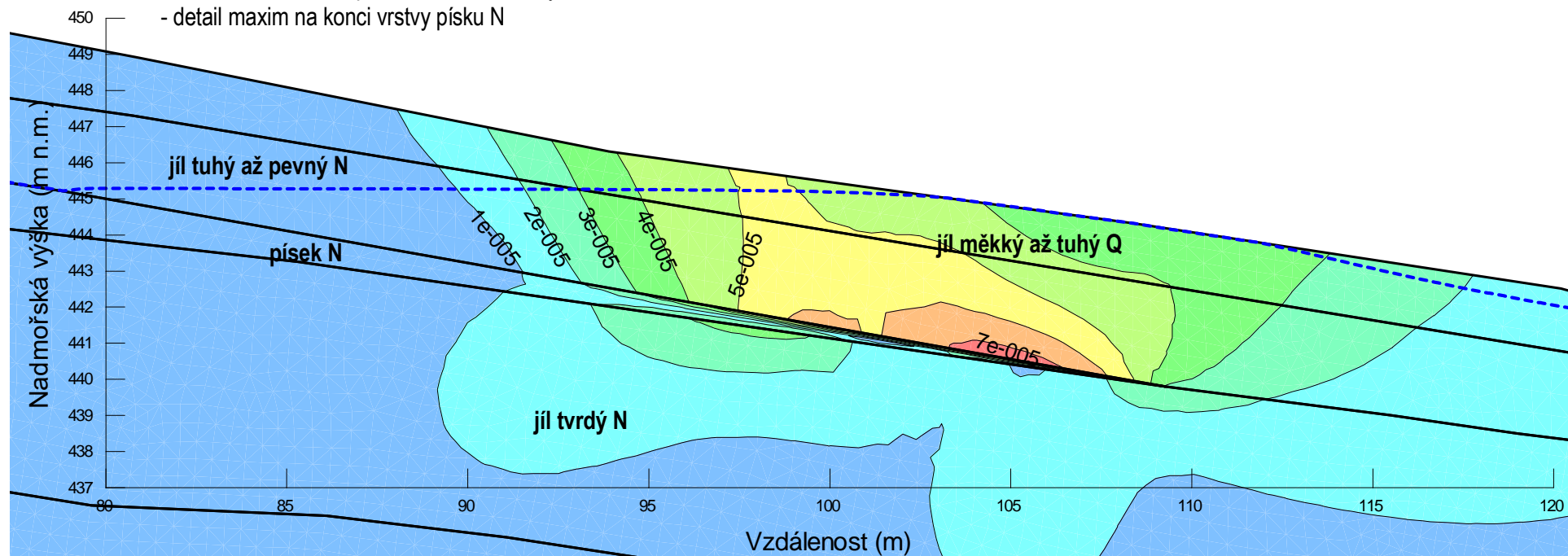
Hájek - Dalovice řez sad A - A'

Izolinie maximálních smykových přetvoření
- hladina HPV nastoupaná na úroveň vrstvy čediže
- detail maxim na konci vrstvy písku N



Hájek - Dalovice řez sad A - A'

Izolinie celkových deformací v m
- hladina HPV nastoupaná na úroveň vrstvy čediže
- detail maxim na konci vrstvy písku N



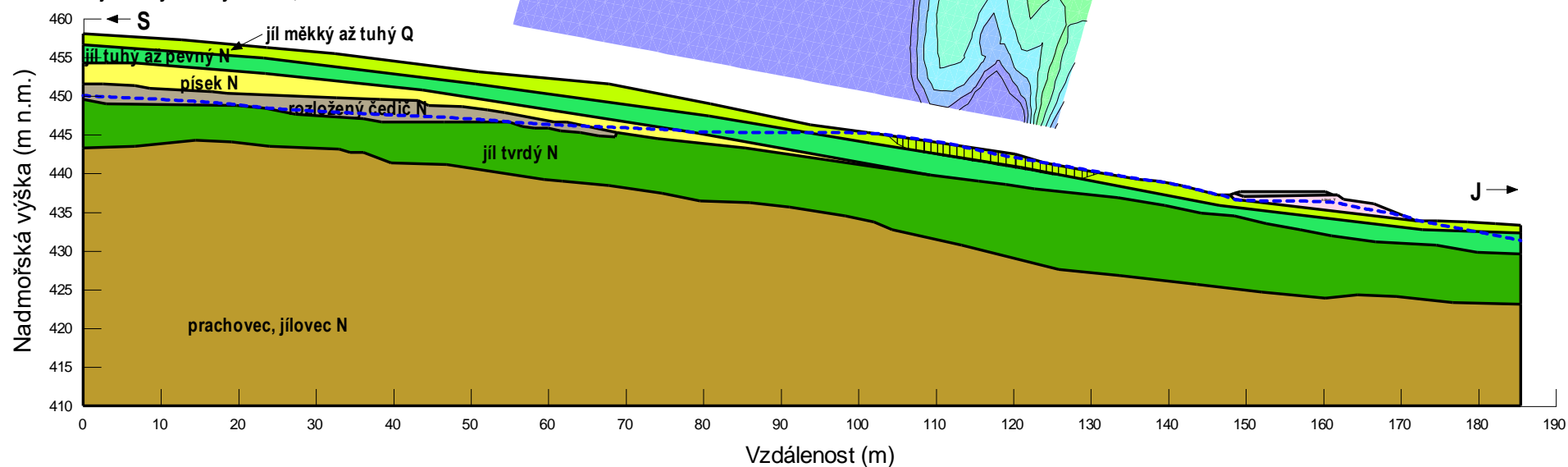
Hájek - Dalovice

řez sad A - A'

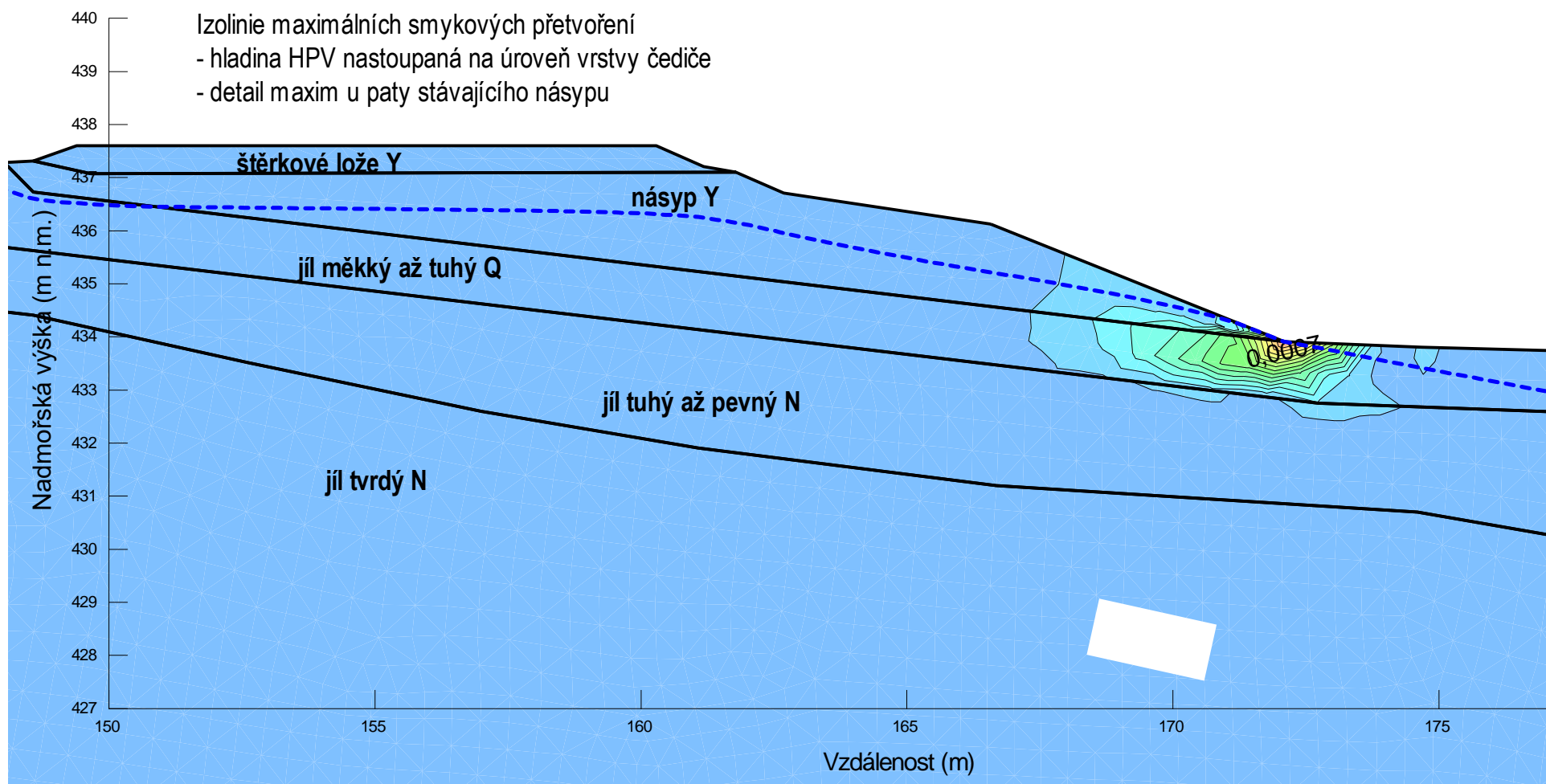
Stabilita svahu v sadu

- hladina HPV nastoupaná na úroveň vrstvy čediče

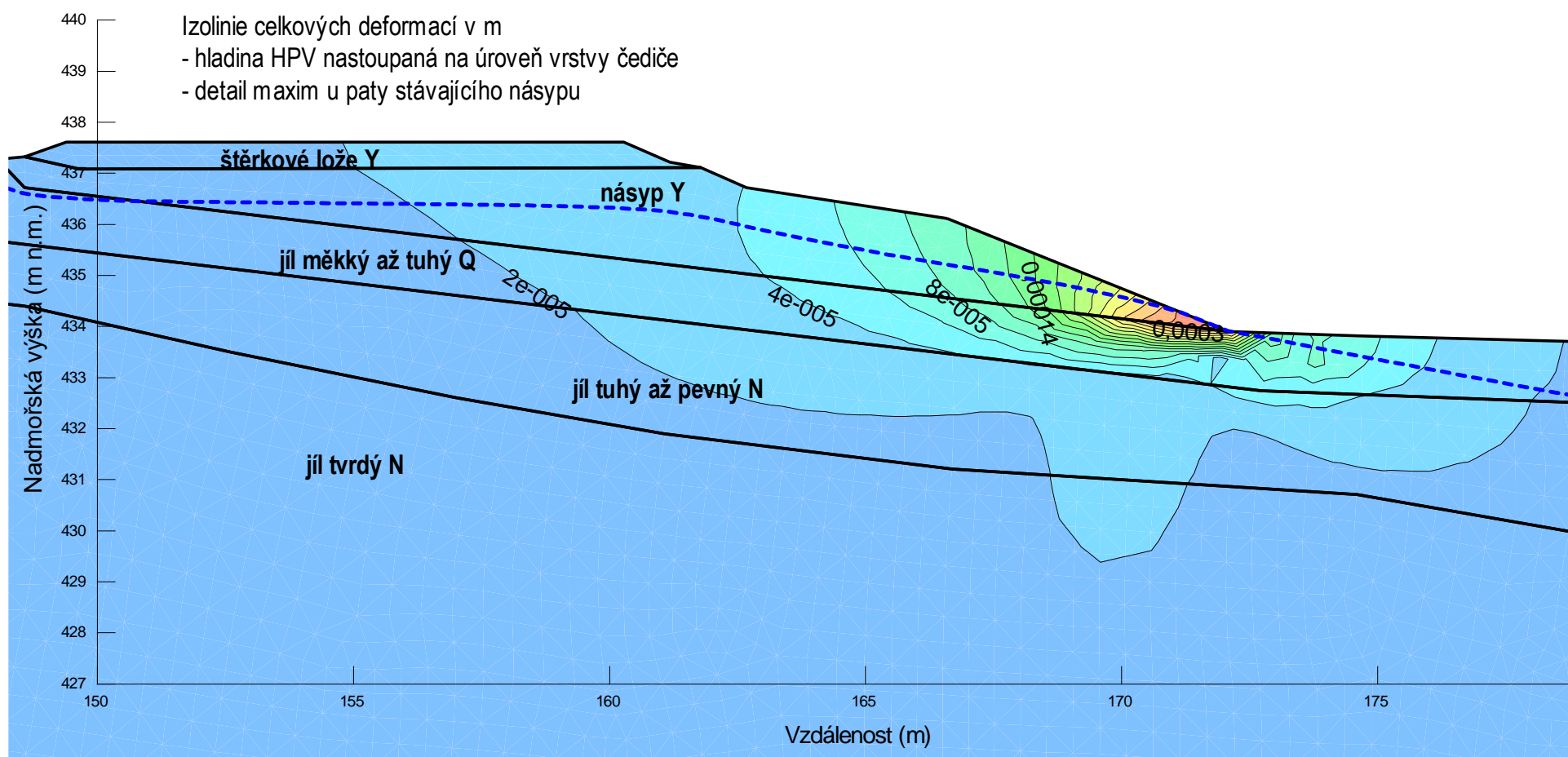
jíl tvrdý N	20 kN/m ³	20 kPa	20 °
písek N	19 kN/m ³	0 kPa	35 °
rozložený čedič N	20,5 kN/m ³	0 kPa	38 °
štěrkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
prachovec, jílovec N	20,5 kN/m ³	40 kPa	25 °
násyp Y	19 kN/m ³	5 kPa	25 °
jíl tuhý až pevný N	19 kN/m ³	12 kPa	19 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °



Hájek - Dalovice řez sad A - A'



Hájek - Dalovice řez sad A - A'



Hájek - Dalovice

řez sad A - A'

Stabilita násypu

- hladina HPV nastoupaná na úroveň vrstvy čediče

jíl tvrdý N 20 kN/m³ 20 kPa 20 °

písek N 19 kN/m³ 0 kPa 35 °

rozložený čedič N 20,5 kN/m³ 0 kPa 38 °

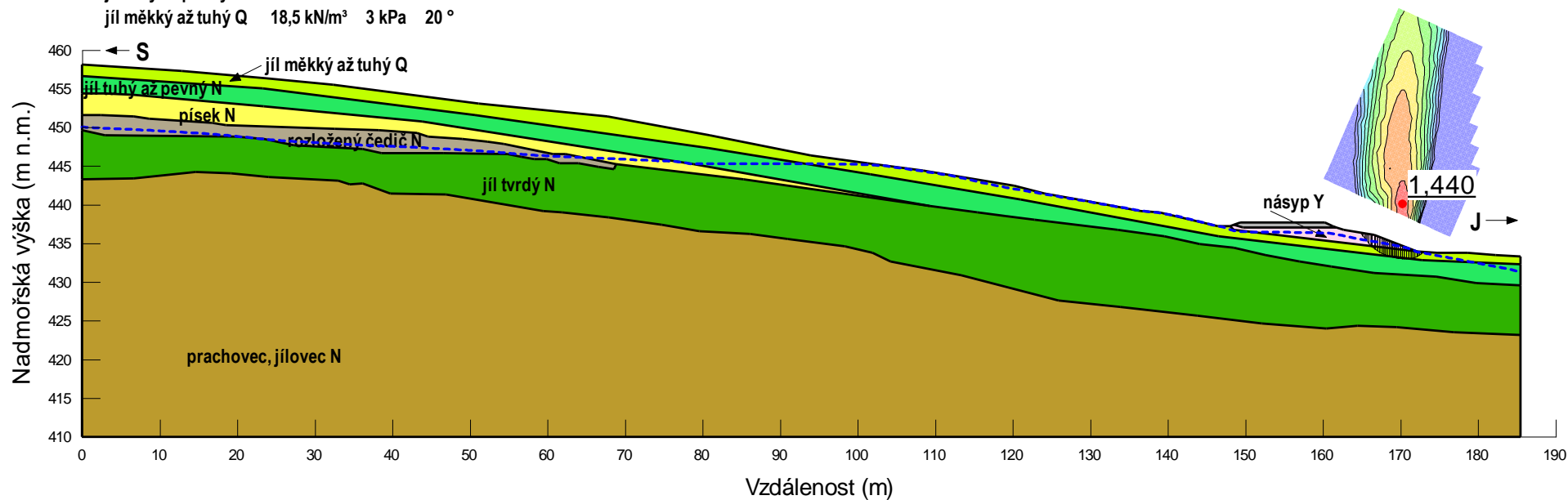
štěrkové lože Y 20 kN/m³ 0 kPa 45 °

prachovec, jílovec N 20,5 kN/m³ 40 kPa 25 °

násyp Y 19 kN/m³ 5 kPa 25 °

jíl tuhý až pevný N 19 kN/m³ 12 kPa 19 °

jíl měkký až tuhý Q 18,5 kN/m³ 3 kPa 20 °

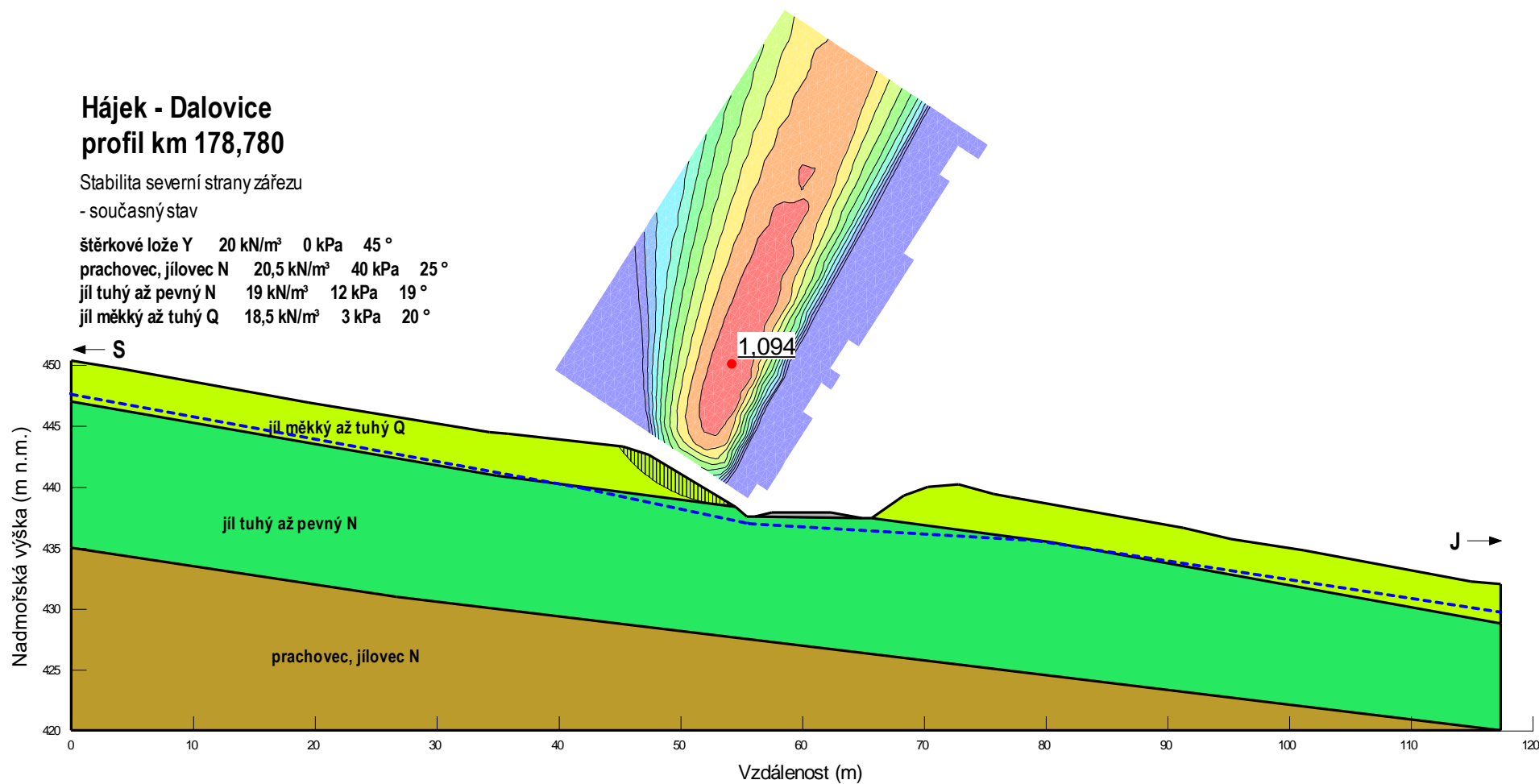


6.4 Výsledky v profilu km 178,780

Hájek - Dalovice profil km 178,780

Stabilita severní strany zářezu
- současný stav

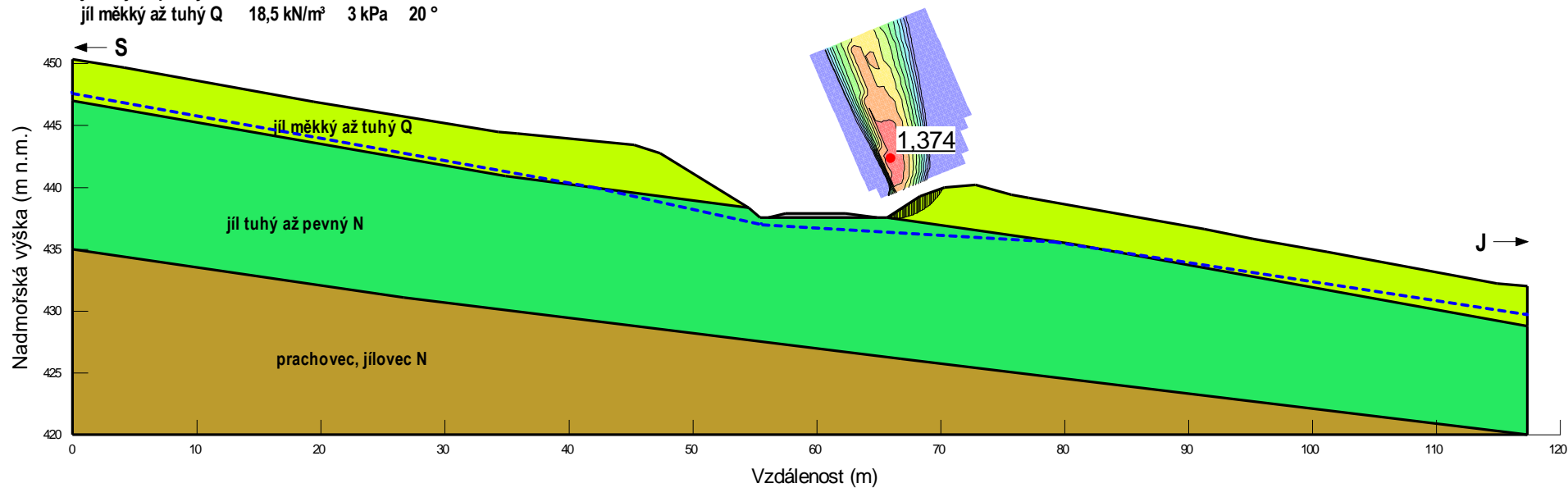
štěrkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
prachovec, jílovec N	20,5 kN/m ³	40 kPa	25 °
jíl tuhý až pevný N	19 kN/m ³	12 kPa	19 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °



Hájek - Dalovice profil km 178,780

Stabilita jižní strany zářezu
- současný stav

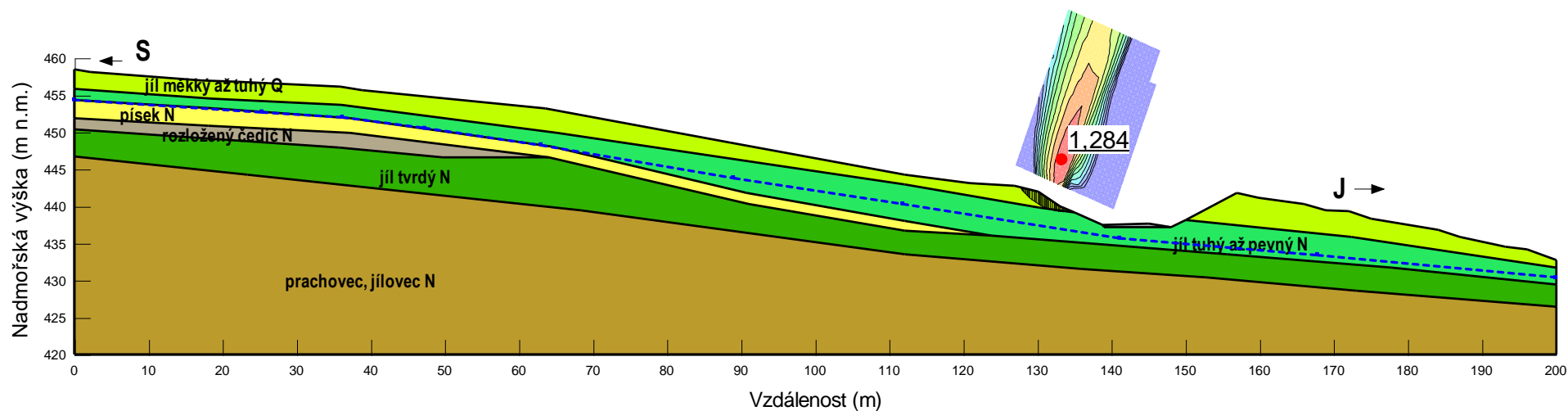
štěrkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
prachovec, jílovec N	20,5 kN/m ³	40 kPa	25 °
jíl tuhý až pevný N	19 kN/m ³	12 kPa	19 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °



6.5 Výsledky v řezu sad B-B'

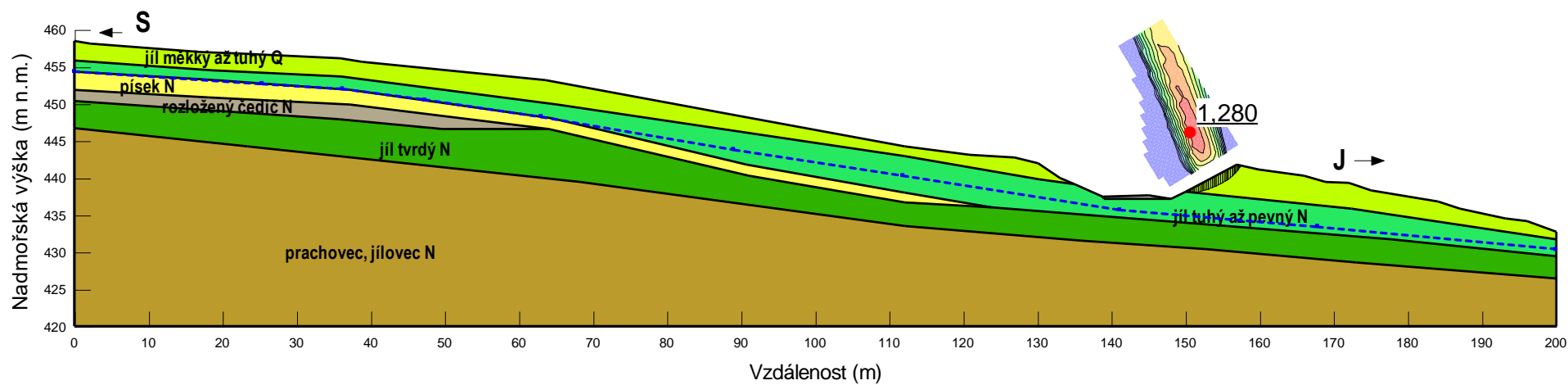
Hájek - Dalovice řez sad B - B'

Stabilita severní strany zářezu
- současná stav



Hájek - Dalovice řez sad B - B'

Stabilita jižní strany zářezu
- současná stav



Hájek - Dalovice

řez sad B - B'

Stabilita svahu v sadu

- současný stav

jíl tvrdý N 20 kN/m³ 20 kPa 20 °

písek N 19 kN/m³ 0 kPa 35 °

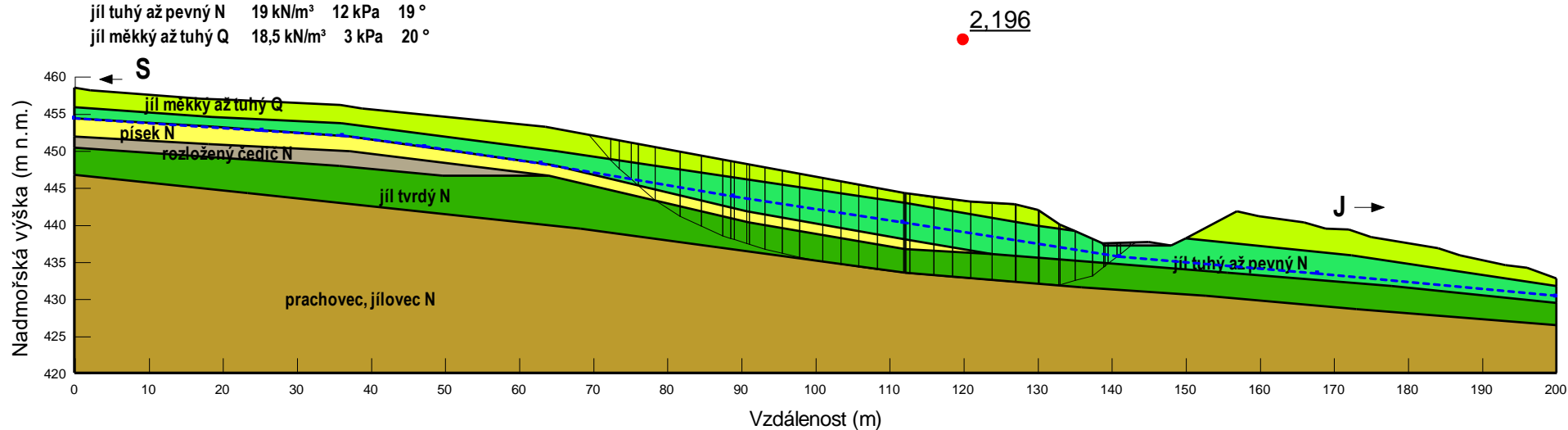
rozložený čedič N 20,5 kN/m³ 0 kPa 38 °

štěrkové lože Y 20 kN/m³ 0 kPa 45 °

prachovec, jílovec N 20,5 kN/m³ 40 kPa 25 °

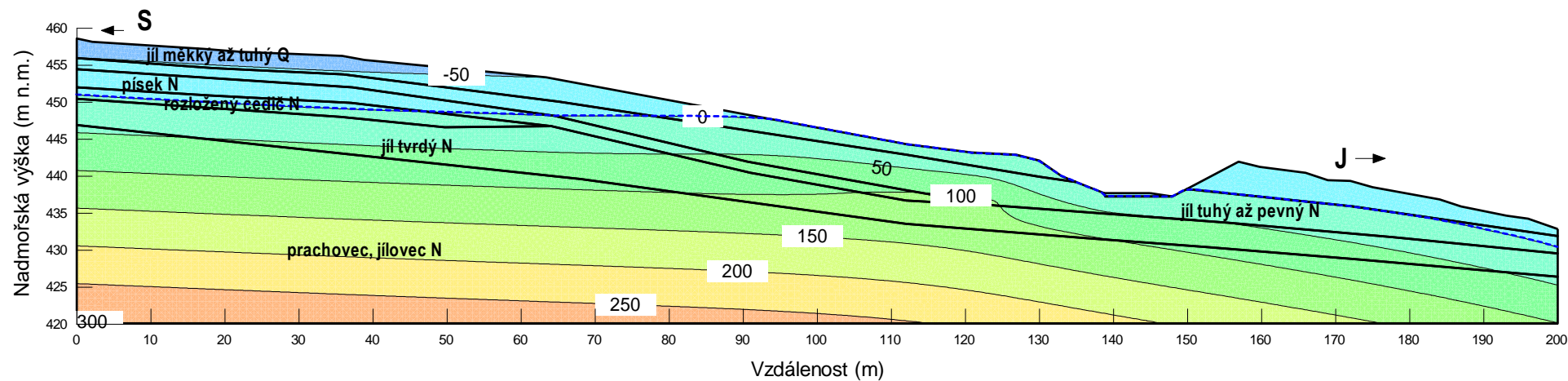
jíl tuhý až pevný N 19 kN/m³ 12 kPa 19 °

jíl měkký až tuhý Q 18,5 kN/m³ 3 kPa 20 °

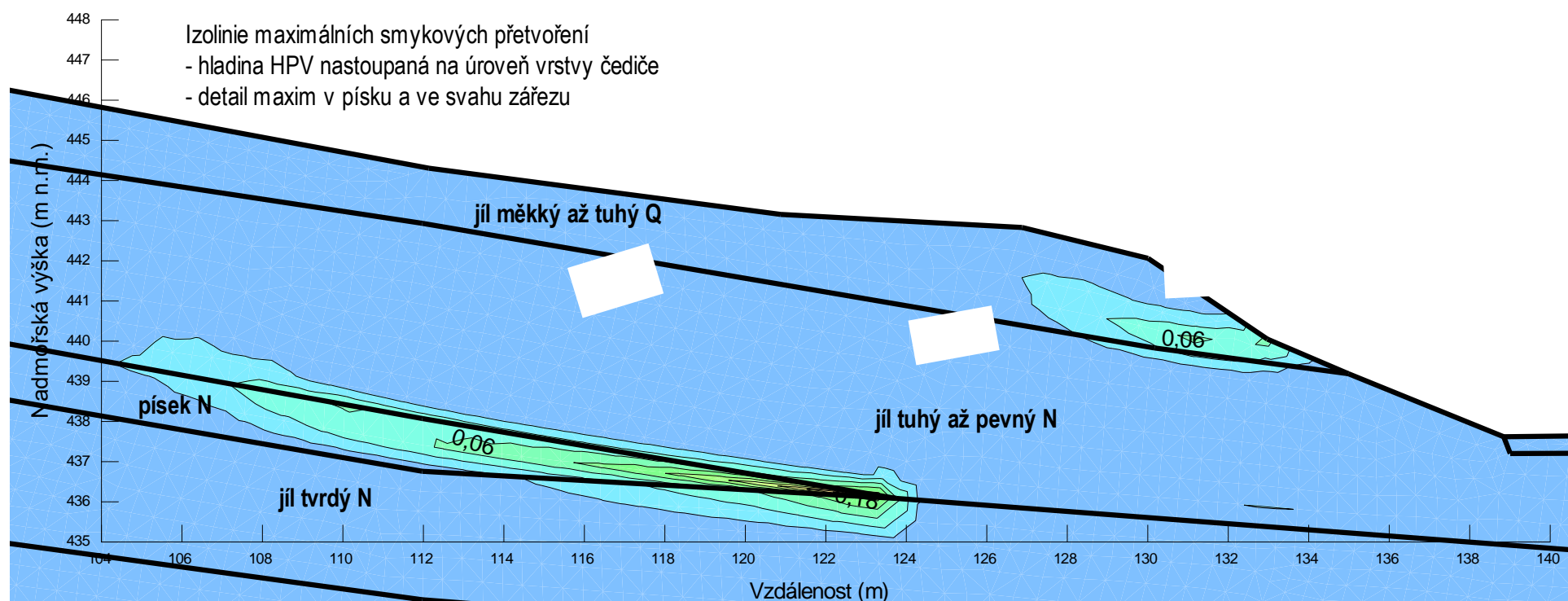


Hájek - Dalovice řez sad B - B'

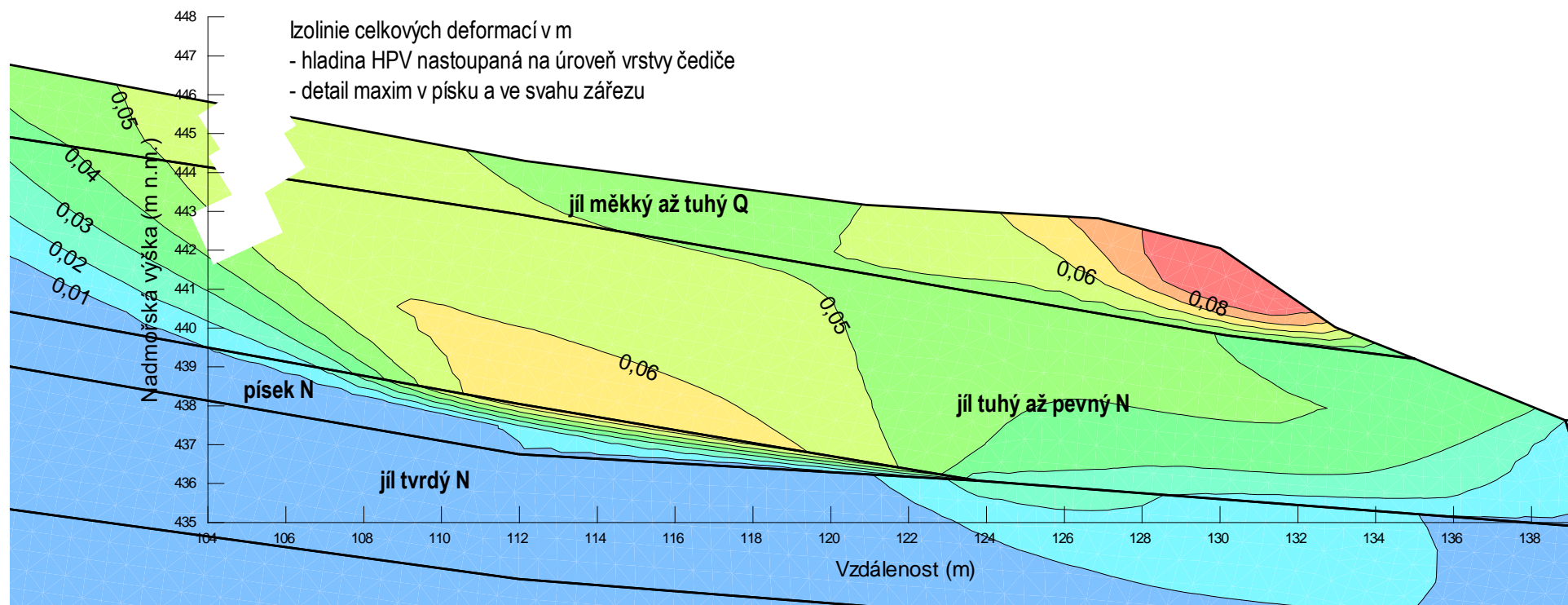
Izolinie pórového tlaku
- hladina HPV nastoupaná na úroveň vrstvy čediže



Hájek - Dalovice řez sad B - B'



Hájek - Dalovice řez sad B - B'



Hájek - Dalovice

řez sad B - B'

Stabilita svahu v sadu

- hladina HPV nastoupaná na úroveň vrstvy čediče

jíl tvrdý N 20 kN/m³ 20 kPa 20 °

písek N 19 kN/m³ 0 kPa 35 °

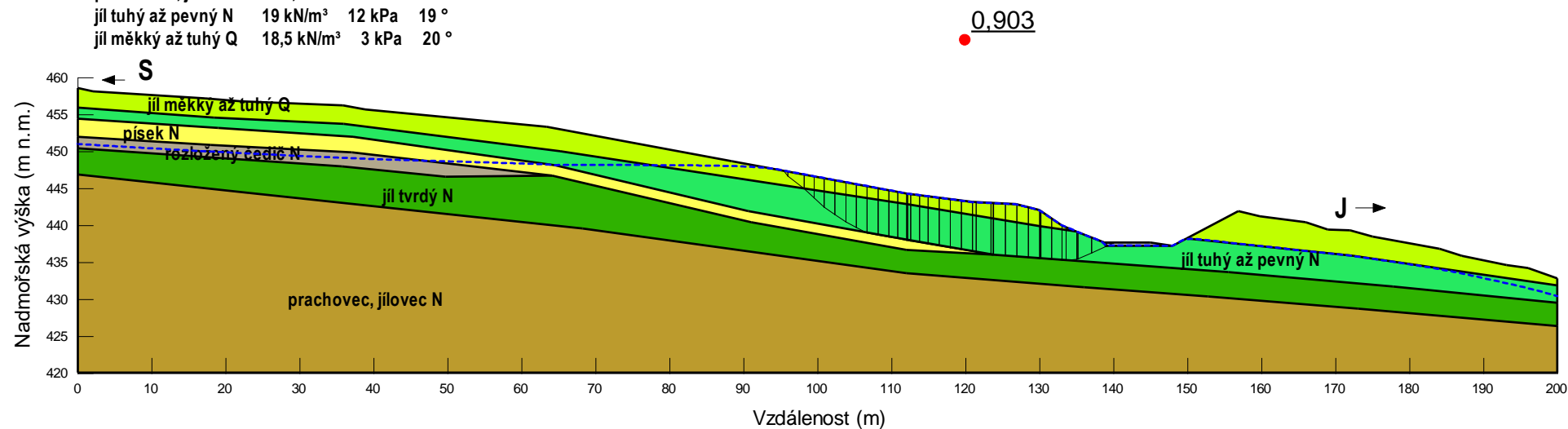
rozložený čedič N 20,5 kN/m³ 0 kPa 38 °

štěrkové lože Y 20 kN/m³ 0 kPa 45 °

prachovec, jílovec N 20,5 kN/m³ 40 kPa 25 °

jíl tuhý až pevný N 19 kN/m³ 12 kPa 19 °

jíl měkký až tuhý Q 18,5 kN/m³ 3 kPa 20 °



Hájek - Dalovice

řez sad B - B'

Stabilita severní strany zářezu

- hladina HPV nastoupaná na úroveň vrstvy čediče

jíl tvrdý N 20 kN/m³ 20 kPa 20 °

písek N 19 kN/m³ 0 kPa 35 °

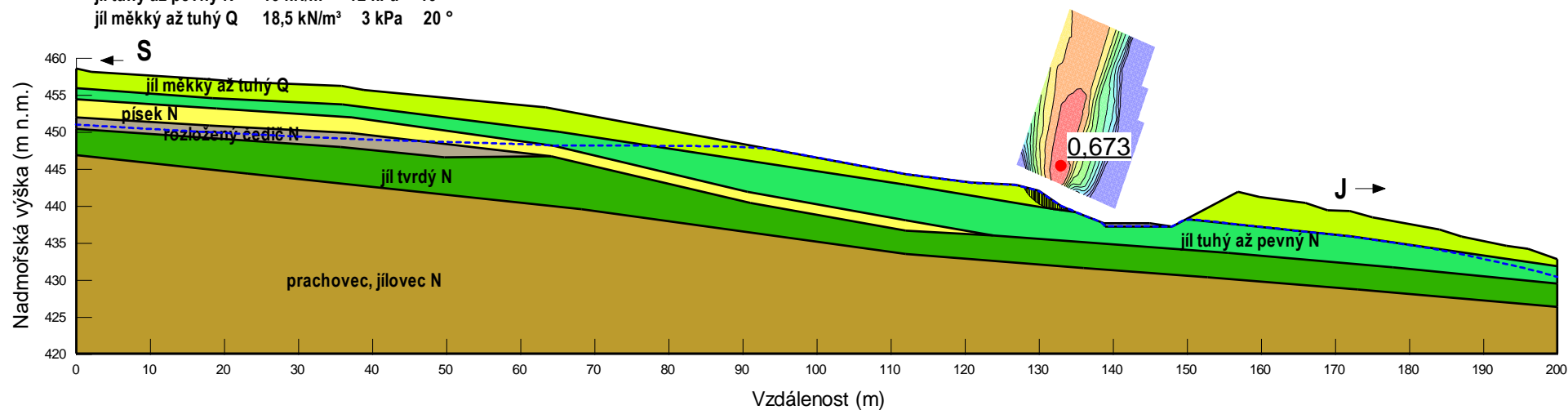
rozložený čedič N 20,5 kN/m³ 0 kPa 38 °

štěrkové lože Y 20 kN/m³ 0 kPa 45 °

prachovec, jílovec N 20,5 kN/m³ 40 kPa 25 °

jíl tuhý až pevný N 19 kN/m³ 12 kPa 19 °

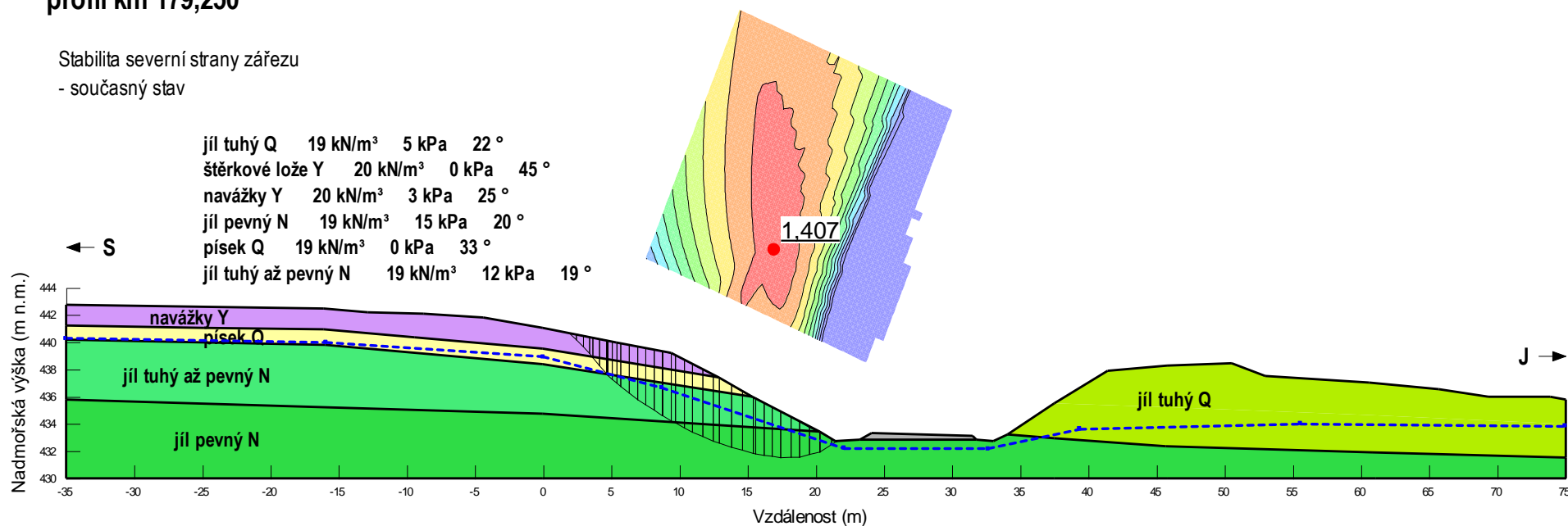
jíl měkký až tuhý Q 18,5 kN/m³ 3 kPa 20 °



6.6 Výsledky v profilu km 179,250

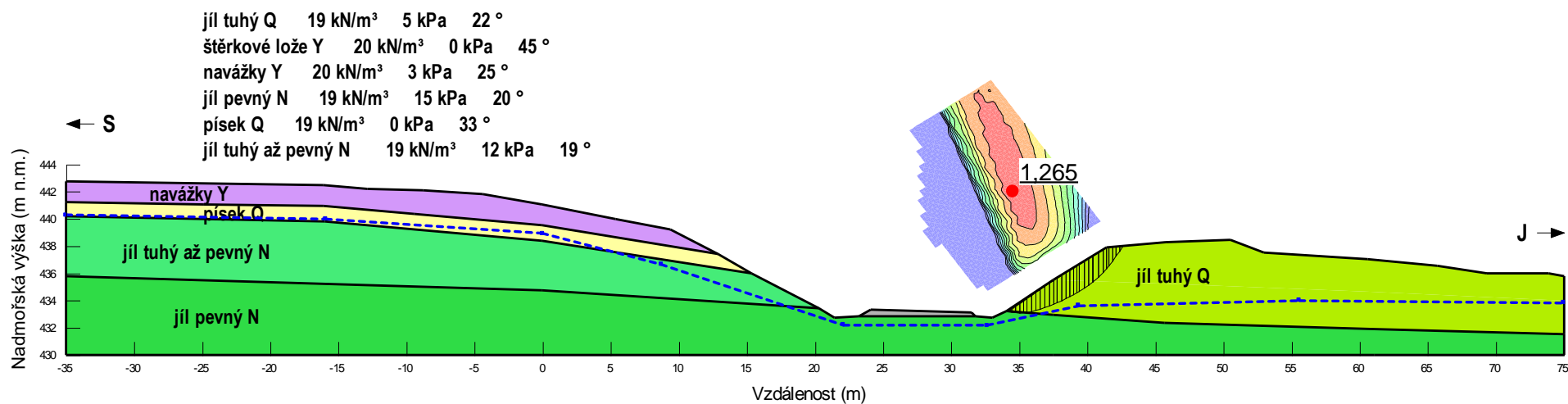
Hájek-Dalovice profil km 179,250

Stabilita severní strany zářezu
- současný stav



Hájek-Dalovice profil km 179,250

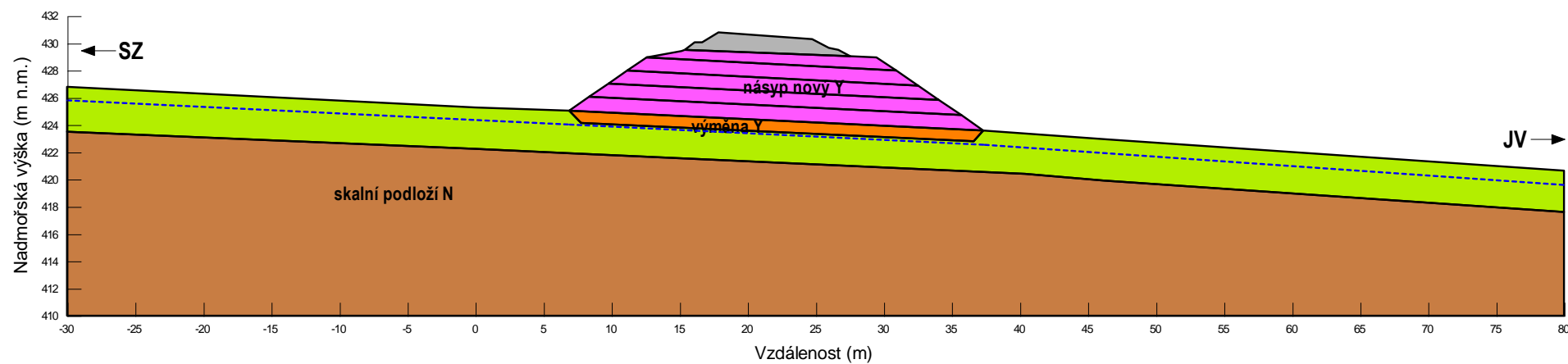
Stabilita jižní strany zářezu
- současný stav



6.7 Výsledky v profilu km 179,550

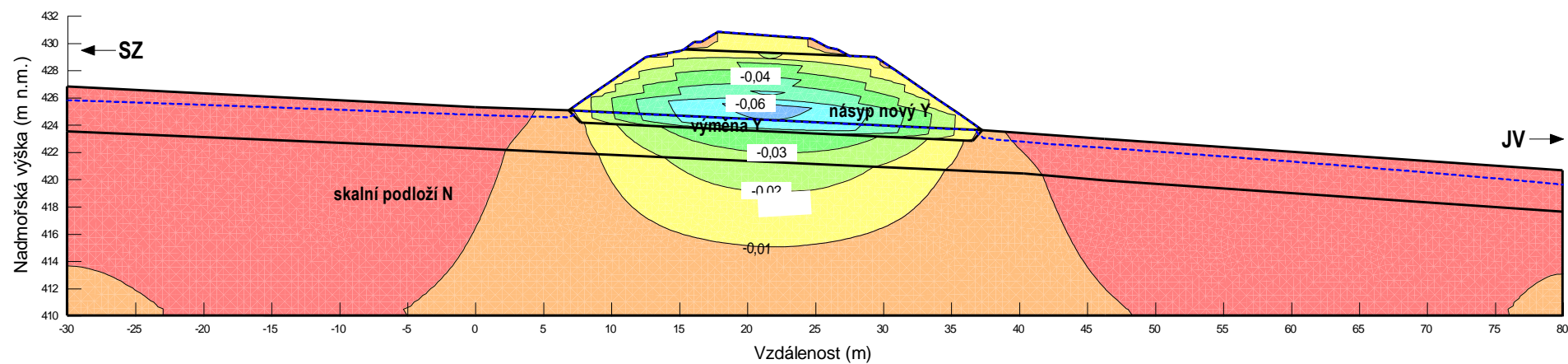
Hájek - Dalovice
profil km 179,550

výpočetní profil



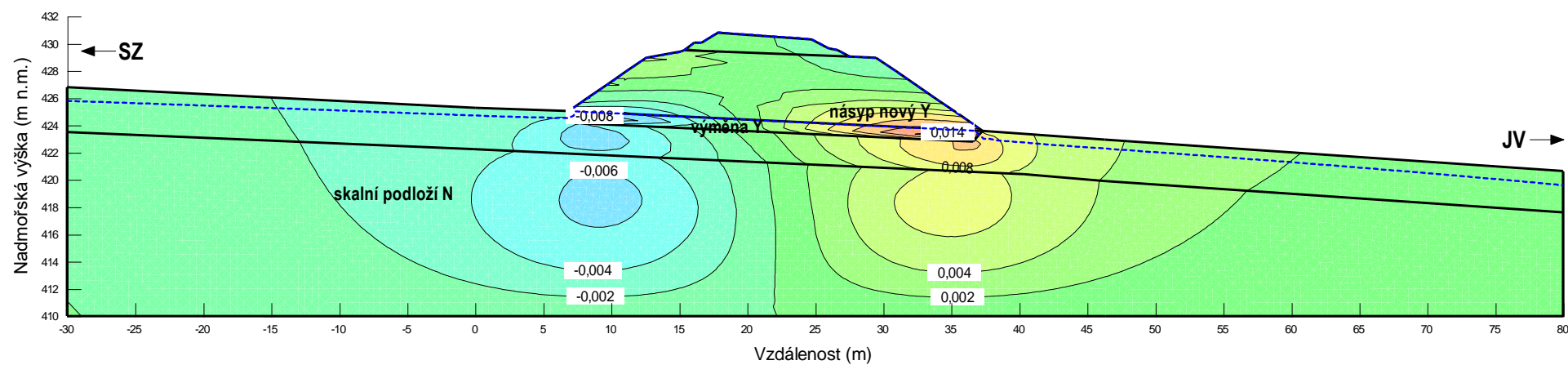
Hájek - Dalovice
profil km 179,550

Izolinie konečných svislých deformací



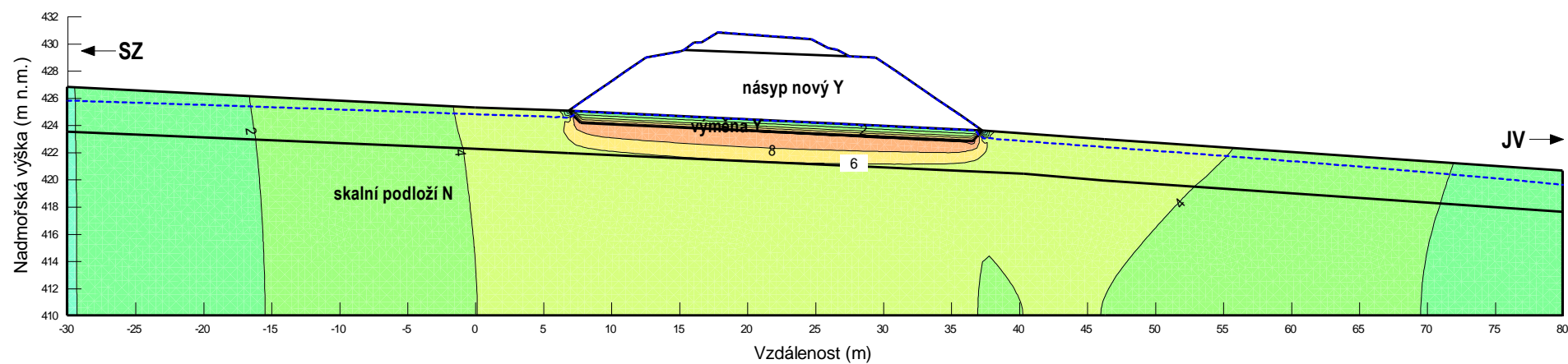
Hájek - Dalovice
profil km 179,550

Izolinie konečných vodorovných deformací

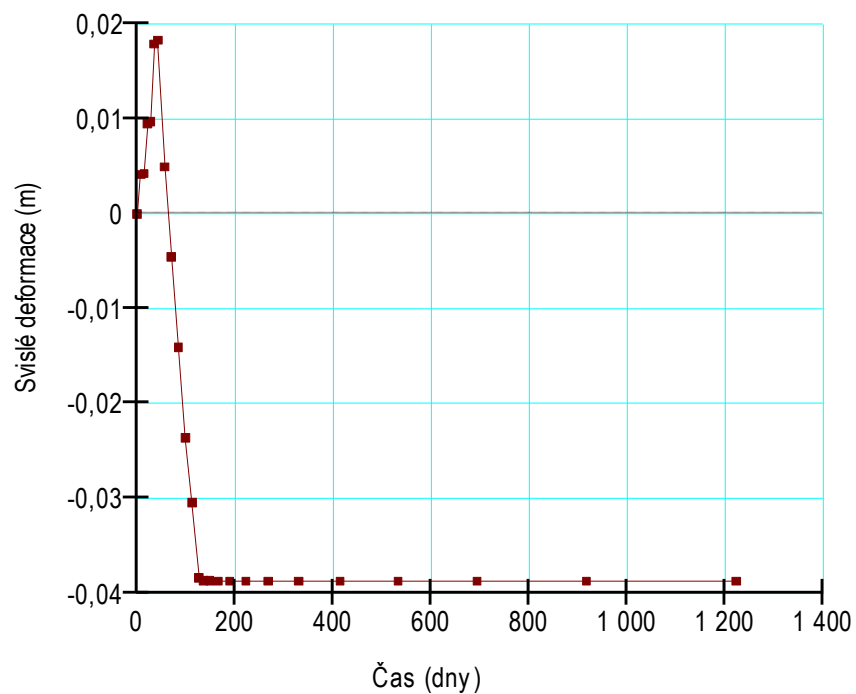


Hájek - Dalovice
profil km 179,550

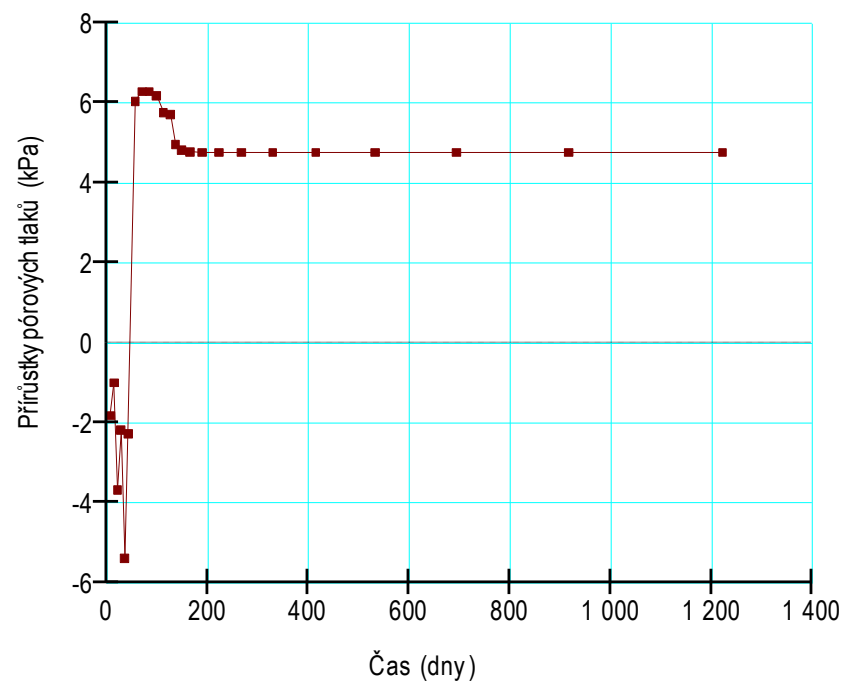
Izolinie přírůstků pórových tlaků těsně po dostavbě násypu



Průběh sedání v čase v ose násypu v úrovni
základové spáry



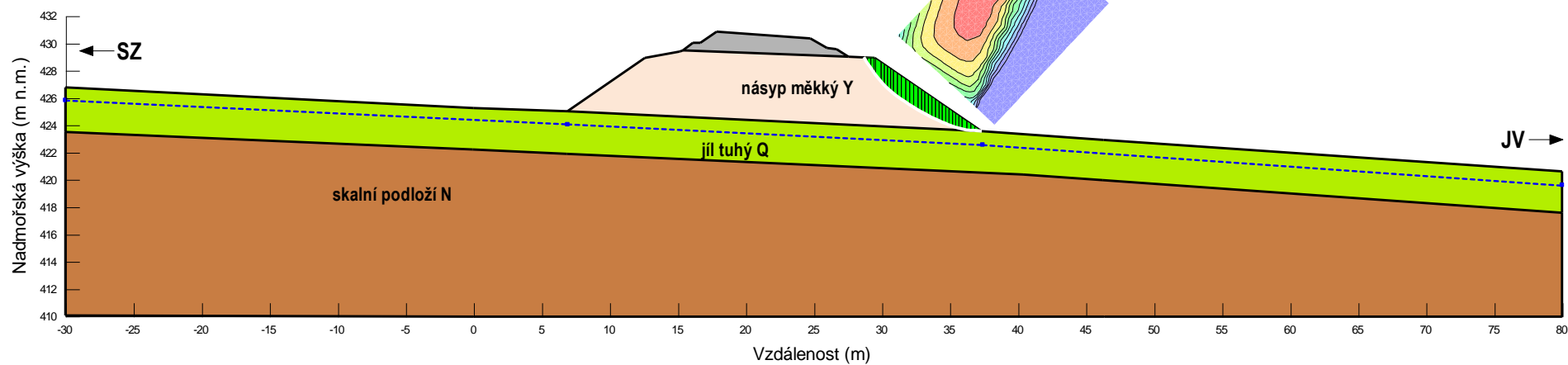
Průběh přírůstků pórových tlaků v čase cca 5m pod
terénem



**Hájek - Dalovice
profil km 179,550**

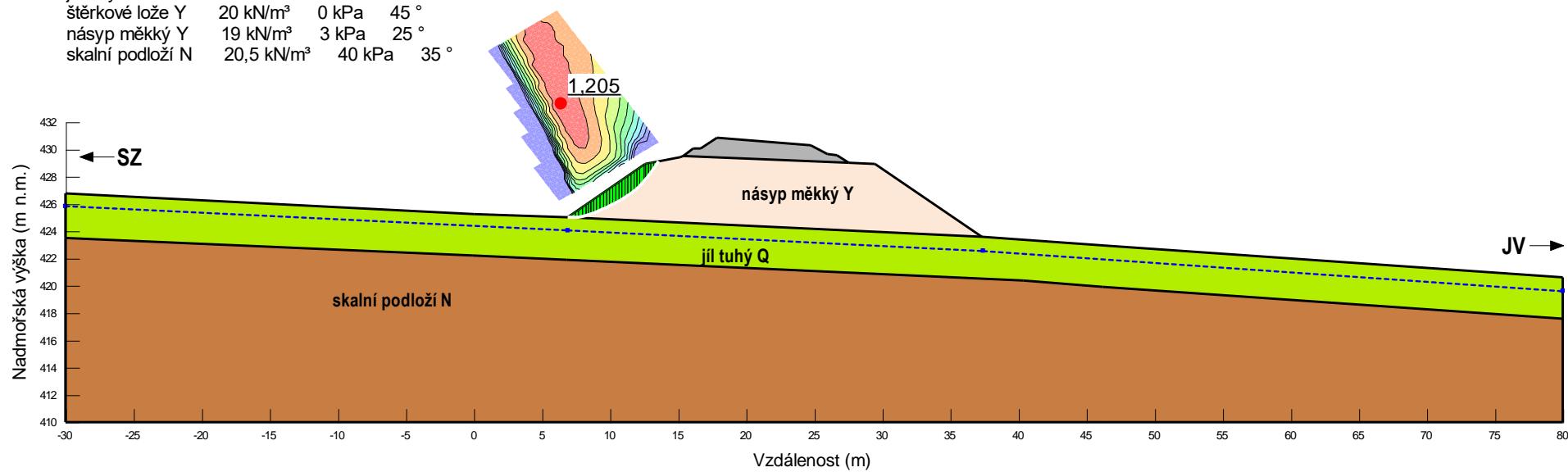
stabilita stávajícího stavu, jižní strana

jíl tuhý Q	19 kN/m ³	5 kPa	22 °
šterkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
násyp měkký Y	19 kN/m ³	3 kPa	25 °
skalní podloží N	20,5 kN/m ³	40 kPa	35 °



Hájek - Dalovice
profil km 179,550
stabilita stávajícího stavu, severní strana

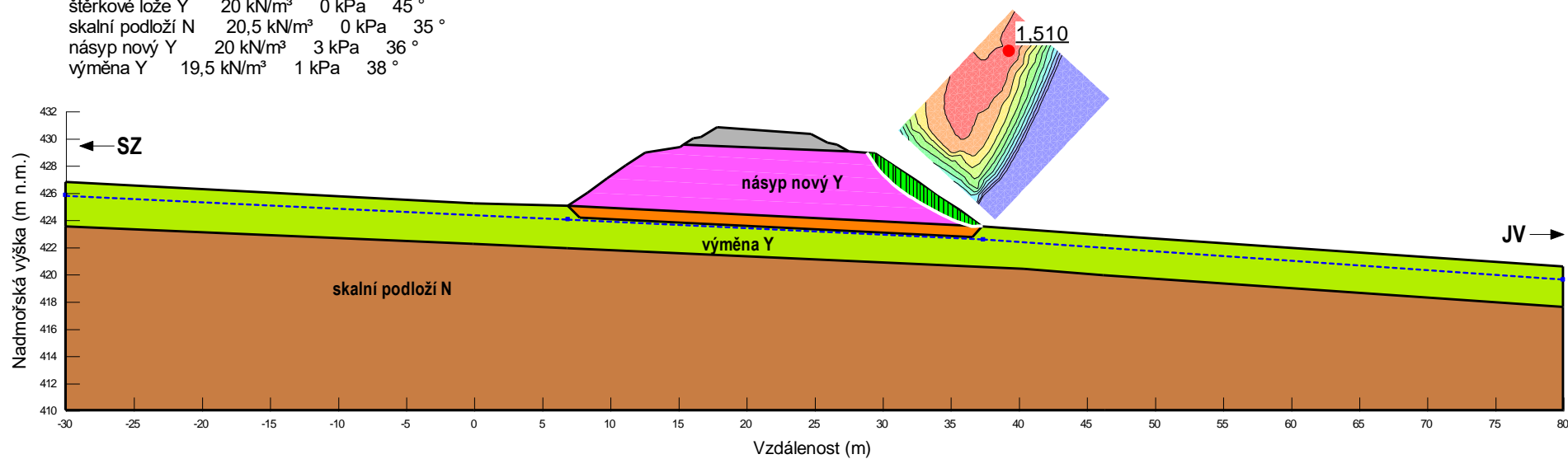
jíl tuhý Q	19 kN/m ³	5 kPa	22 °
šterkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
násyp měkký Y	19 kN/m ³	3 kPa	25 °
skalní podloží N	20,5 kN/m ³	40 kPa	35 °



**Hájek - Dalovice
profil km 179,550**

stabilita nového násypu, jižní strana

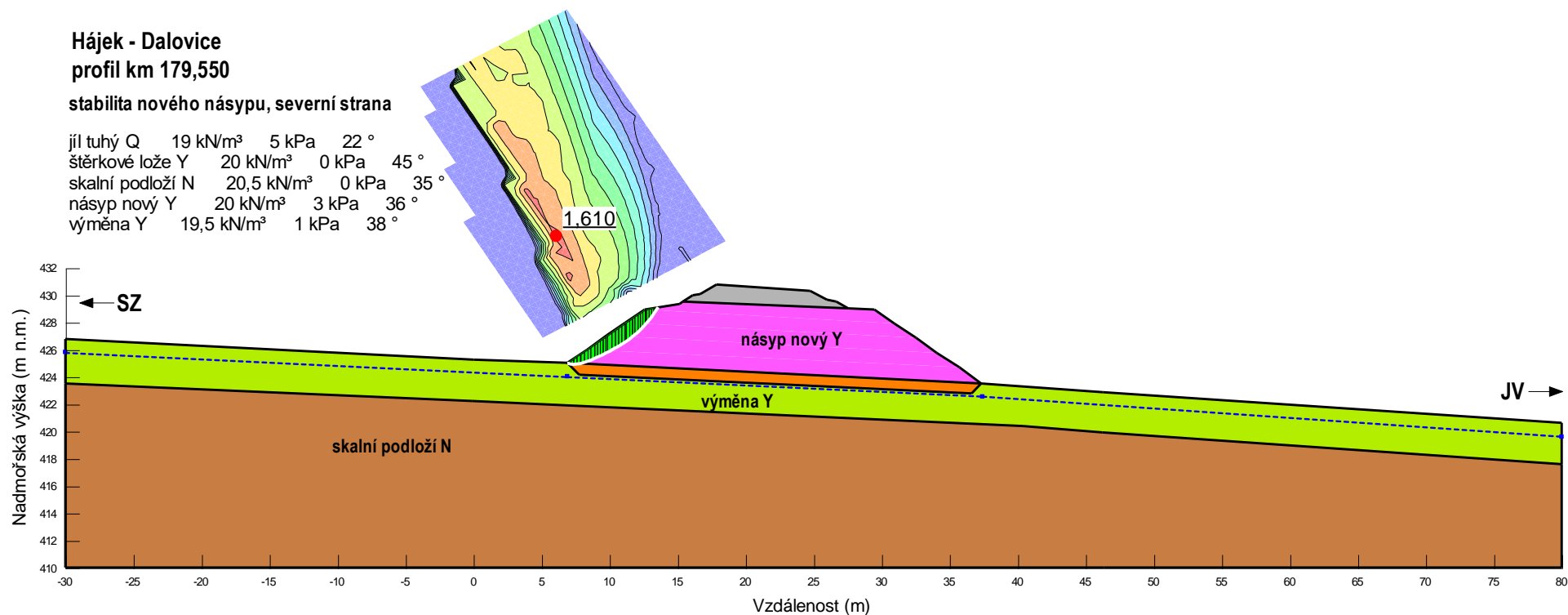
jíl tuhý Q	19 kN/m ³	5 kPa	22 °
štěrkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
skalní podloží N	20,5 kN/m ³	0 kPa	35 °
násyp nový Y	20 kN/m ³	3 kPa	36 °
výměna Y	19,5 kN/m ³	1 kPa	38 °



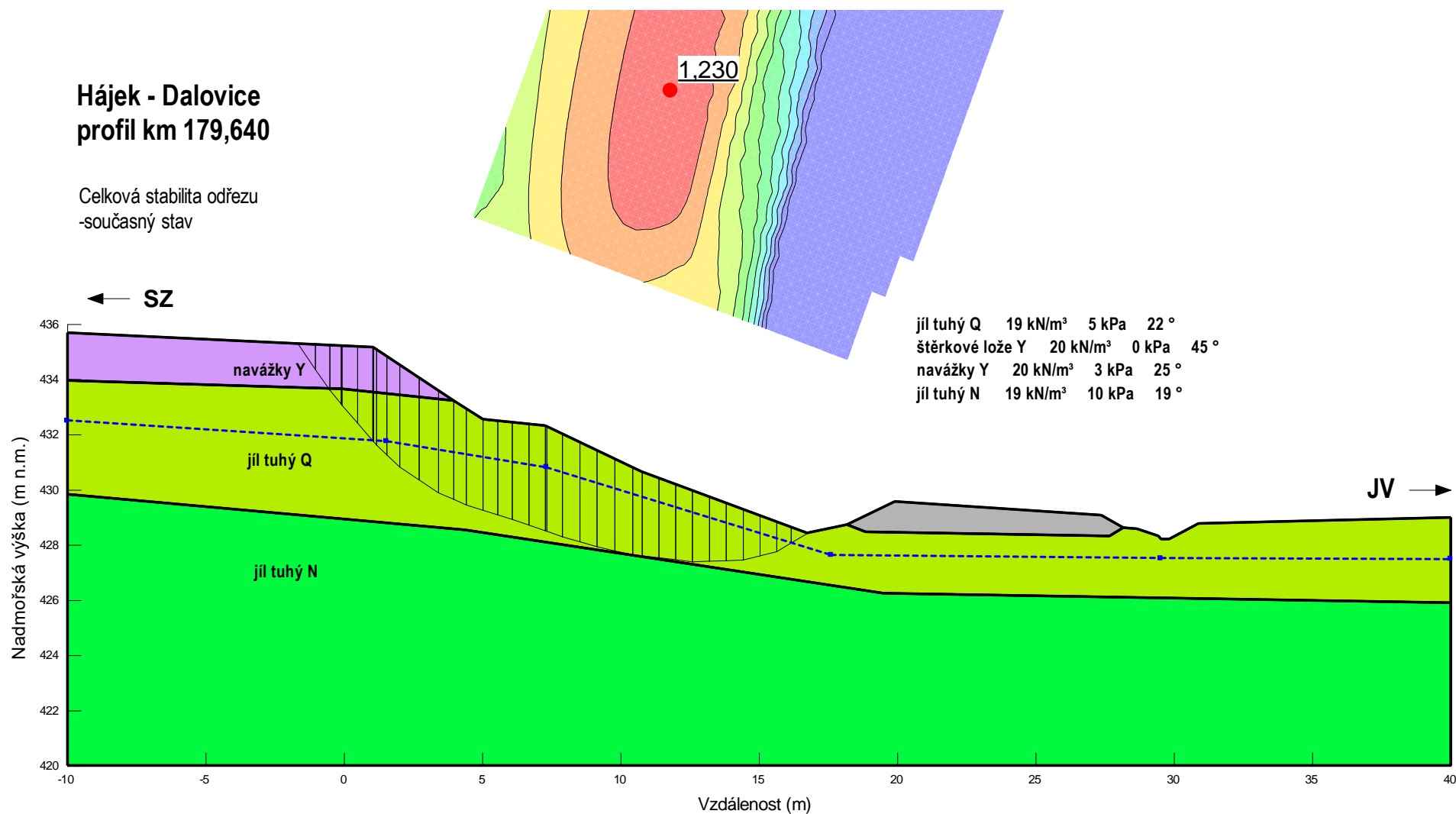
**Hájek - Dalovice
profil km 179,550**

stabilita nového násypu, severní strana

jíl tuhý Q	19 kN/m ³	5 kPa	22 °
štěrkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
skalní podloží N	20,5 kN/m ³	0 kPa	35 °
násyp nový Y	20 kN/m ³	3 kPa	36 °
výměna Y	19,5 kN/m ³	1 kPa	38 °

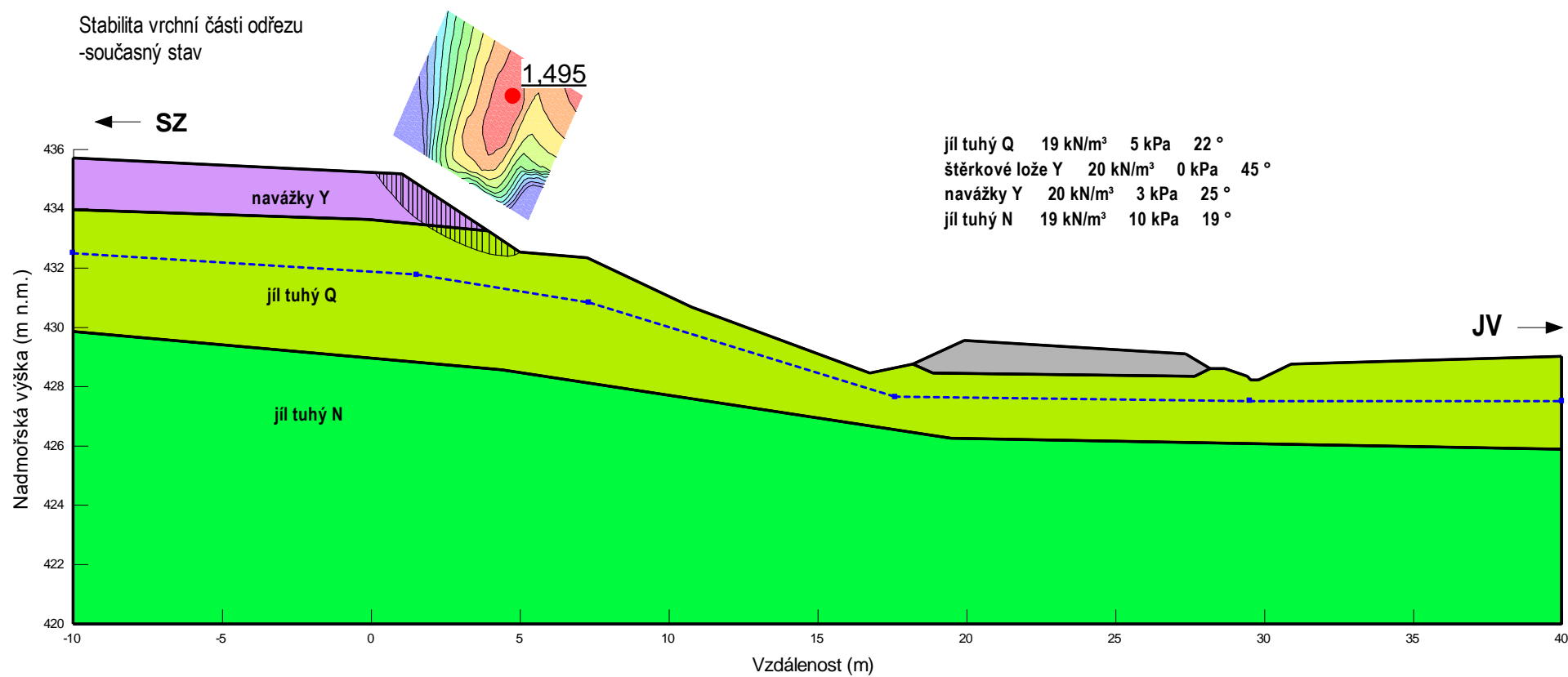


6.8 Výsledky v profilu km 179,640



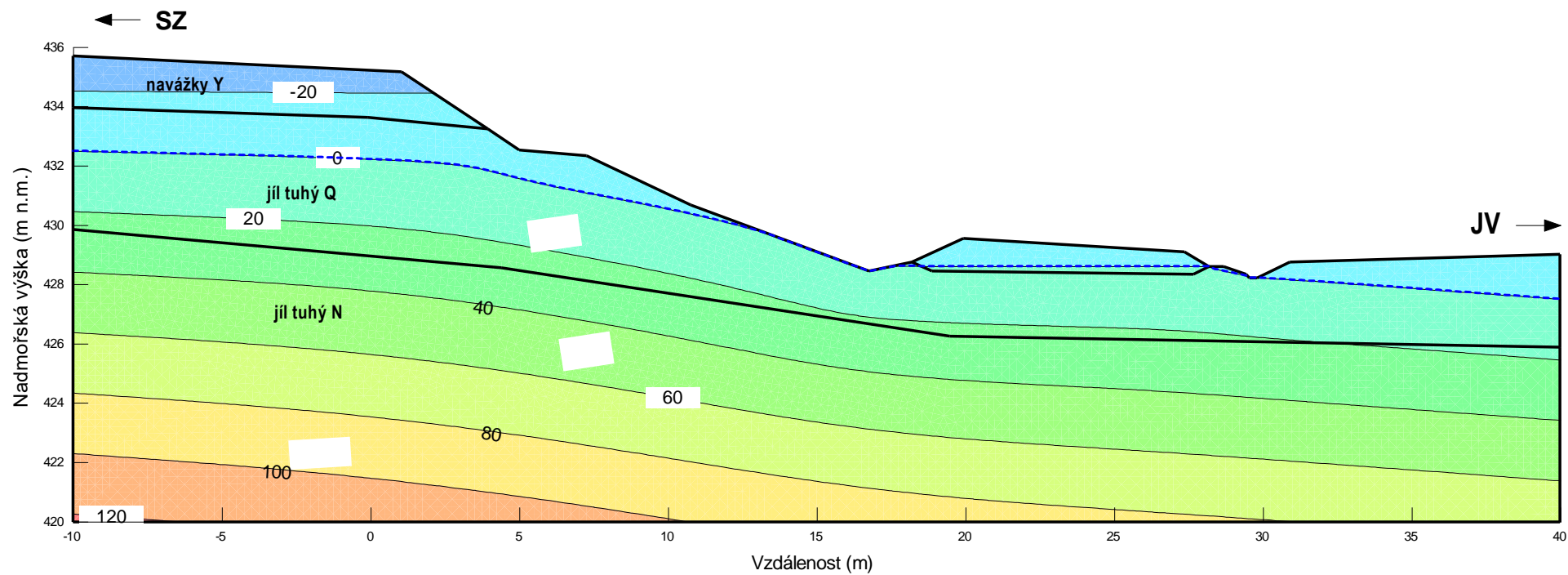
Hájek - Dalovice profil km 179,640

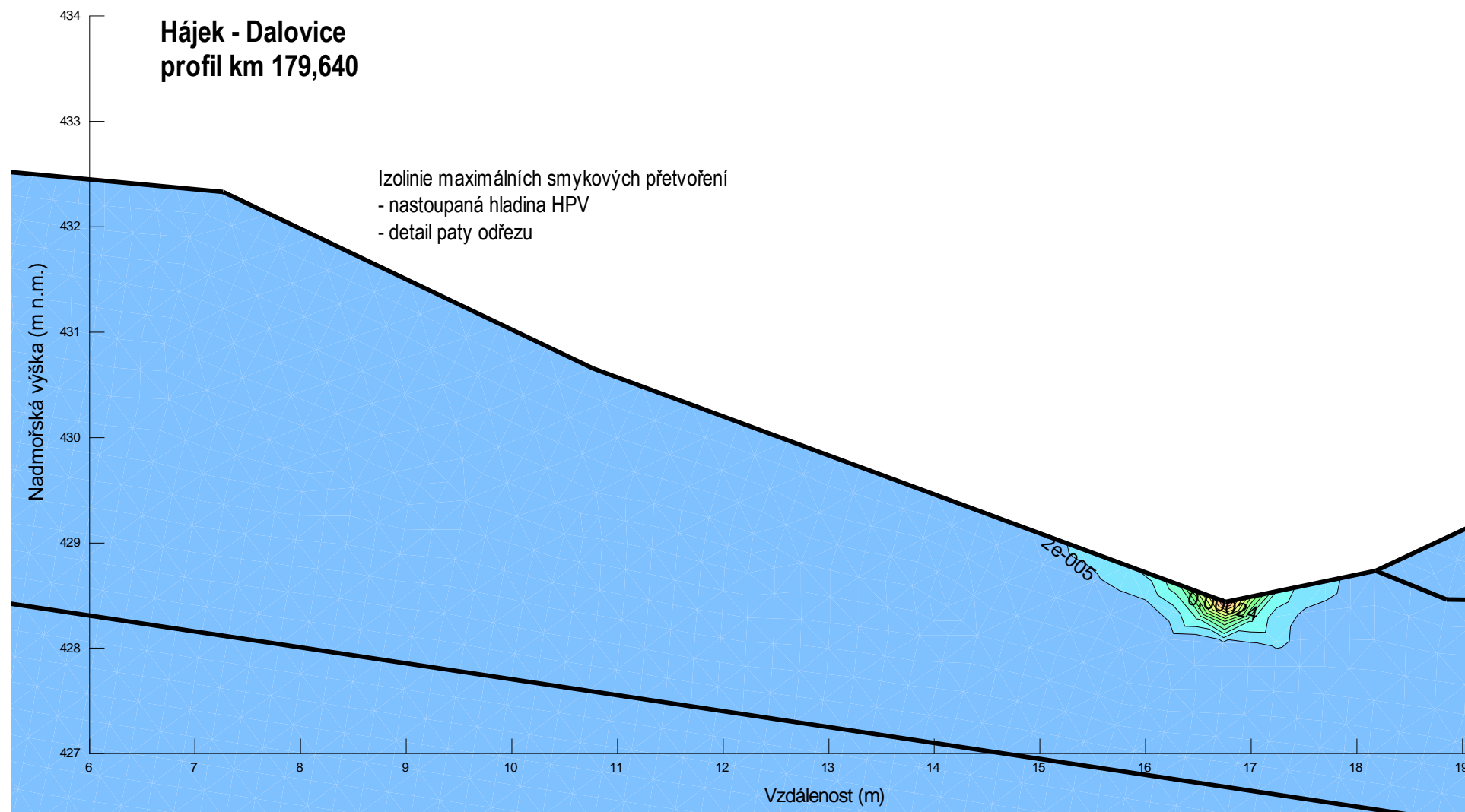
Stabilita vrchní části odřezu
-současný stav

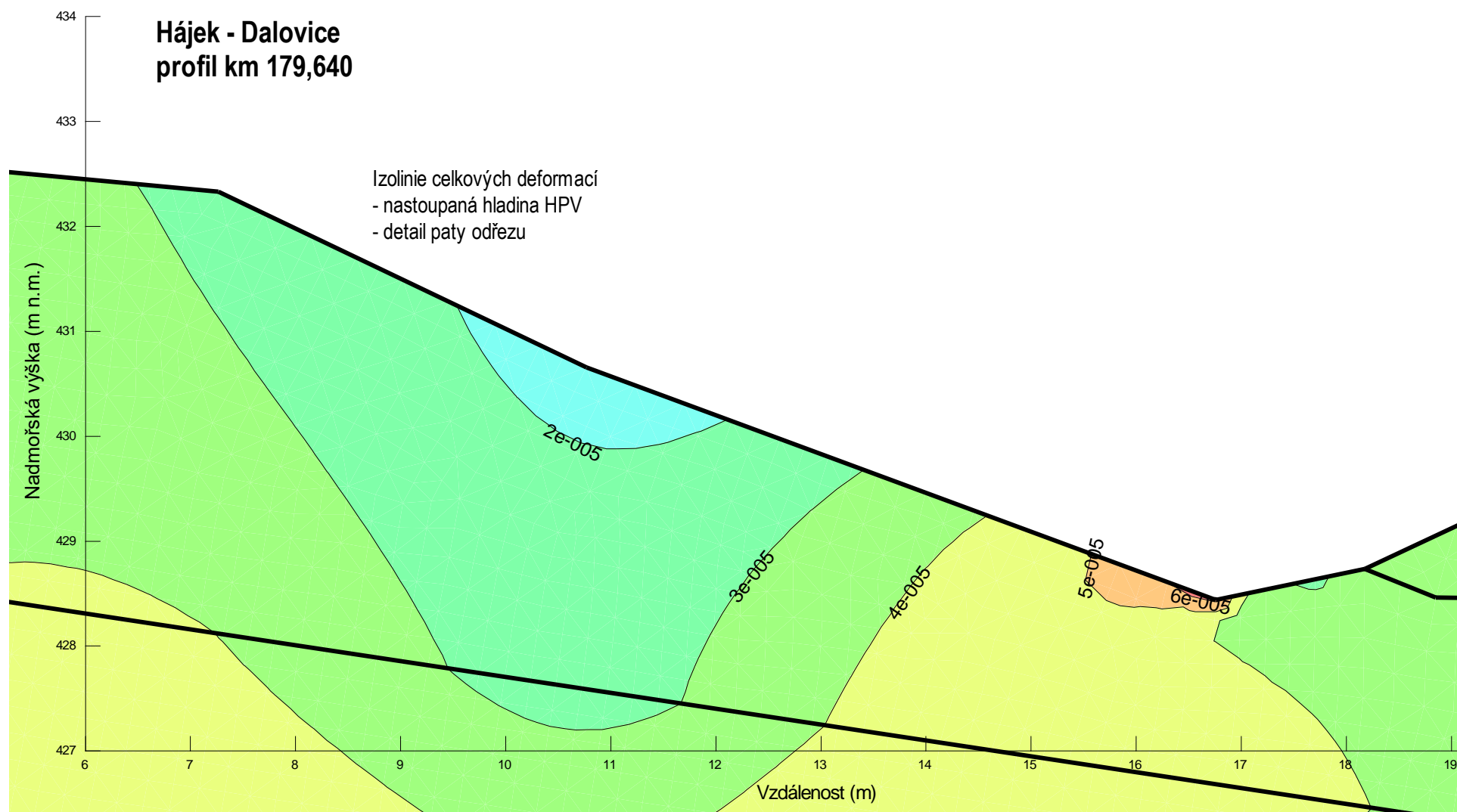


Hájek - Dalovice profil km 179,640

Izolinie pórového tlaku
- nastoupaná hladina HPV

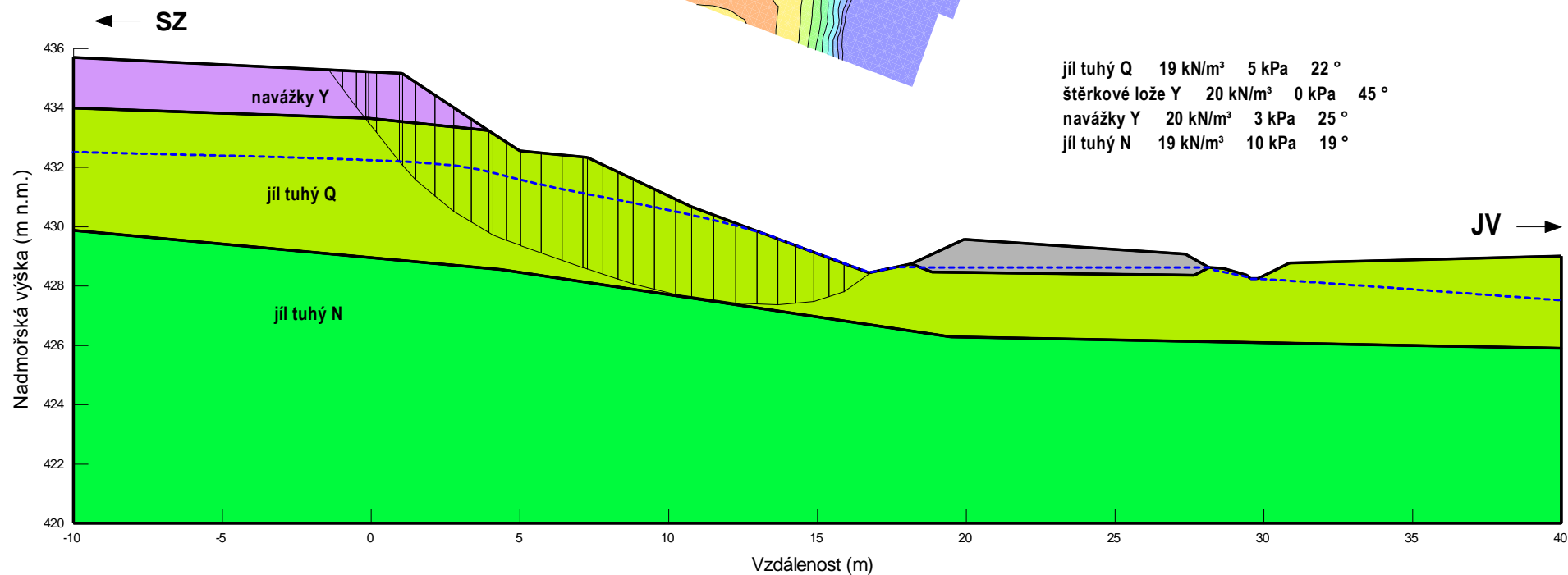
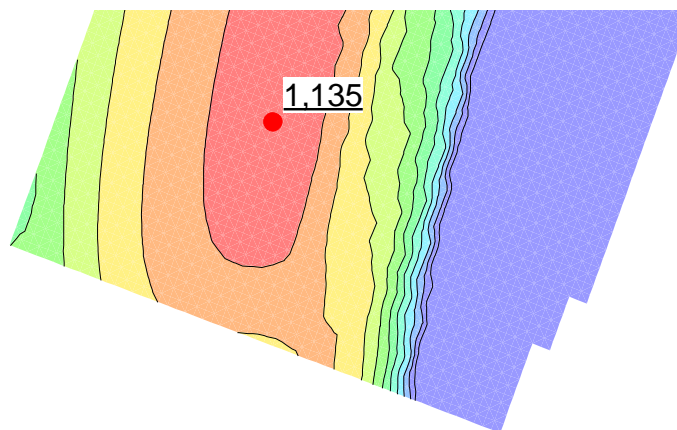






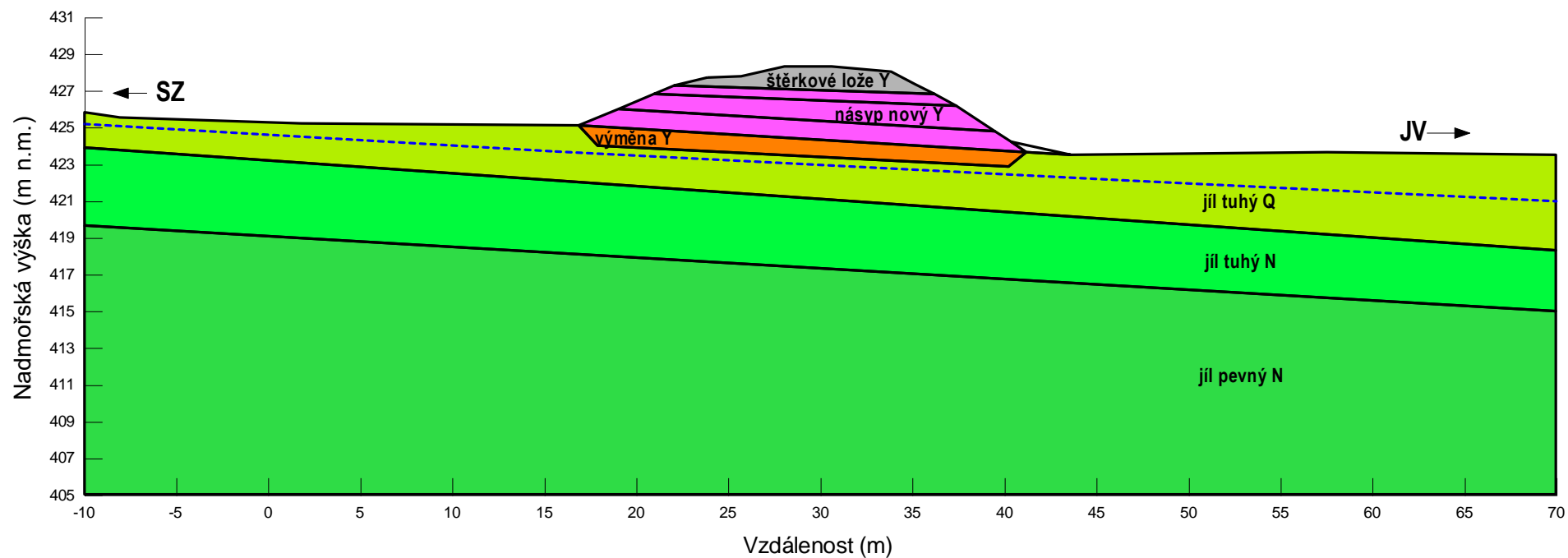
Hájek - Dalovice profil km 179,640

Celková stabilita odřezu
- nastoupaná hladina HPV



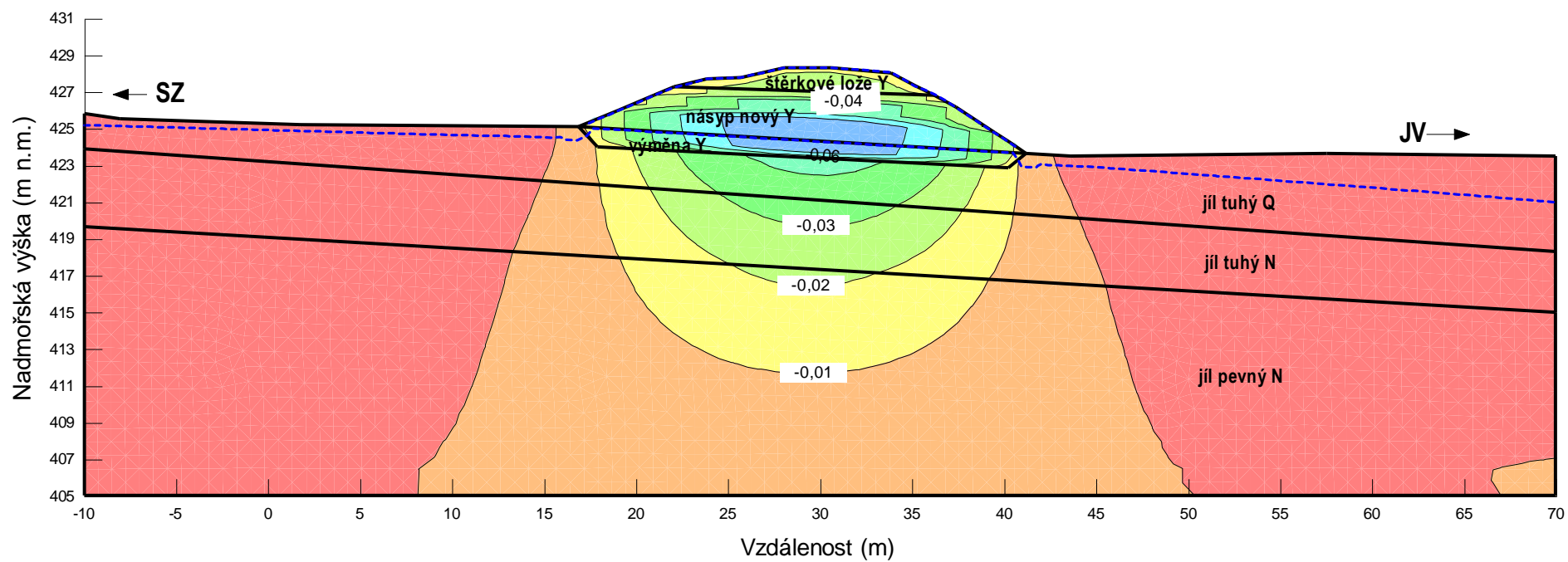
6.9 Výsledky v profilu km 179,760

Hájek - Dalovice
profil km 179,760
výpočtový profil



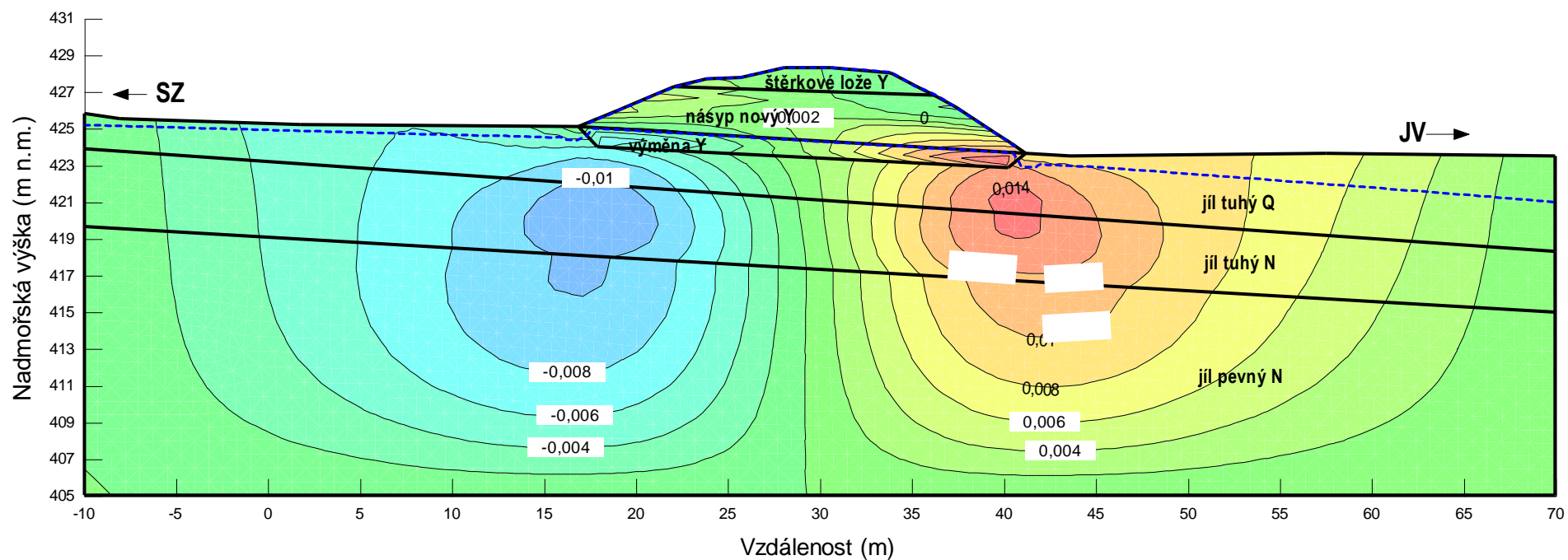
**Hájek - Dalovice
profil km 179,760**

Izolinie konečných svislých deformací



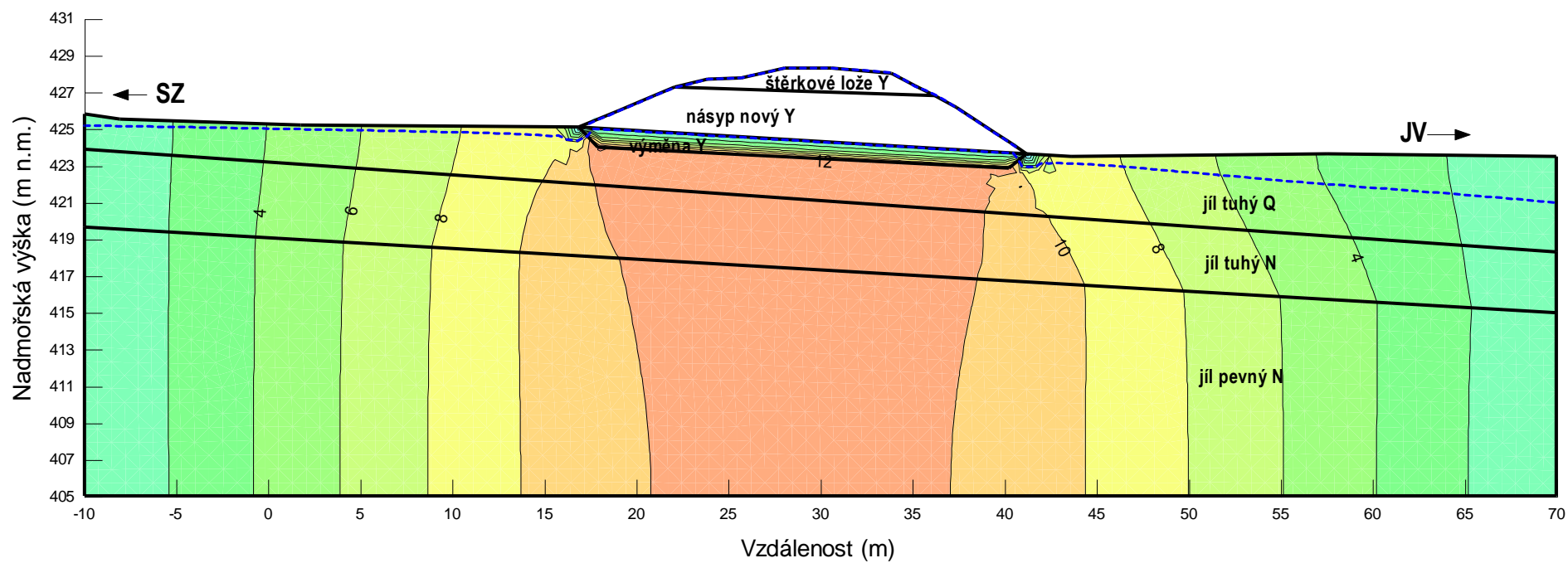
**Hájek - Dalovice
profil km 179,760**

Izolinie konečných vodorovných deformací

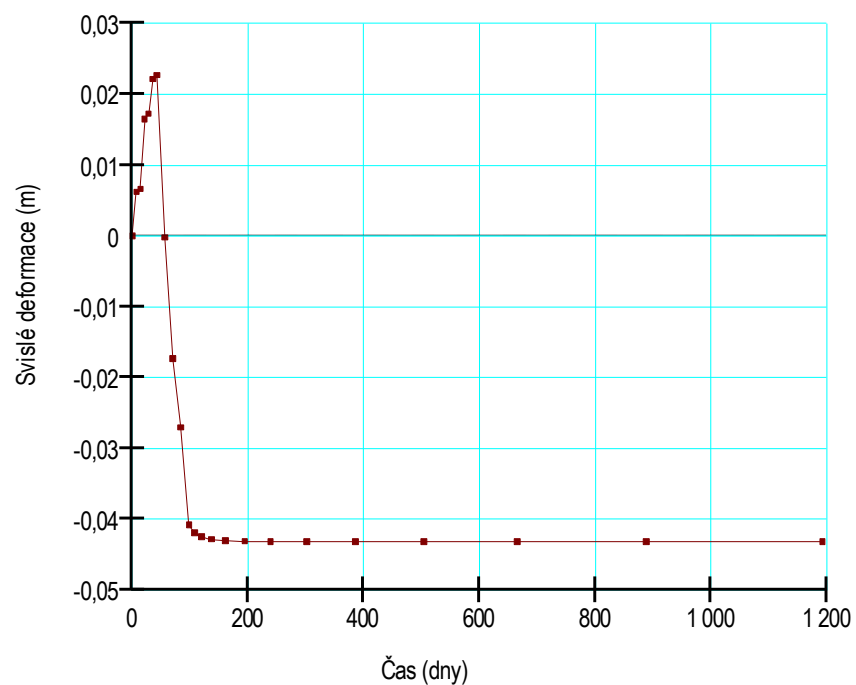


**Hájek - Dalovice
profil km 179,760**

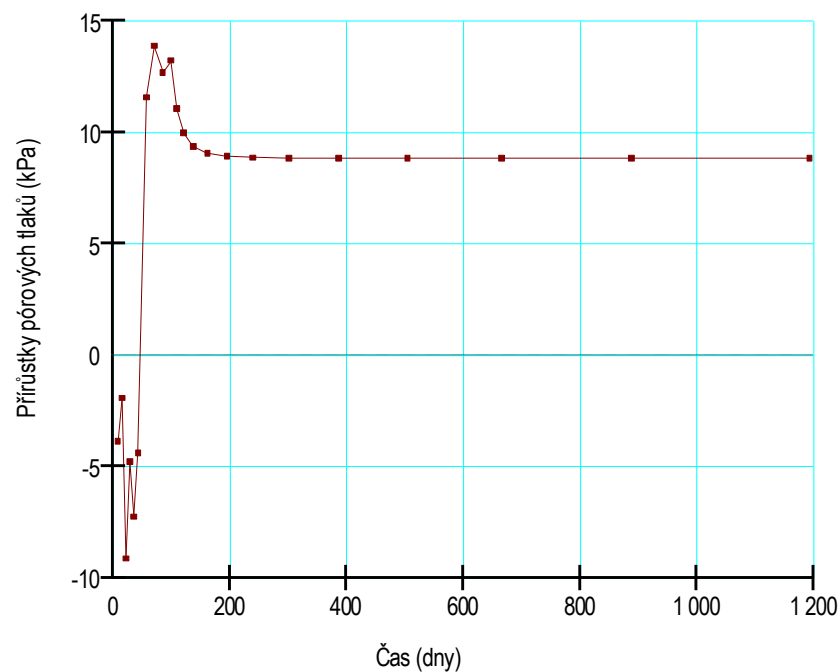
Izolinie přírůstků pórových tlaků těsně po dostavbě násypu



Průběh sedání v čase v ose násypu v úrovni základové spáry



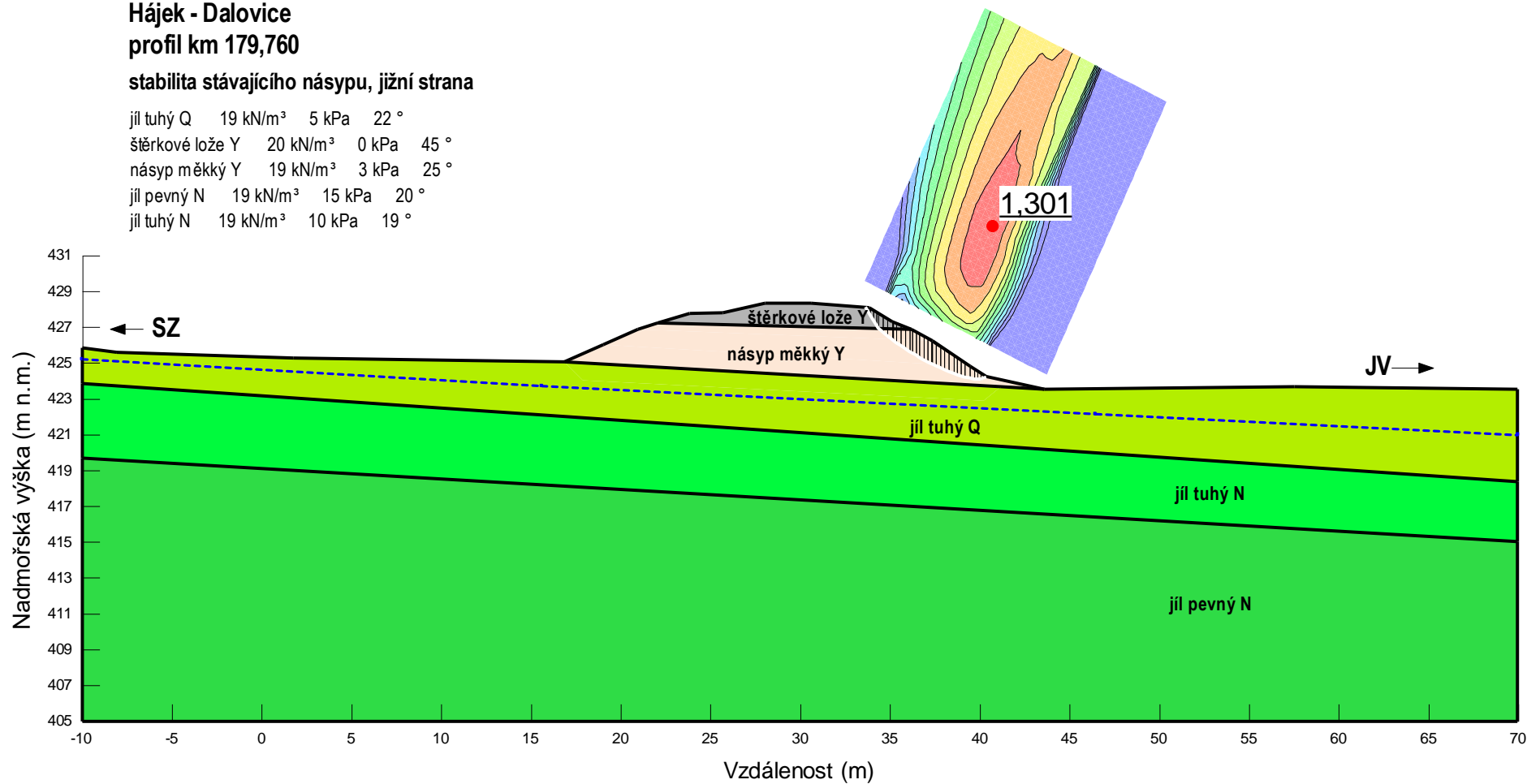
Průběh přírůstků pórových tlaků v čase cca 10m pod terénem



**Hájek - Dalovice
profil km 179,760**

stabilita stávajícího násypu, jižní strana

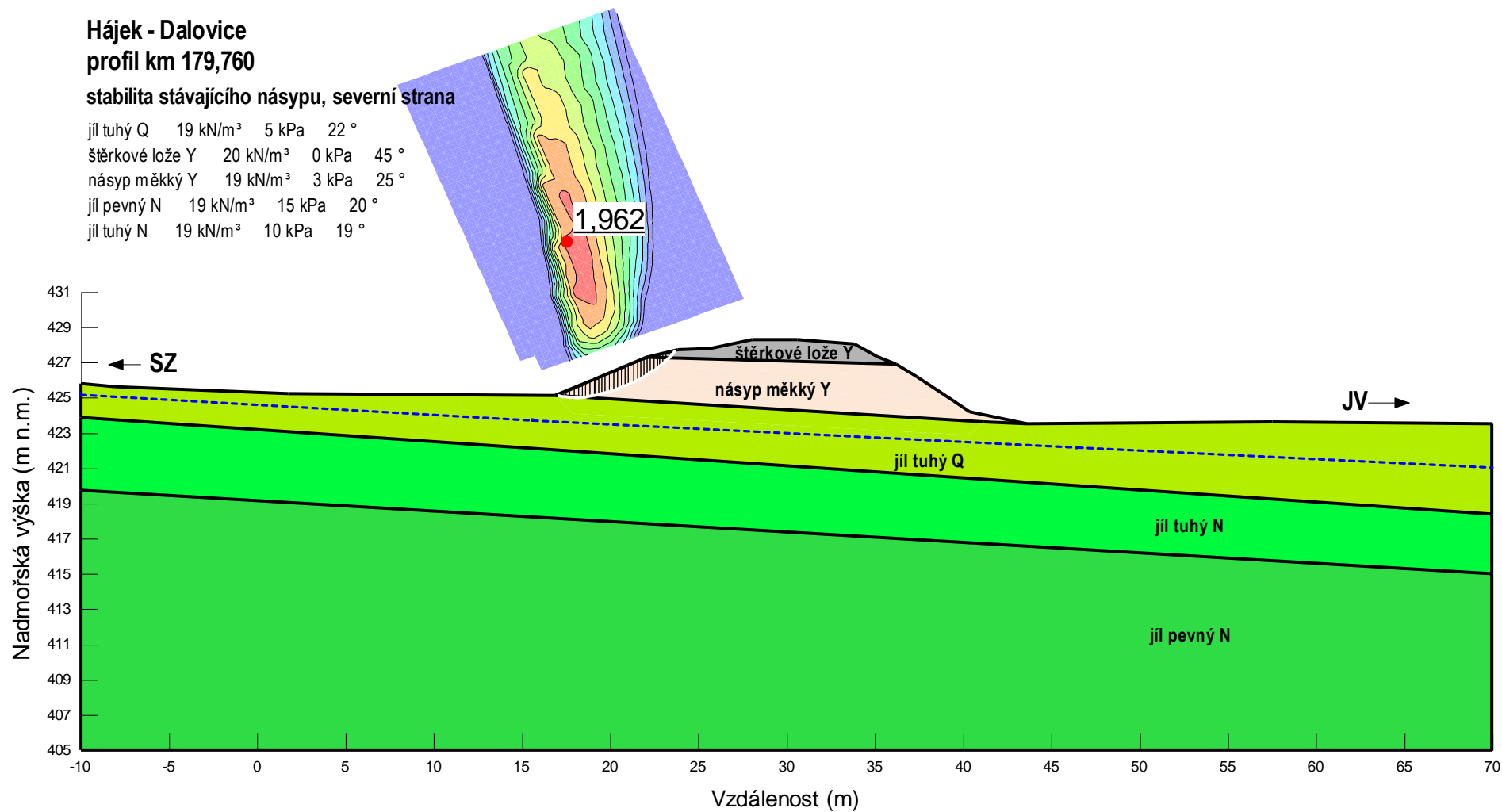
jíl tuhý Q 19 kN/m³ 5 kPa 22 °
štěrkové lože Y 20 kN/m³ 0 kPa 45 °
násyp měkký Y 19 kN/m³ 3 kPa 25 °
jíl pevný N 19 kN/m³ 15 kPa 20 °
jíl tuhý N 19 kN/m³ 10 kPa 19 °



**Hájek - Dalovice
profil km 179,760**

stabilita stávajícího násypu, severní strana

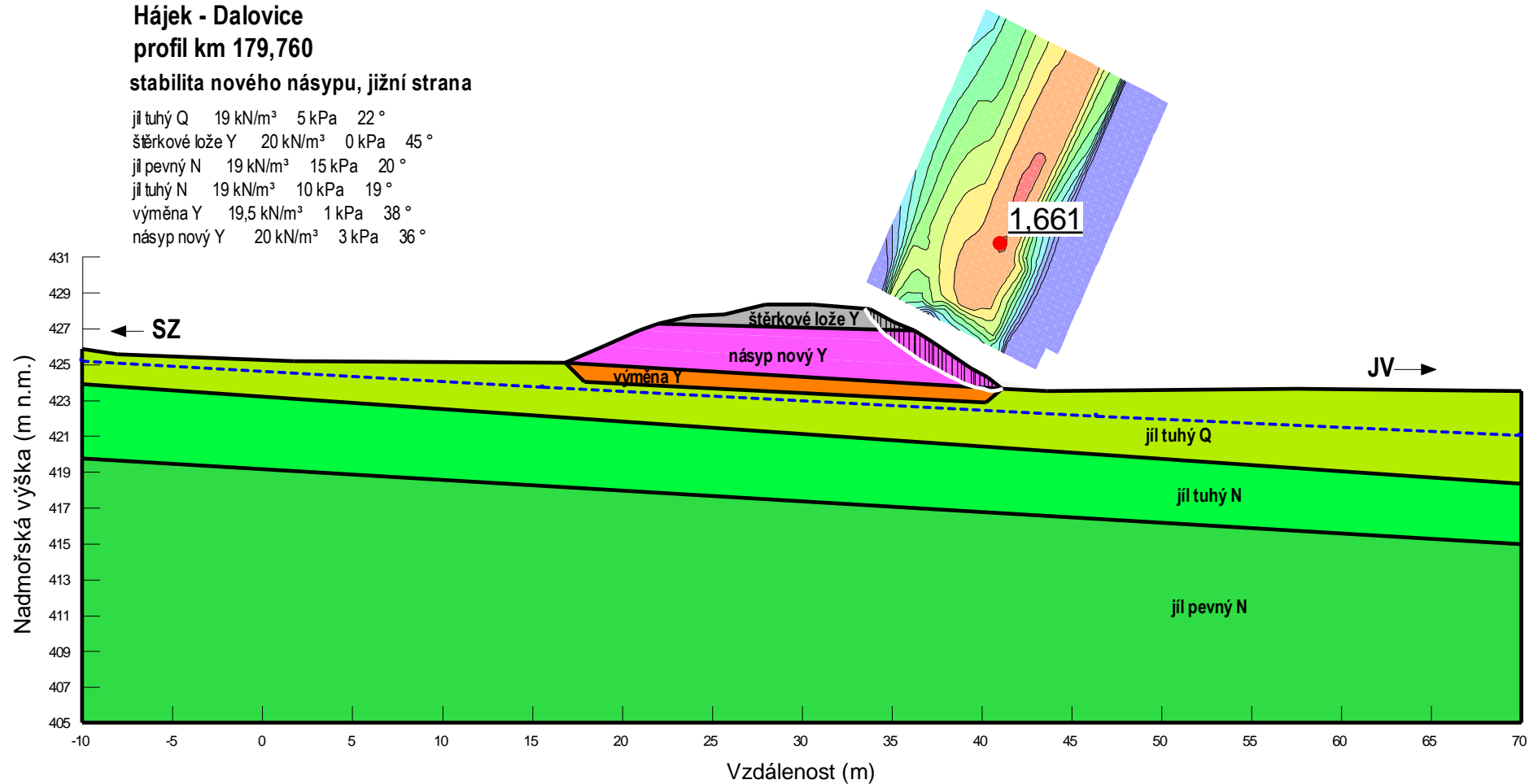
jíl tuhý Q	19 kN/m ³	5 kPa	22 °
šterkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
násyp měkký Y	19 kN/m ³	3 kPa	25 °
jíl pevný N	19 kN/m ³	15 kPa	20 °
jíl tuhý N	19 kN/m ³	10 kPa	19 °



**Hájek - Dalovice
profil km 179,760**

stabilita nového násypu, jižní strana

jíl tuhý Q 19 kN/m³ 5 kPa 22 °
šterkové lože Y 20 kN/m³ 0 kPa 45 °
jíl pevný N 19 kN/m³ 15 kPa 20 °
jíl tuhý N 19 kN/m³ 10 kPa 19 °
výměna Y 19,5 kN/m³ 1 kPa 38 °
násyp nový Y 20 kN/m³ 3 kPa 36 °

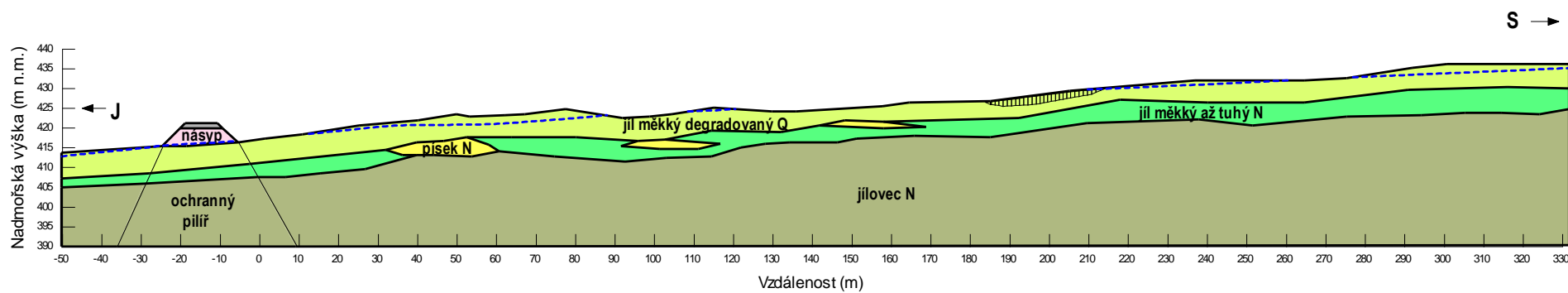


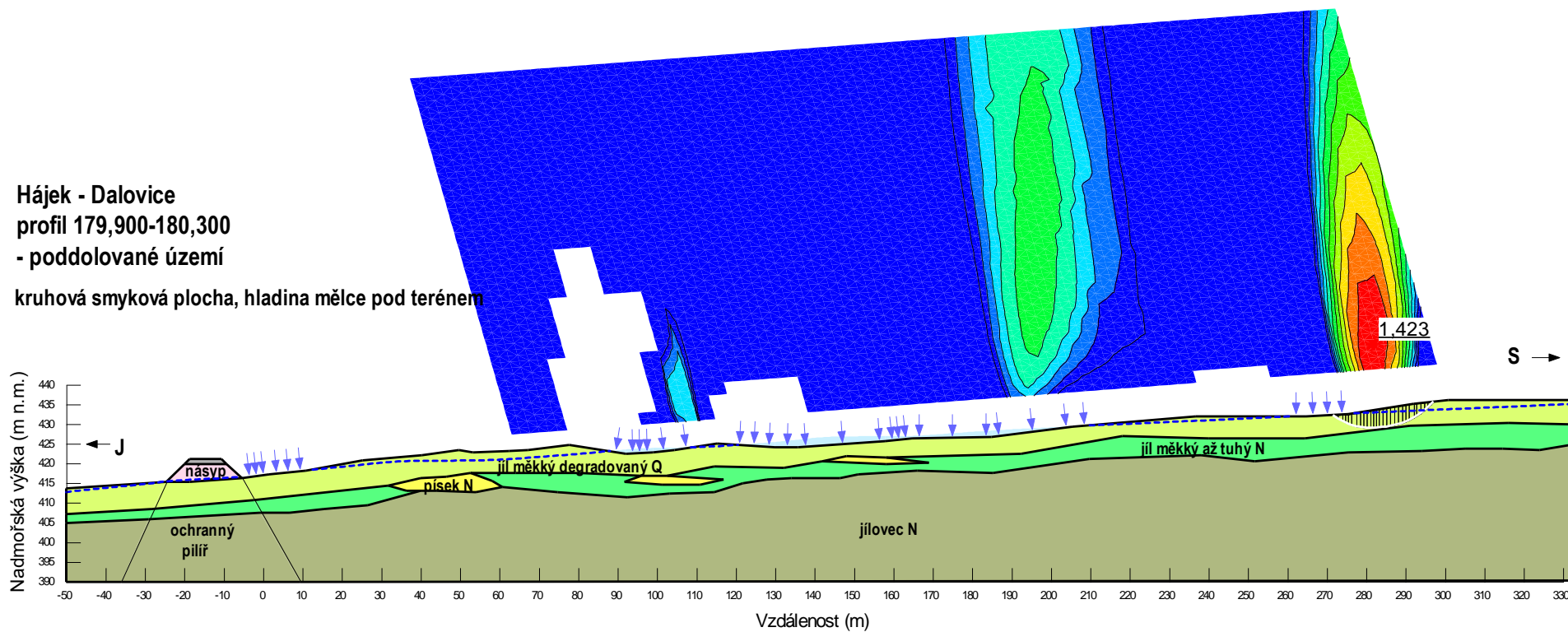
6.10 Výsledky v profilu km 179,900-180,300 – poddolované území

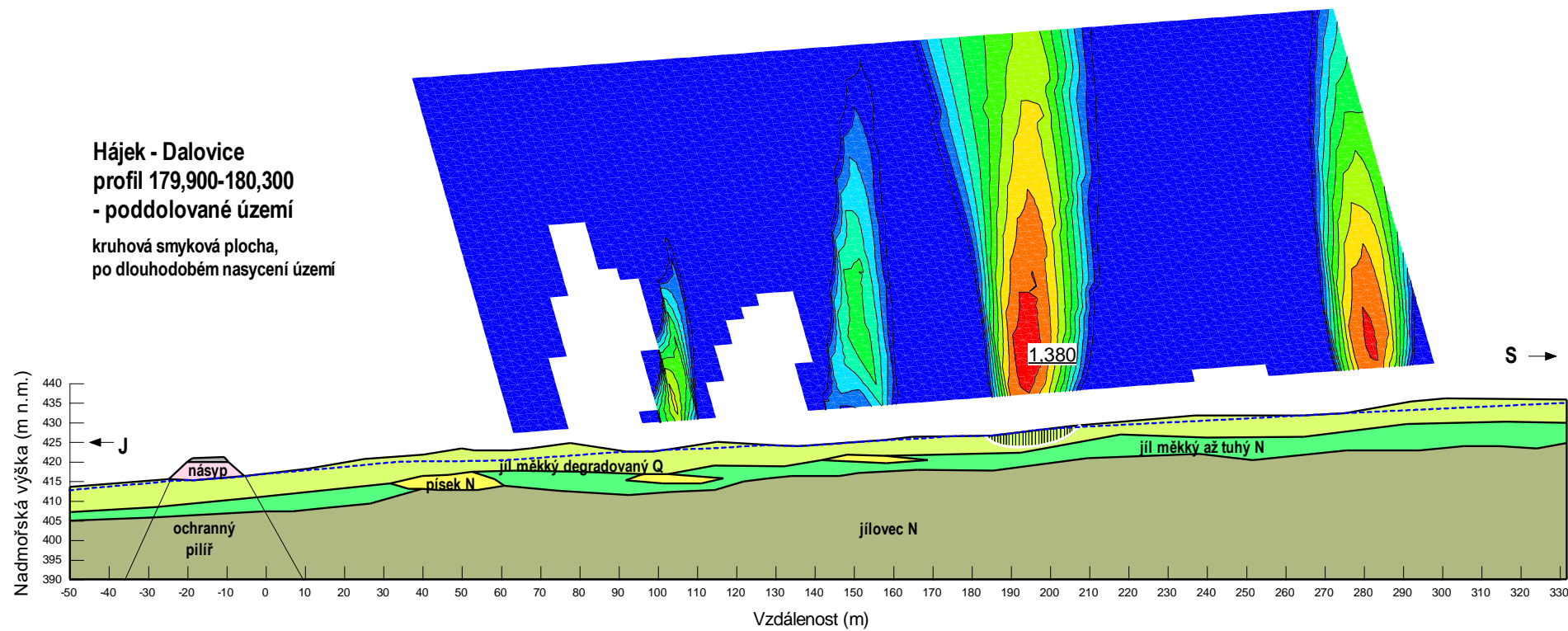
Hájek - Dalovice
profil 179,900-180,300
- poddolované území

obecná smyková plocha po nasycení podloží

0,995

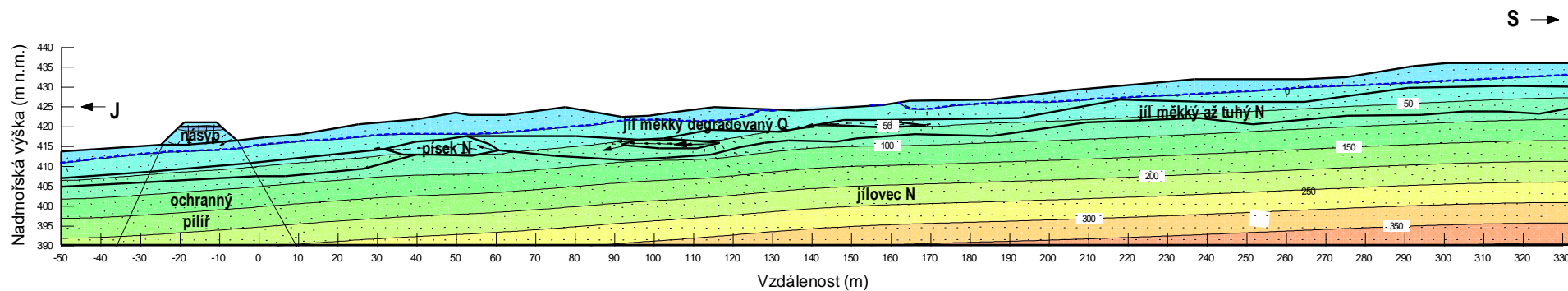






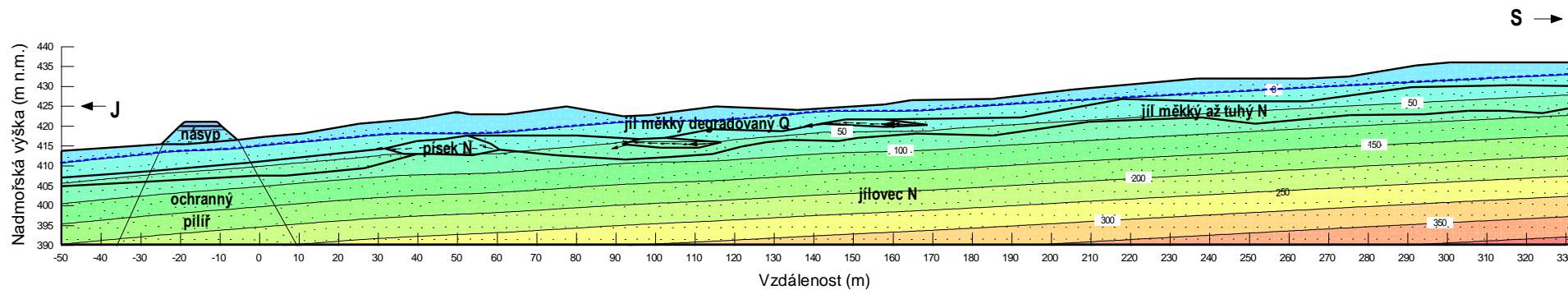
Hájek - Dalovice
profil 179,900-180,300
- poddolované území

ustálené proudění po dešti, izolinie pórových tlaků a vektory proudových rychlostí



Hájek - Dalovice
profil 179,900-180,300
- poddolované území

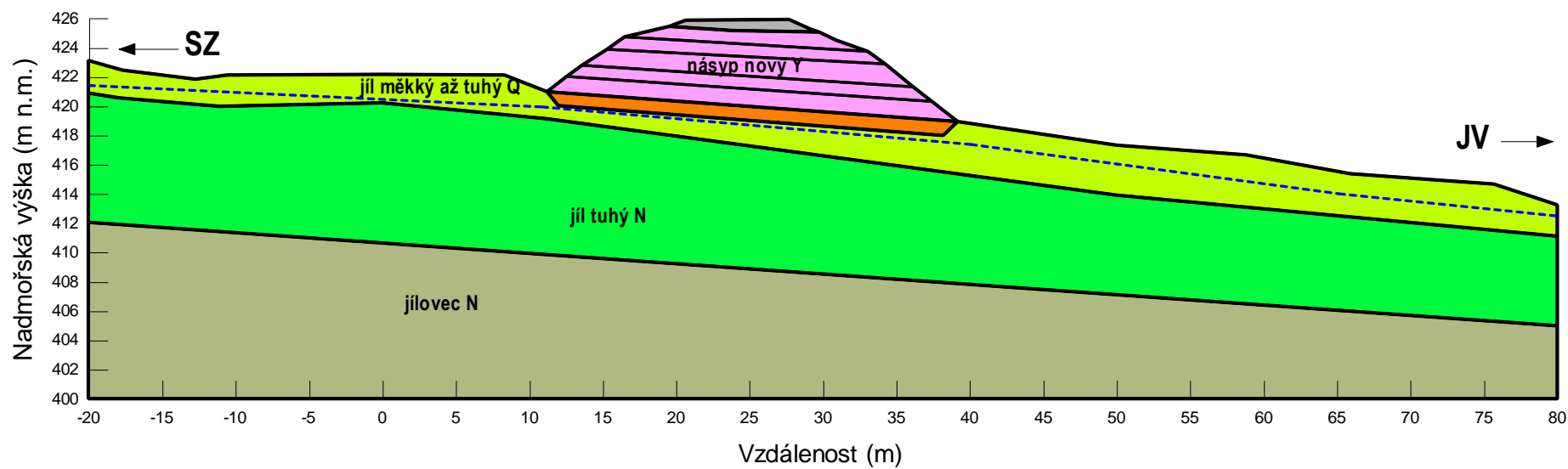
ustálené proudění svahem, izolinie pórových tlaků a vektory proudových rychlostí



6.11 Výsledky v profilu km 179,980

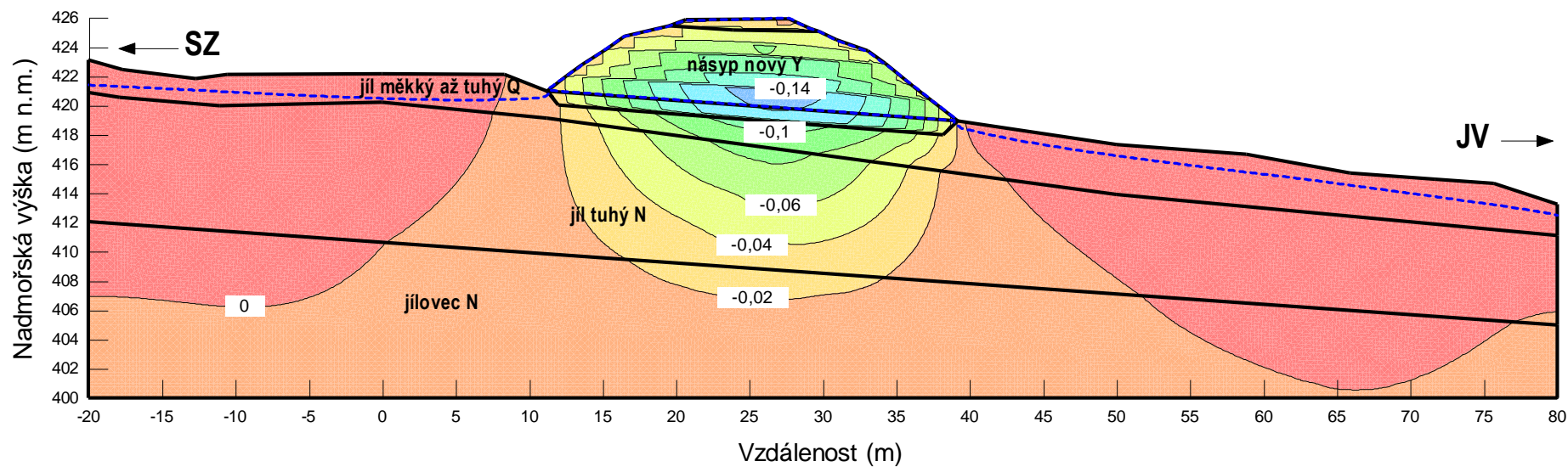
Hájek - Dalovice
profil km 179,980

Výpočetní profil



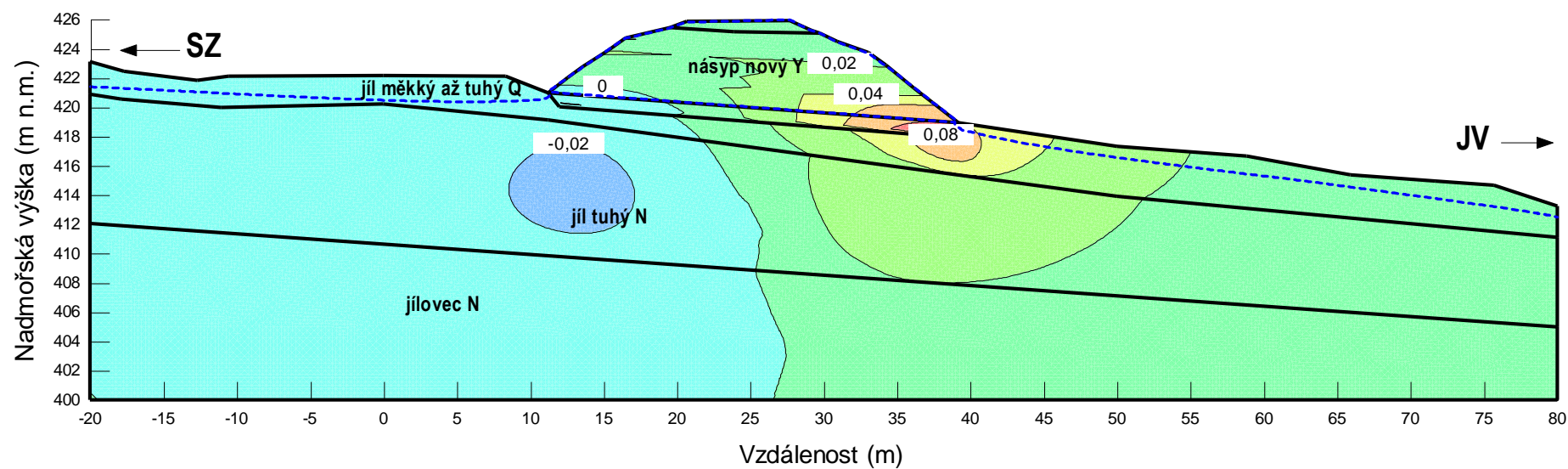
Hájek - Dalovice profil km 179,980

Izolonie konečných svislých deformací



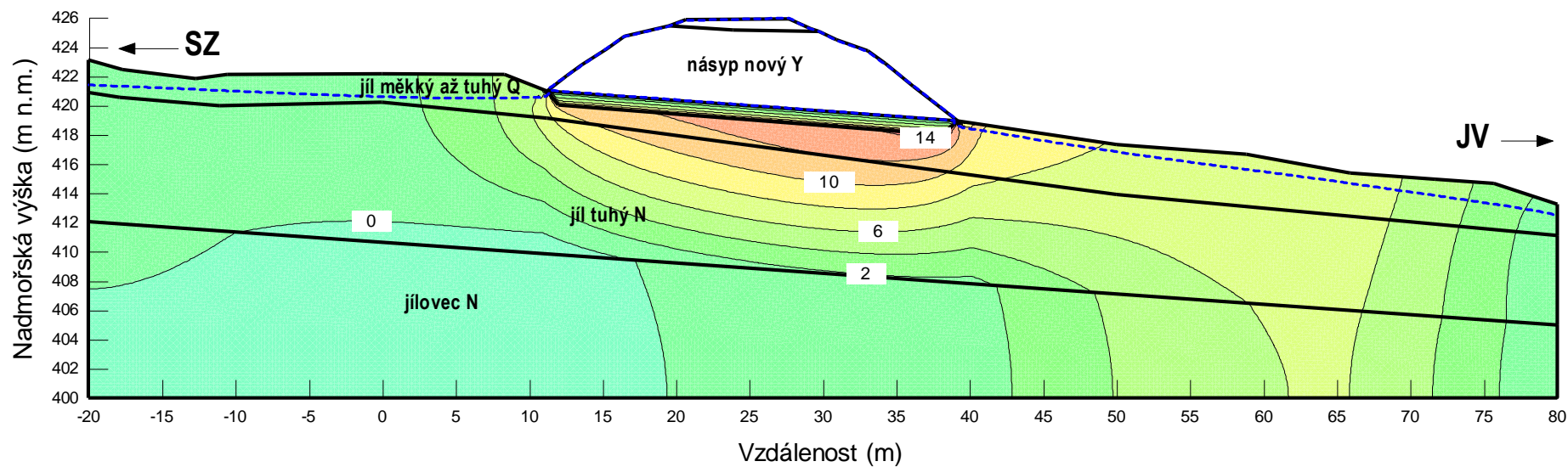
Hájek - Dalovice profil km 179,980

Izolace konečných vodorovných deformací

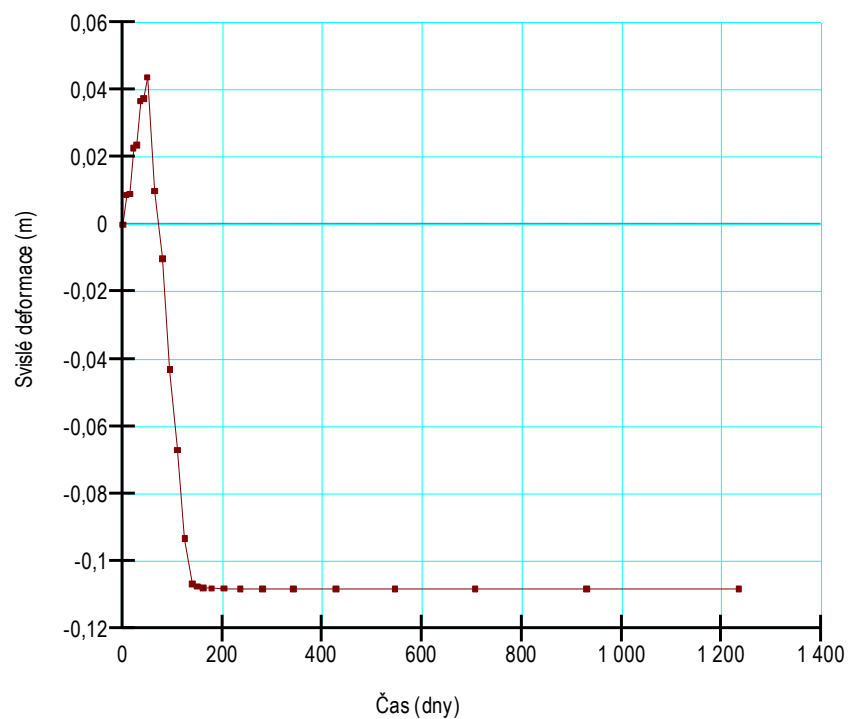


**Hájek - Dalovice
profil km 179,980**

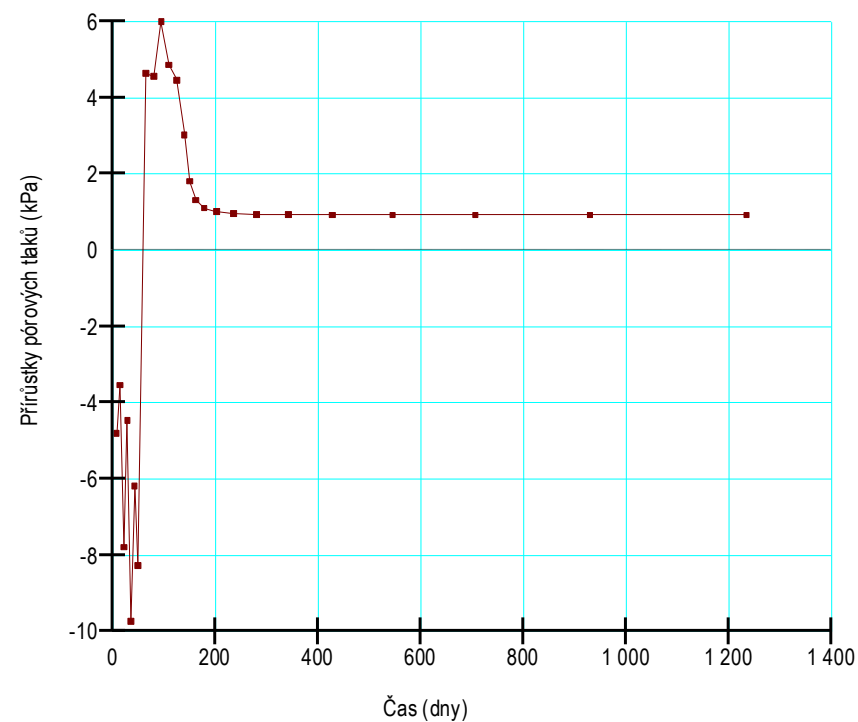
Izolinie přírůstků pórových tlaků těsně po dostavbě nového násypu



Průběh sedání v čase v ose násypu v úrovni základové spáry



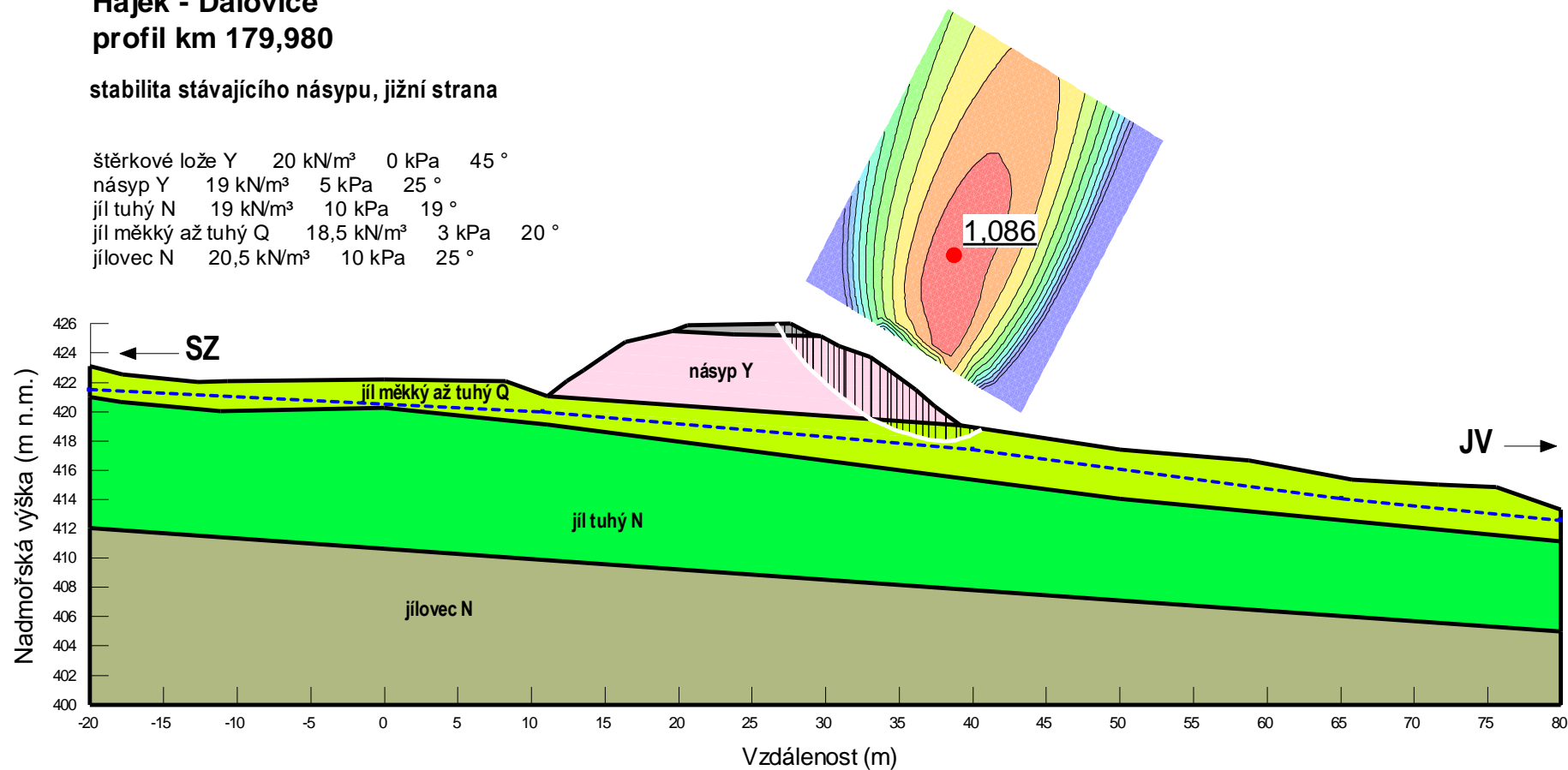
Průběh rozptylování přírůstků pórových tlaků v čase cca 10m pod terénem



Hájek - Dalovice profil km 179,980

stabilita stávajícího násypu, jižní strana

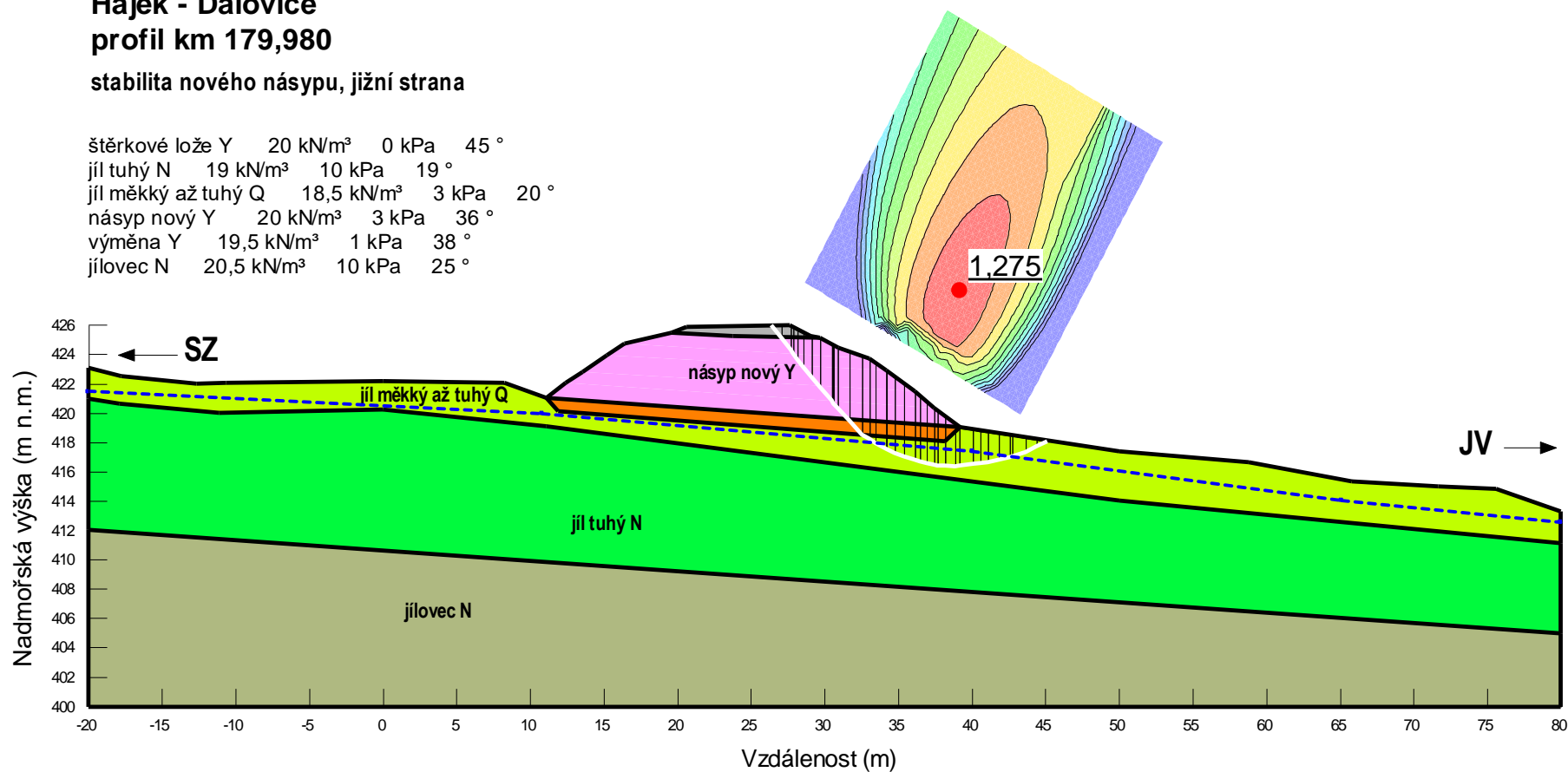
šterkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
násyp Y	19 kN/m ³	5 kPa	25 °
jíl tuhý N	19 kN/m ³	10 kPa	19 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °
jílovec N	20,5 kN/m ³	10 kPa	25 °



Hájek - Dalovice profil km 179,980

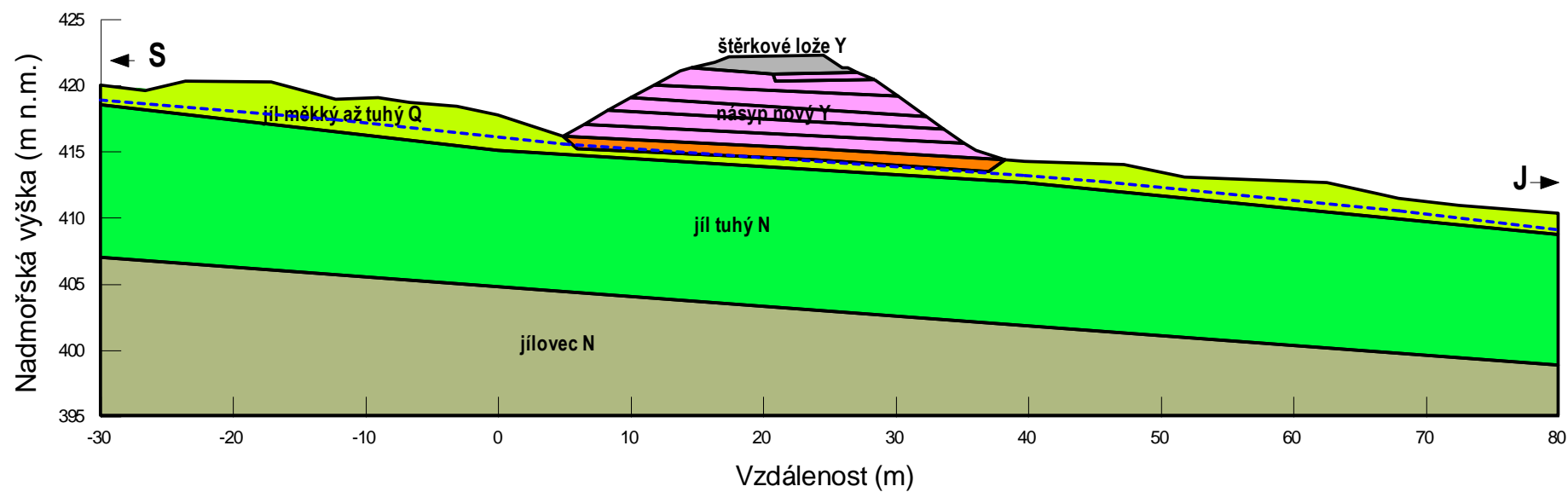
stabilita nového násypu, jižní strana

šterkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
jíl tuhý N	19 kN/m ³	10 kPa	19 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °
násyp nový Y	20 kN/m ³	3 kPa	36 °
výměna Y	19,5 kN/m ³	1 kPa	38 °
jílovec N	20,5 kN/m ³	10 kPa	25 °



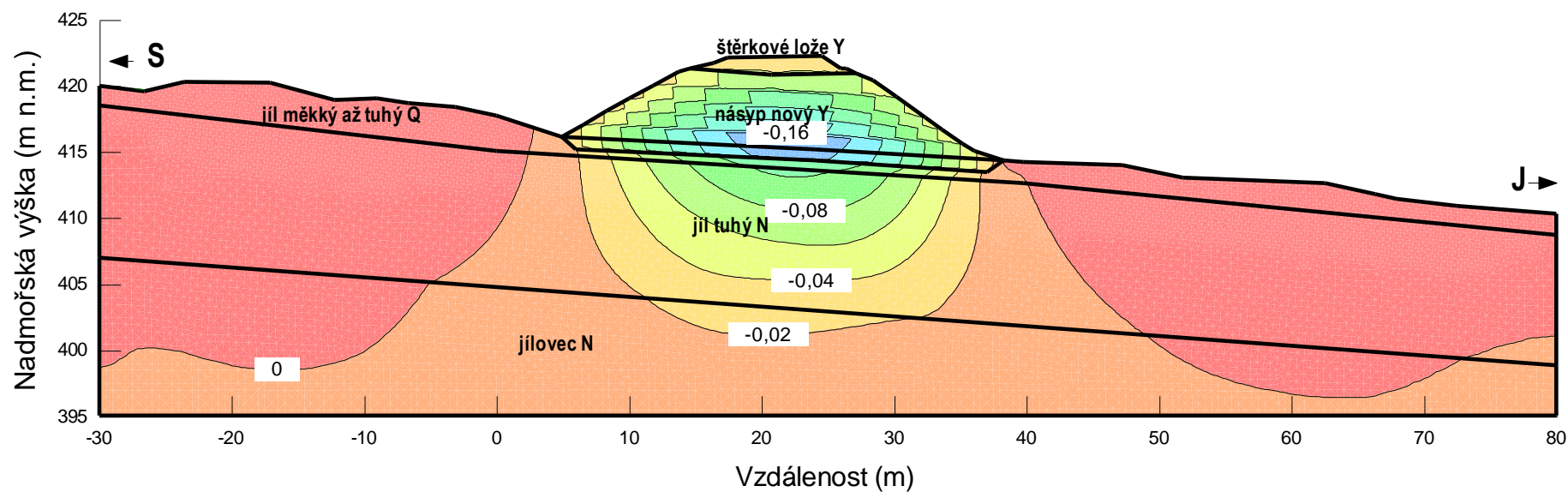
6.12 Výsledky v profilu km 180,350

Hájek - Dalovice
profil km 180,350
výpočetní profil



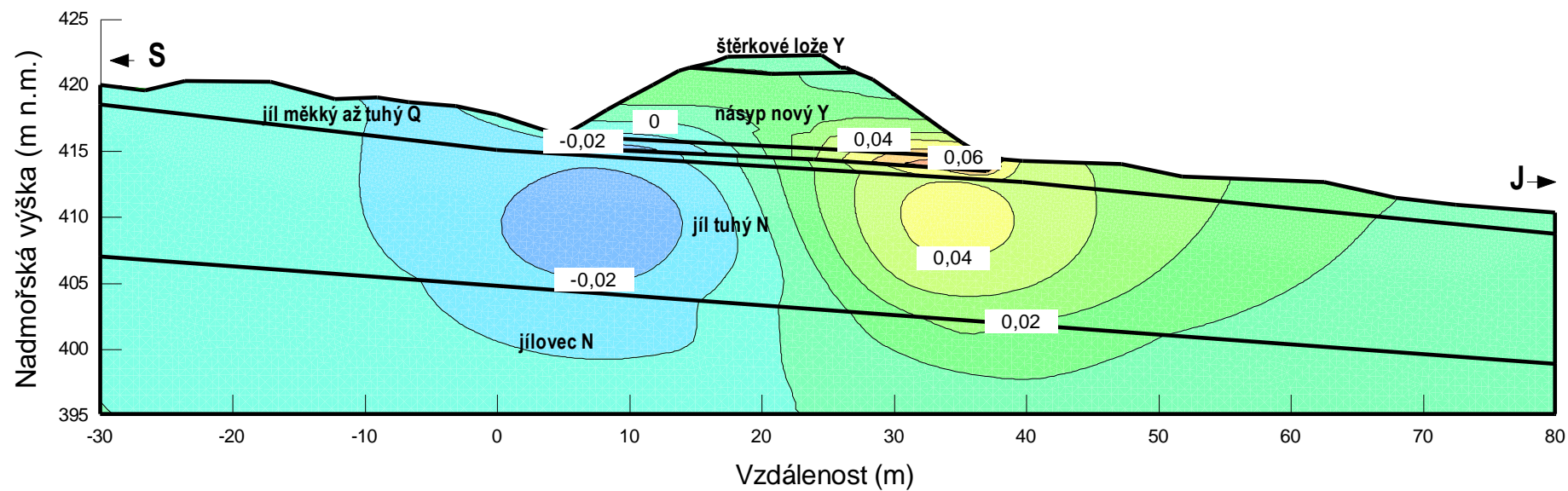
Hájek - Dalovice profil km 180,350

Izolinie konečných svislých deformací



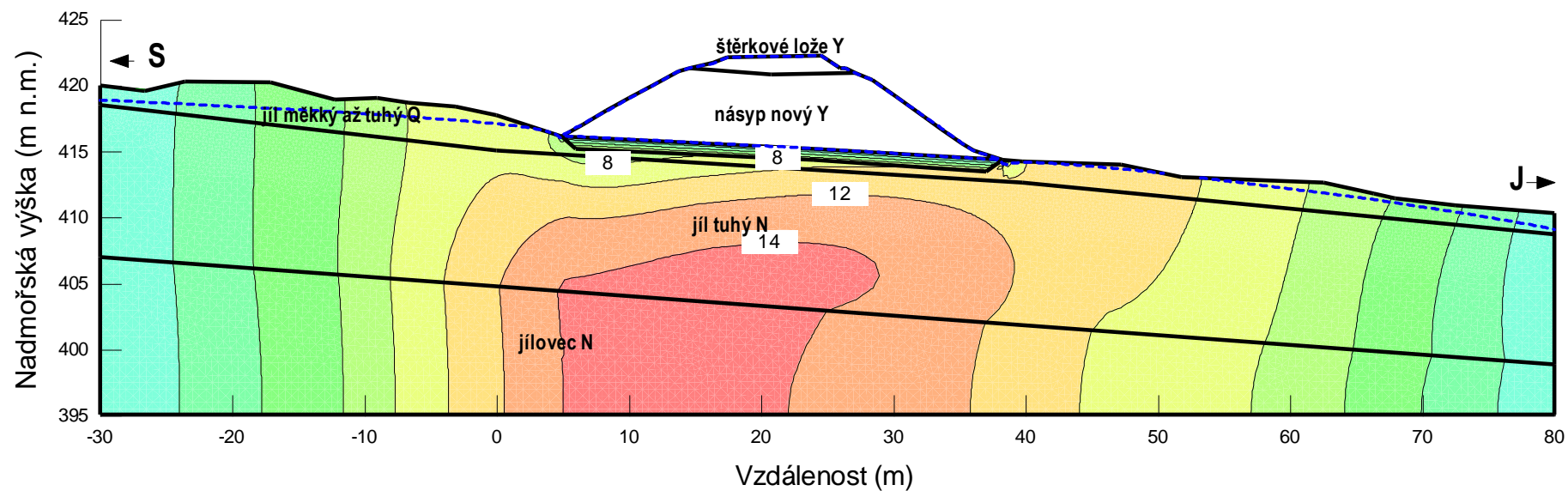
Hájek - Dalovice profil km 180,350

Izolinie konečných vodorovných deformací

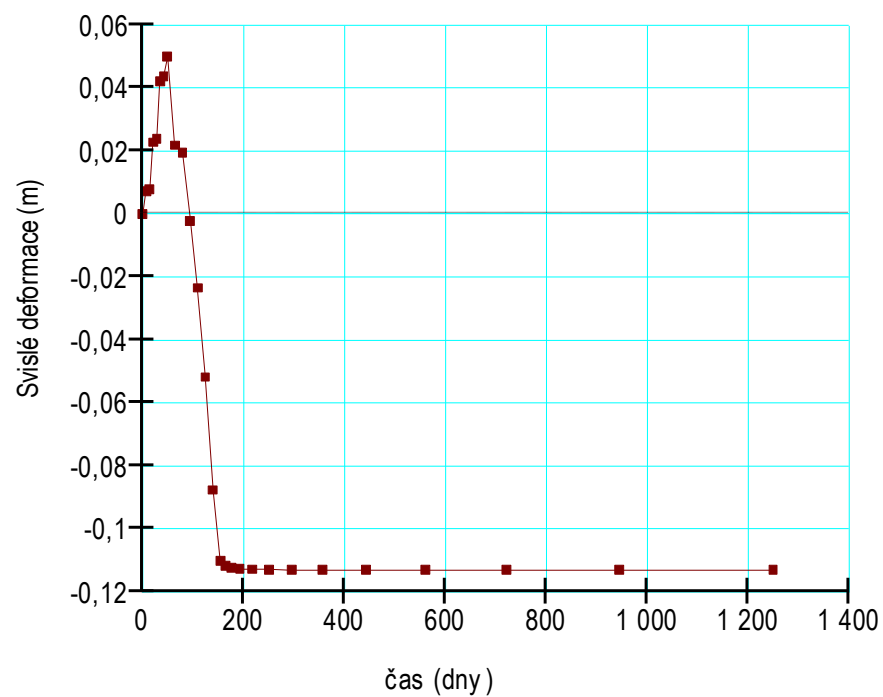


Hájek - Dalovice profil km 180,350

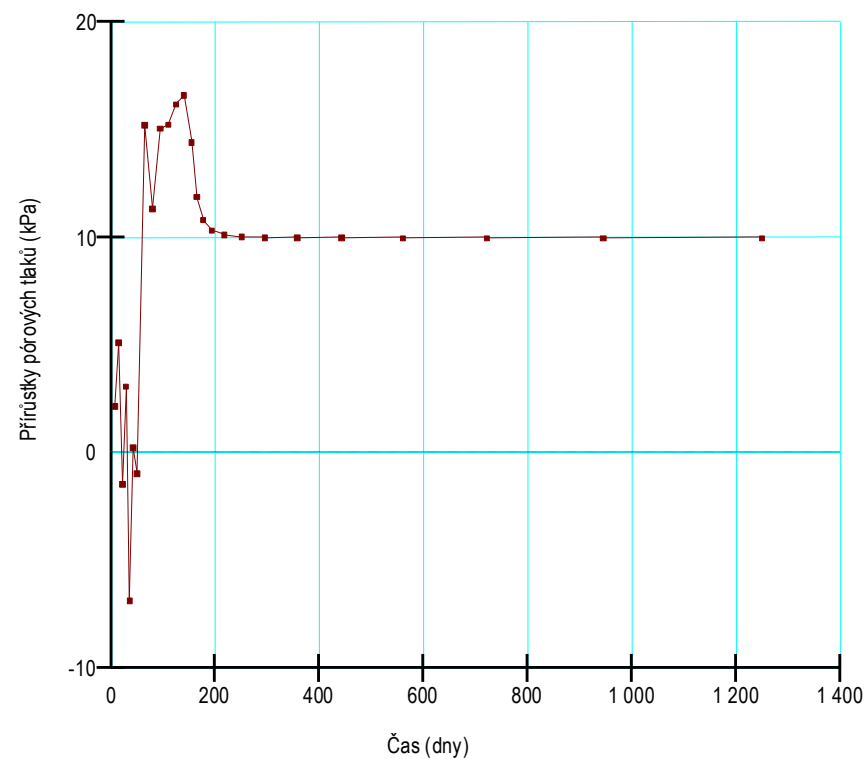
Izolinie přírůstků pórových tlaků těsně po dostavbě násypu



Průběh sedání v čase v ose násypu v úrovni
základové spáry



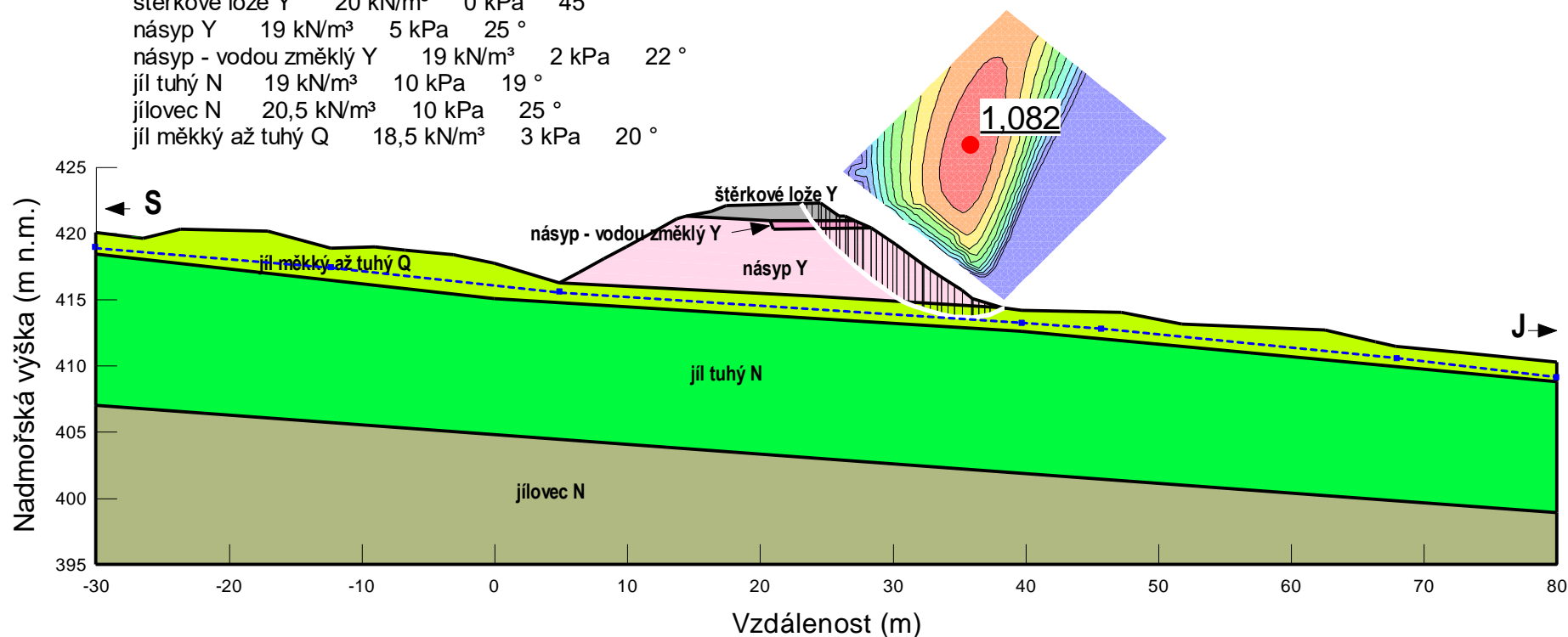
Průběh přírůstků pórových tlaků v čase cca 10m pod terénem



Hájek - Dalovice profil km 180,350

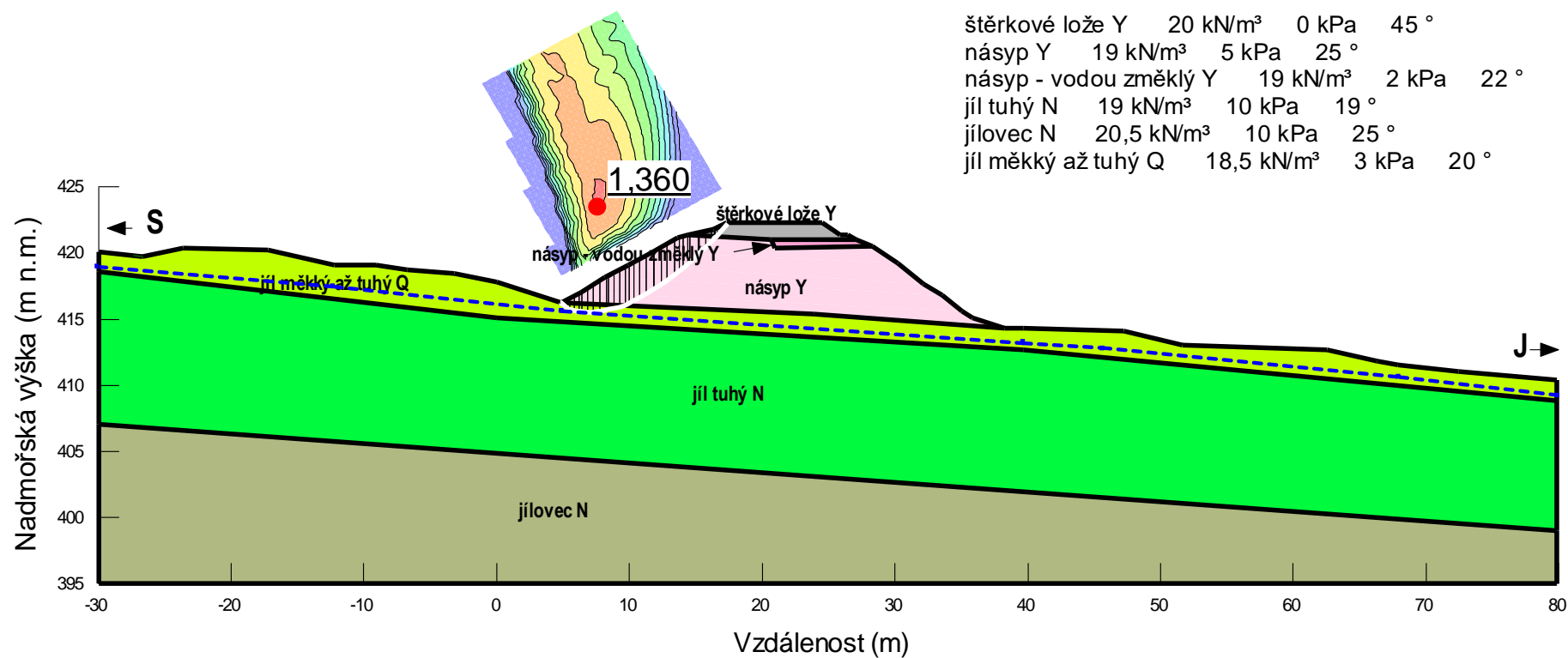
stabilita současného násypu, jižní strana

štěrkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
násyp Y	19 kN/m ³	5 kPa	25 °
násyp - vodou změkklý Y	19 kN/m ³	2 kPa	22 °
jíl tuhý N	19 kN/m ³	10 kPa	19 °
jílovec N	20,5 kN/m ³	10 kPa	25 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °



Hájek - Dalovice profil km 180,350

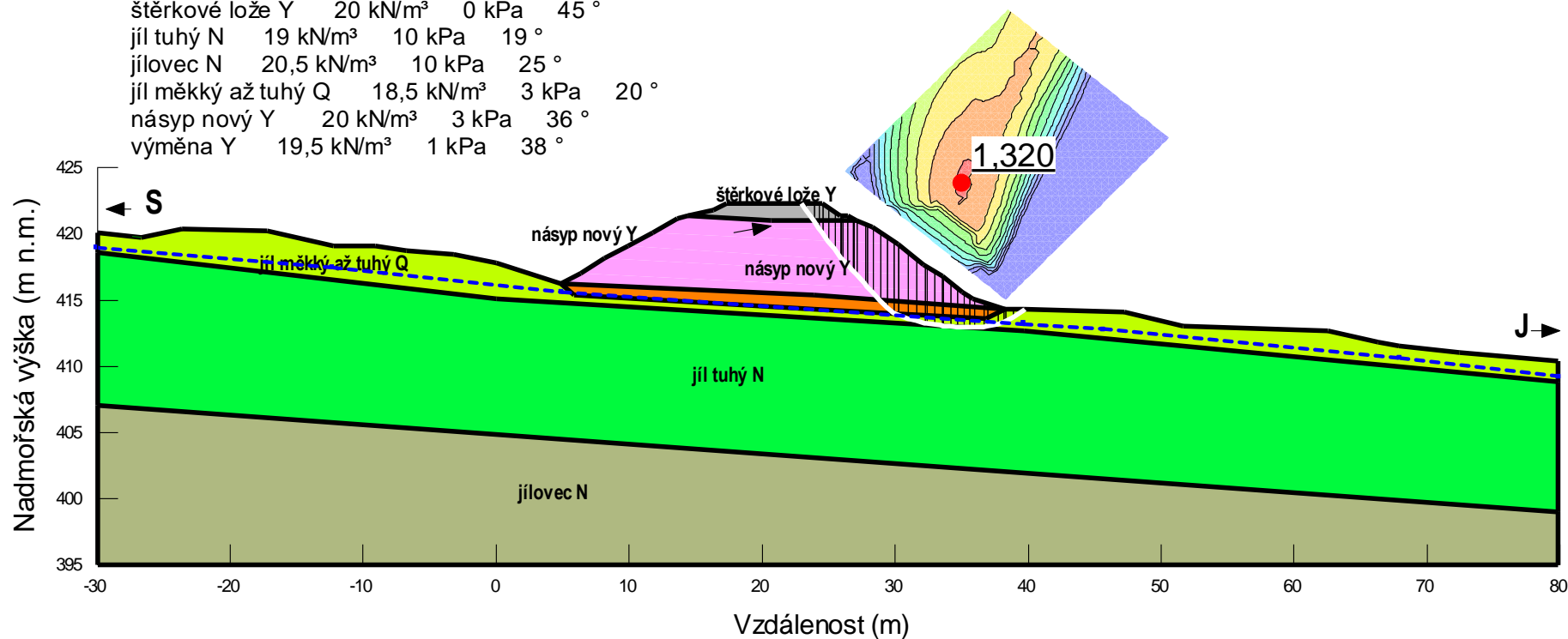
stabilita současného násypu, severní strana



Hájek - Dalovice profil km 180,350

stabilita nového násypu, jižní strana

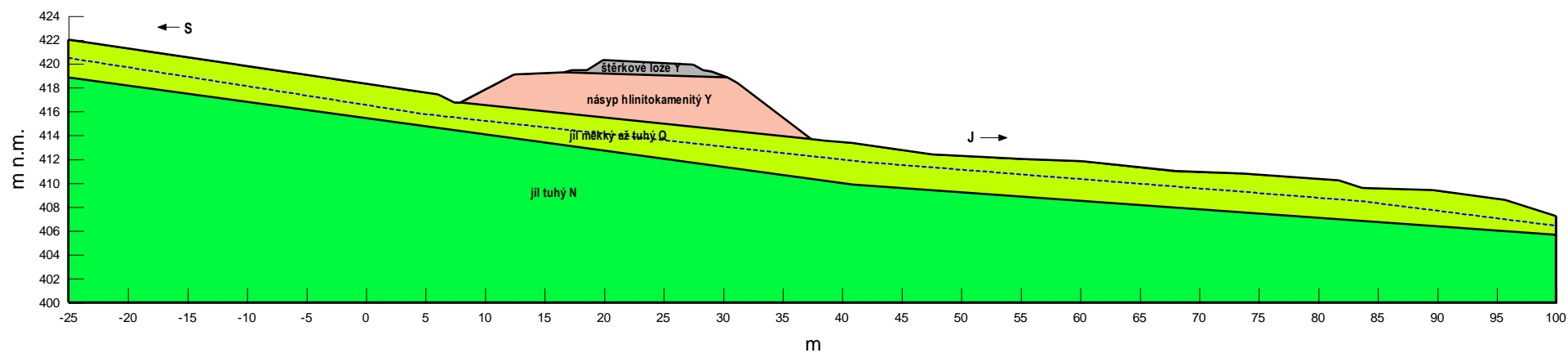
šterkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
jíl tuhý N	19 kN/m ³	10 kPa	19 °
jílovec N	20,5 kN/m ³	10 kPa	25 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °
násyp nový Y	20 kN/m ³	3 kPa	36 °
výměna Y	19,5 kN/m ³	1 kPa	38 °



6.13 Výsledky v profilu km 180,520

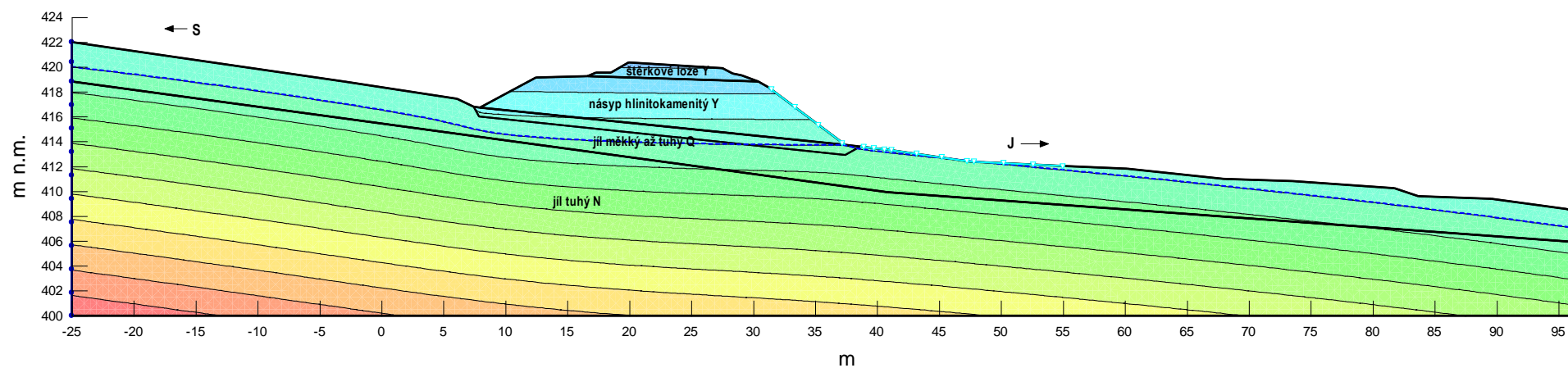
Hájek - Dalovice
profil km 180,520

Výpočetní profil



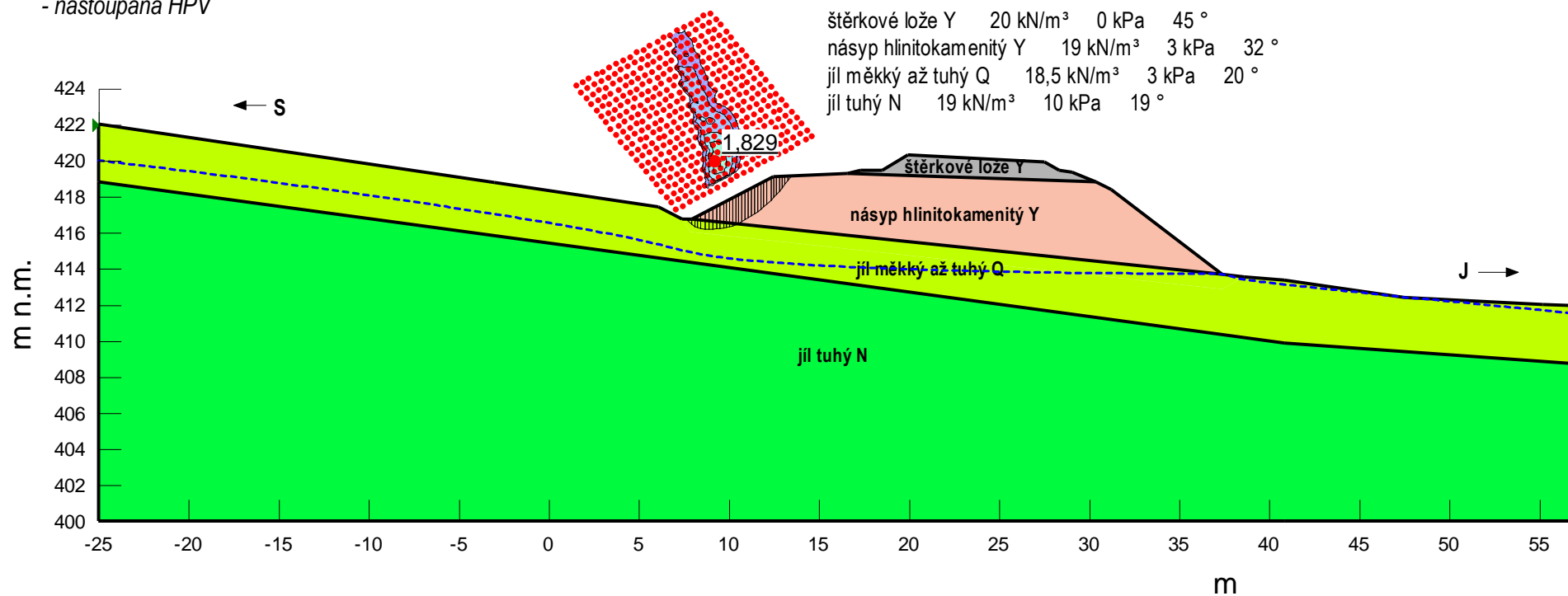
Hájek - Dalovice
profil km 180,520

Izolinie pórového tlaku v kPa
- nastoupání HPV (model MKP)



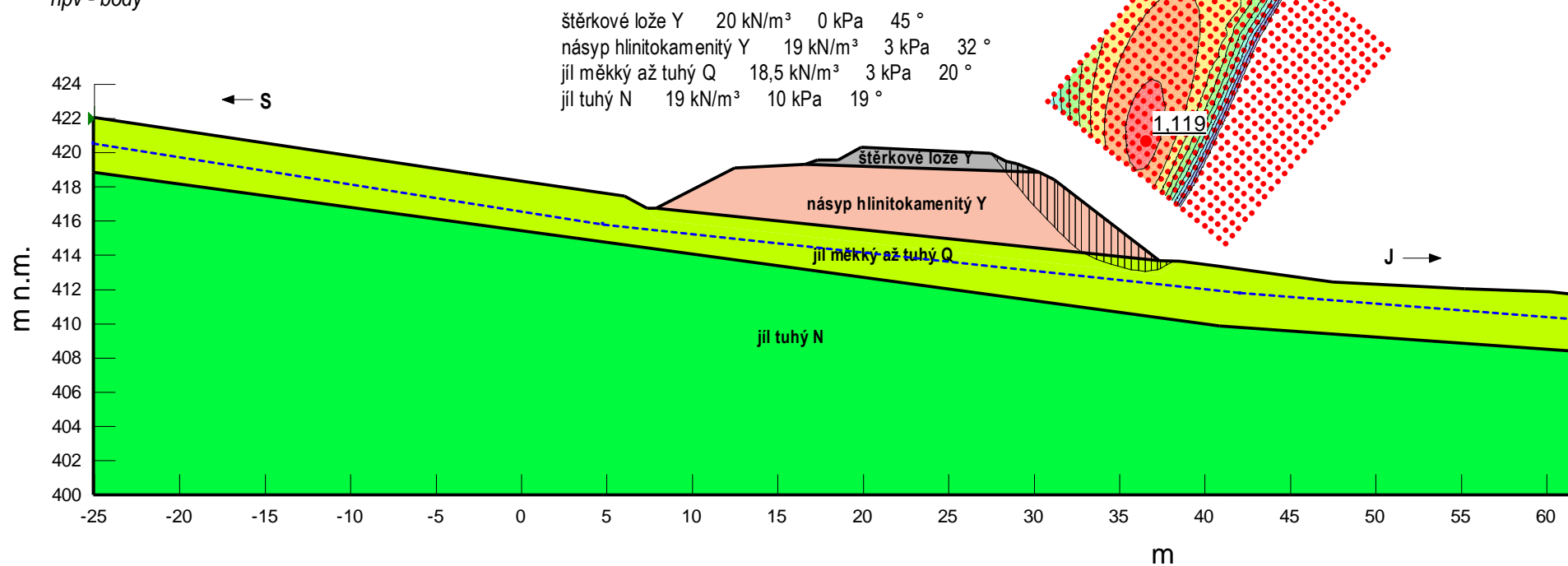
Hájek - Dalovice
profil km 180,520

Posouzení stability stávajícího stavu násypu
- nastoupaná HPV



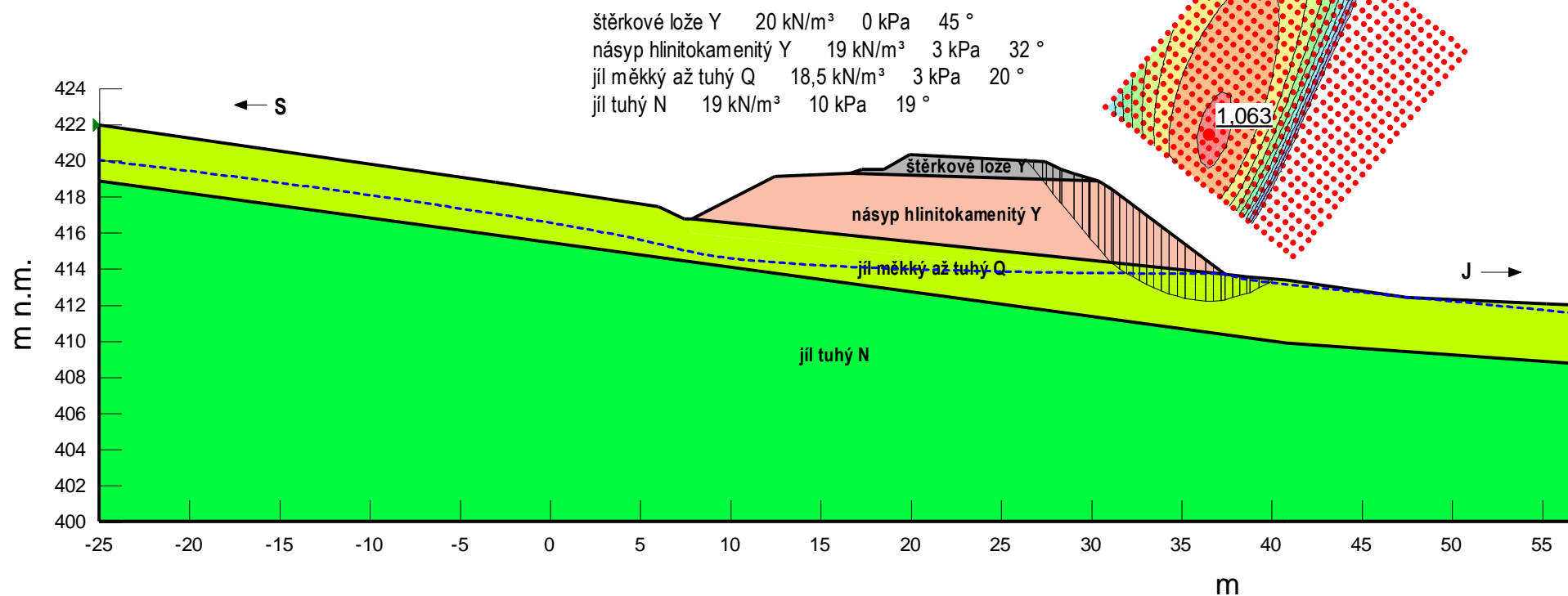
Hájek - Dalovice
profil km 180,520

Posouzení stability stávajícího stavu násypu
hpv - body



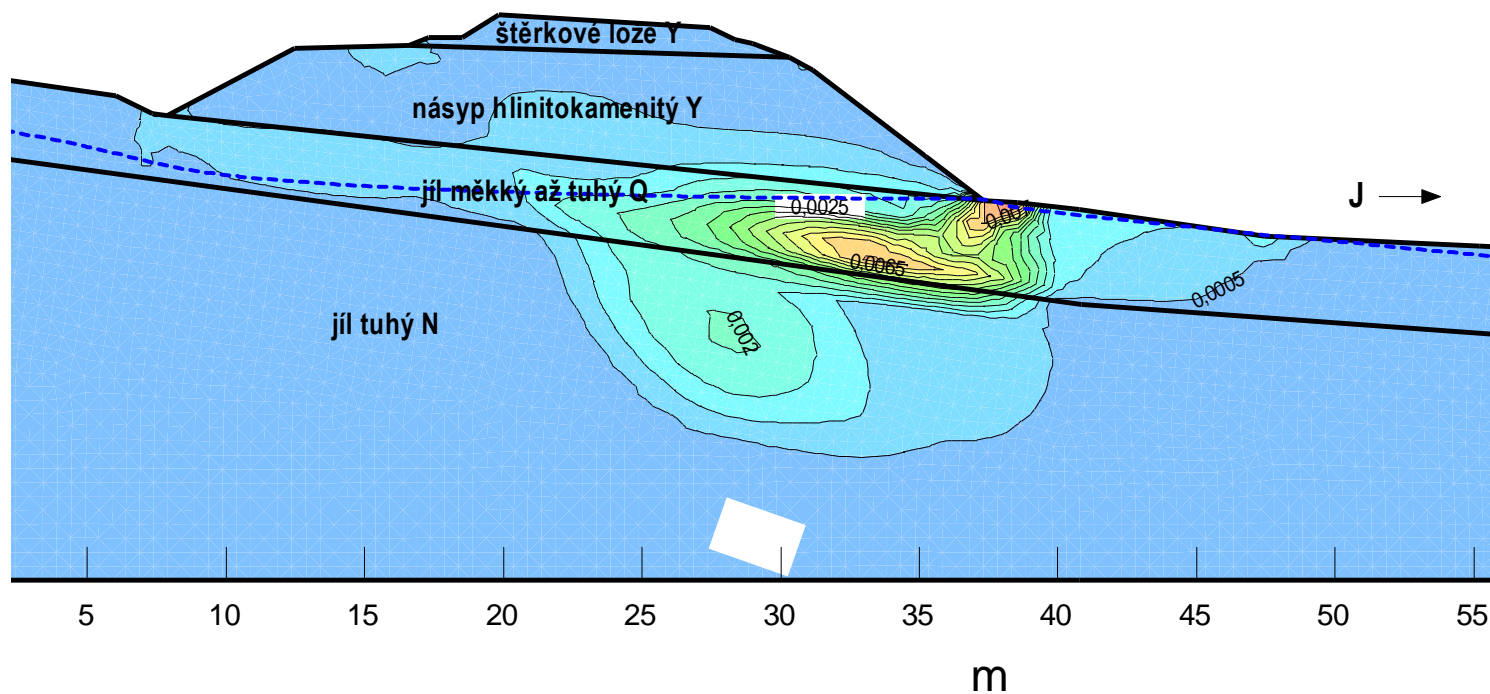
Hájek - Dalovice profil km 180,520

*Posouzení stability stávajícího stavu násypu
nastoupaná HPV*



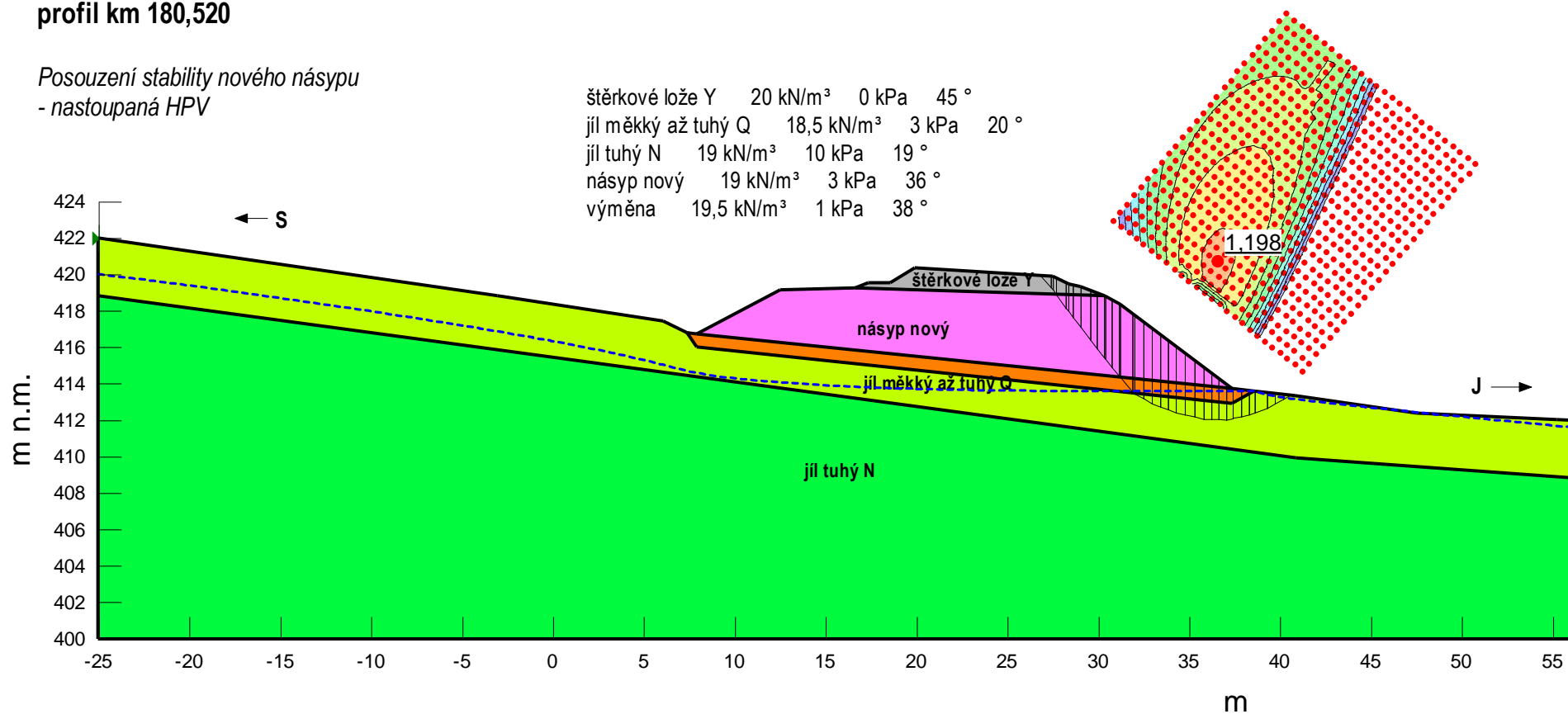
**Hájek - Dalovice
profil km 180,520**

Izolinie maximálních smykových přetvoření
- stávající stav násypu
- nastoupaná HPV
- detail vrstvy jílu pod násypem



Hájek - Dalovice profil km 180,520

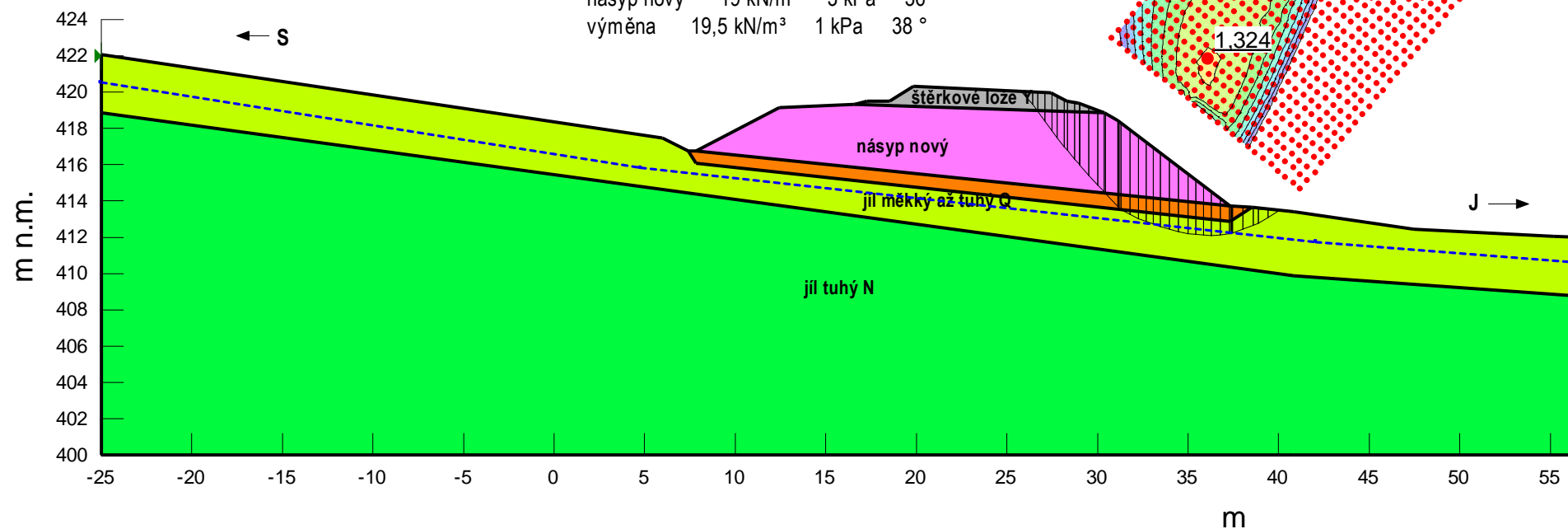
Posouzení stability nového násypu
- nastoupaná HPV



Hájek - Dalovice
profil km 180,520

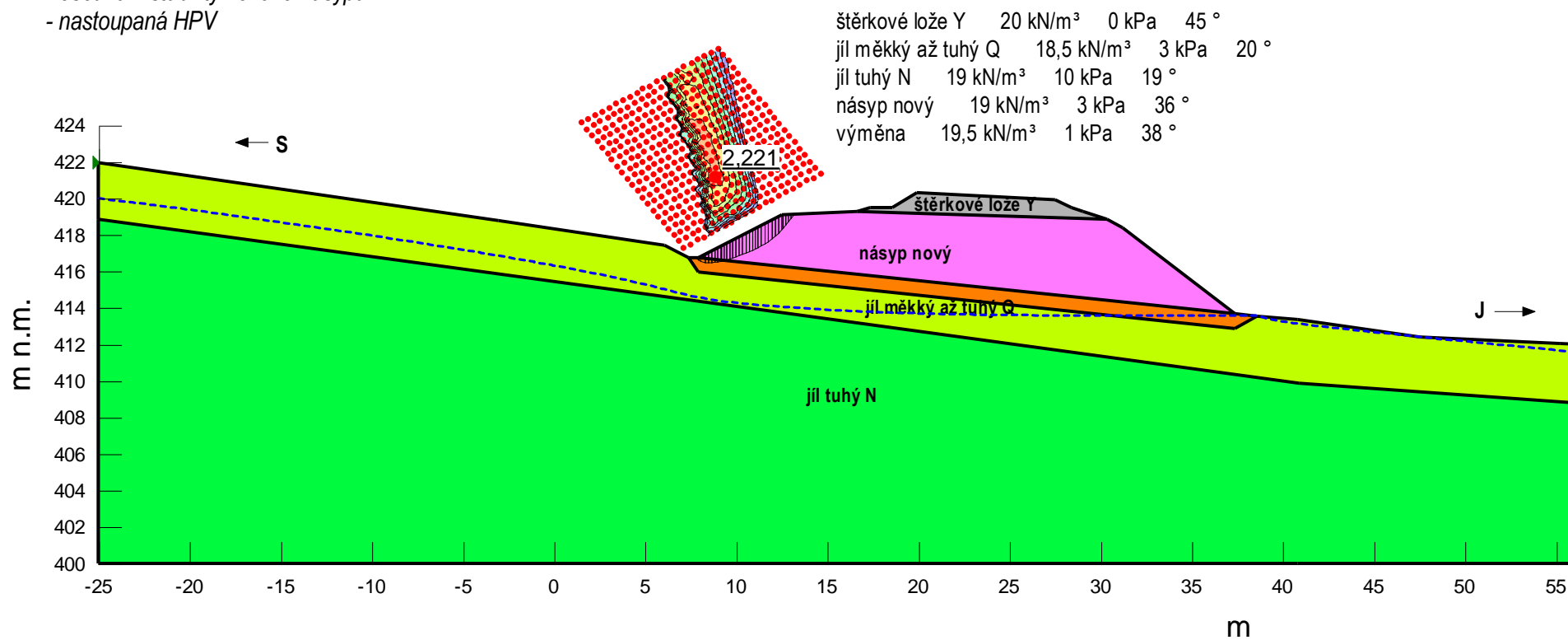
Posouzení stability nového násypu
HPV - body

šterkové lože Y	20 kN/m ³	0 kPa	45 °
jíl měkký až tuhý Q	18,5 kN/m ³	3 kPa	20 °
jíl tuhý N	19 kN/m ³	10 kPa	19 °
násyp nový	19 kN/m ³	3 kPa	36 °
výměna	19,5 kN/m ³	1 kPa	38 °



Hájek - Dalovice
profil km 180,520

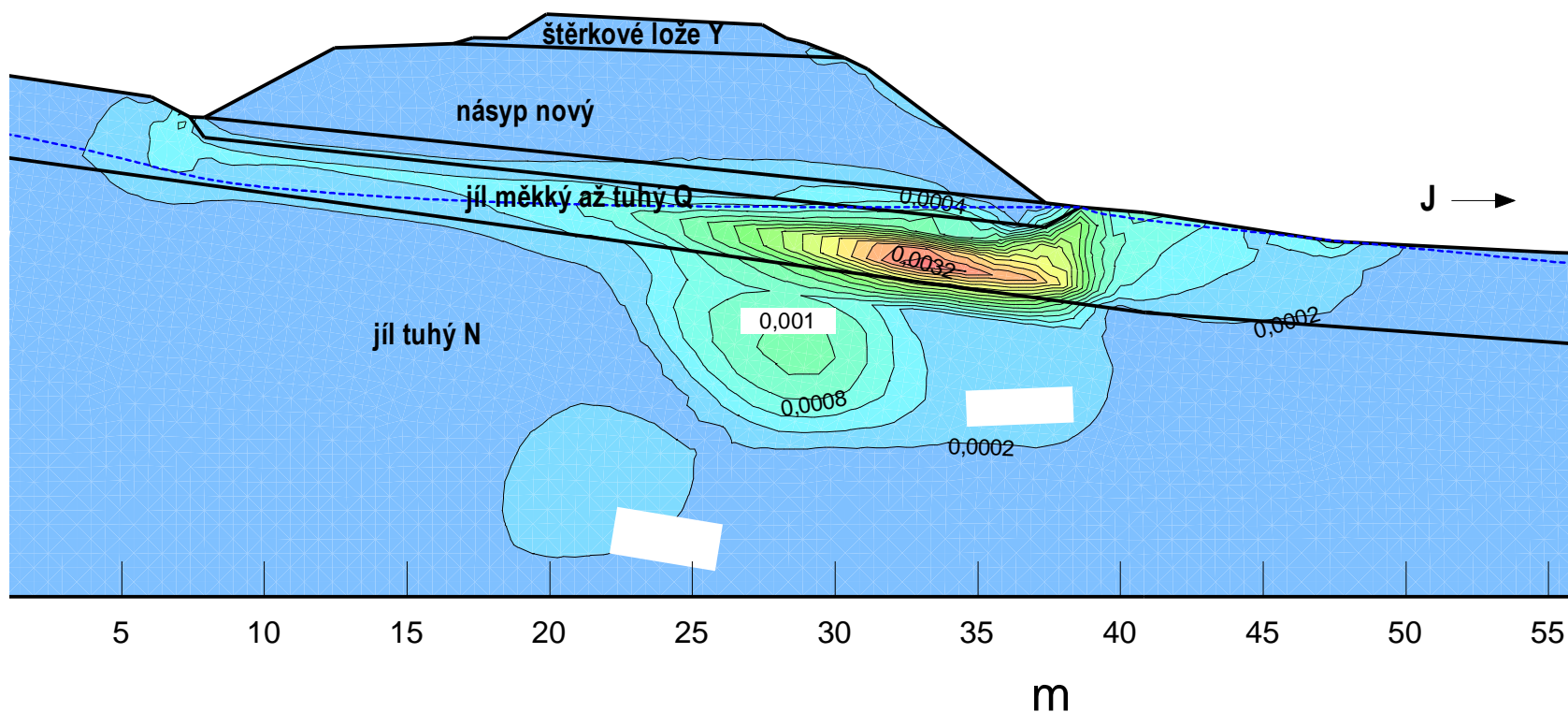
Posouzení stability nového násypu
- nastoupaná HPV



Hájek - Dalovice profil km 180,520

Izolinie maximálních smykových přetvoření

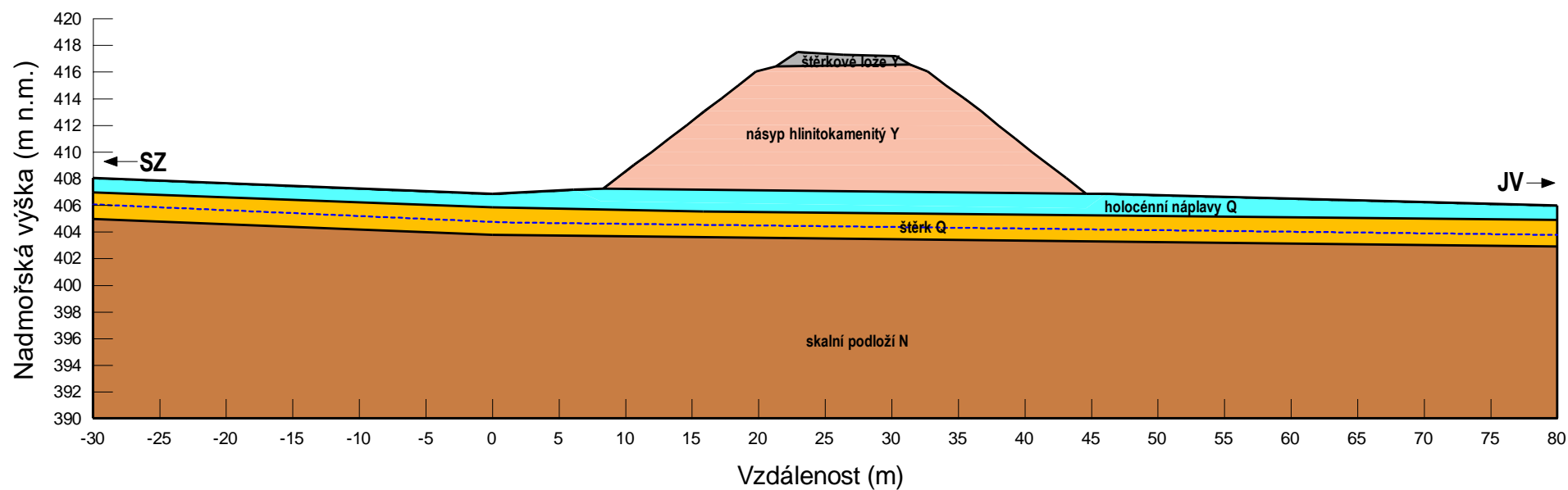
- nový násyp
- nastoupaná HPV
- detail vrstvy jílu pod násypem



6.14 Výsledky v profilu km 180,800

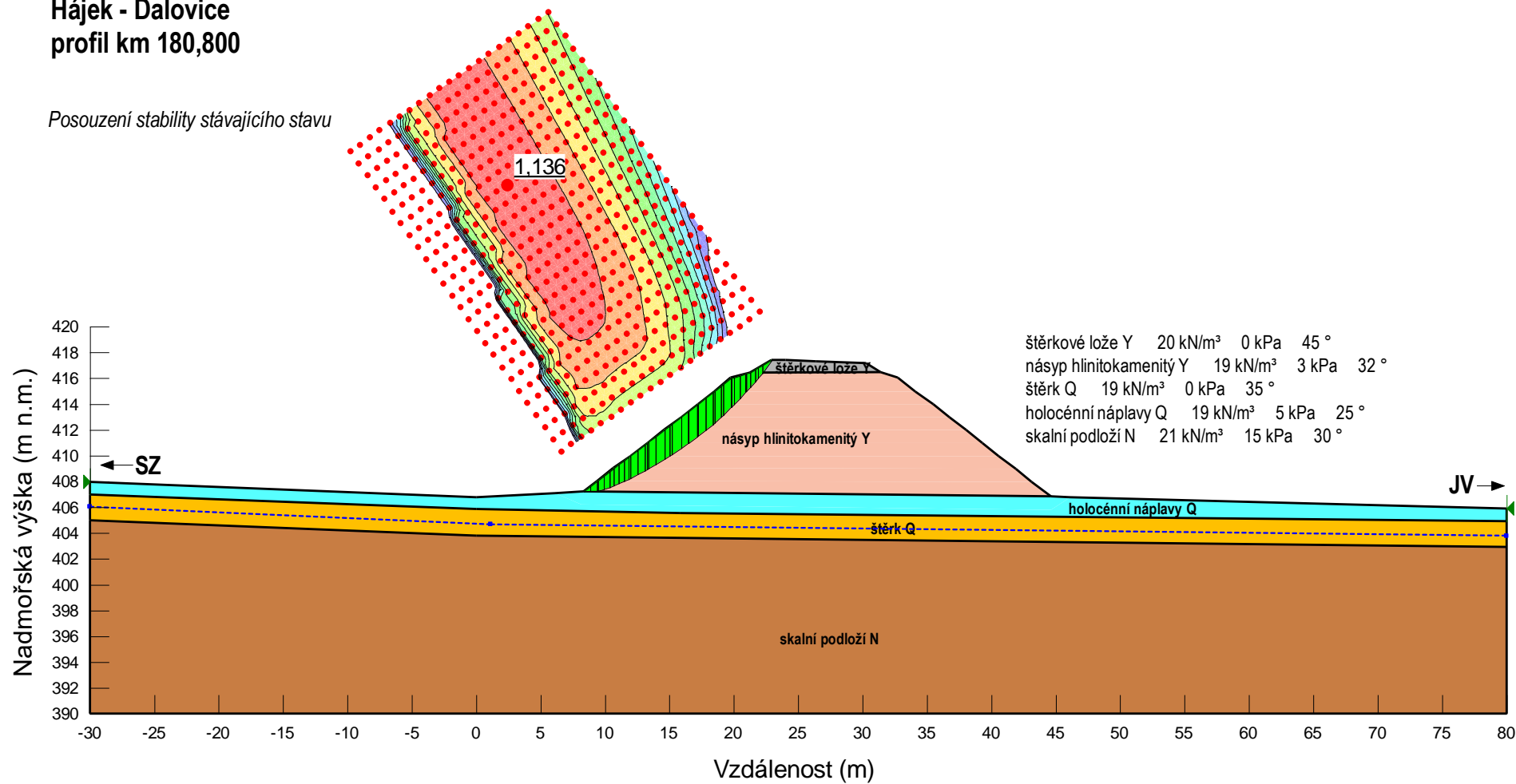
Hájek - Dalovice
profil km 180,800

Výpočetní profil



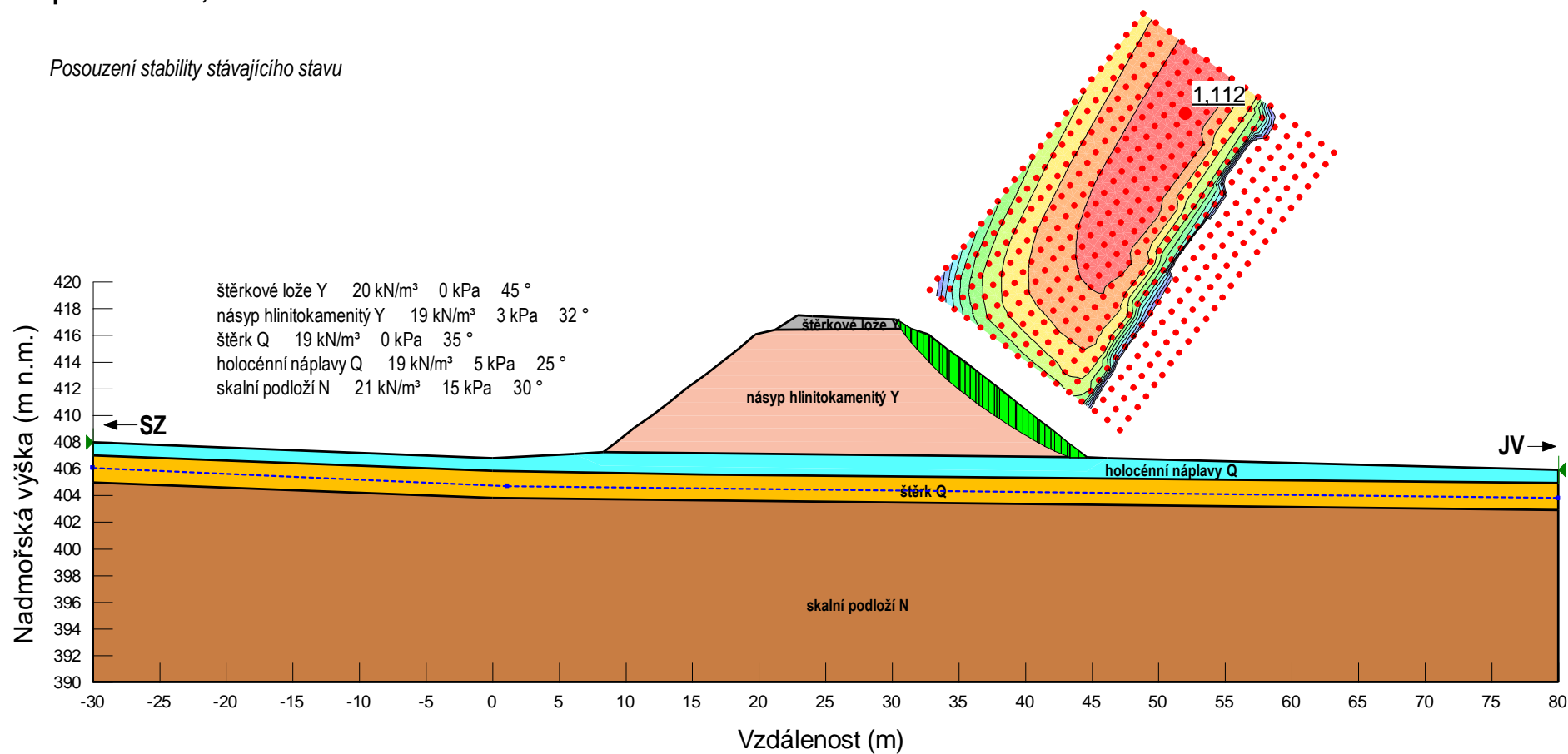
**Hájek - Dalovice
profil km 180,800**

Posouzení stability stávajícího stavu



**Hájek - Dalovice
profil km 180,800**

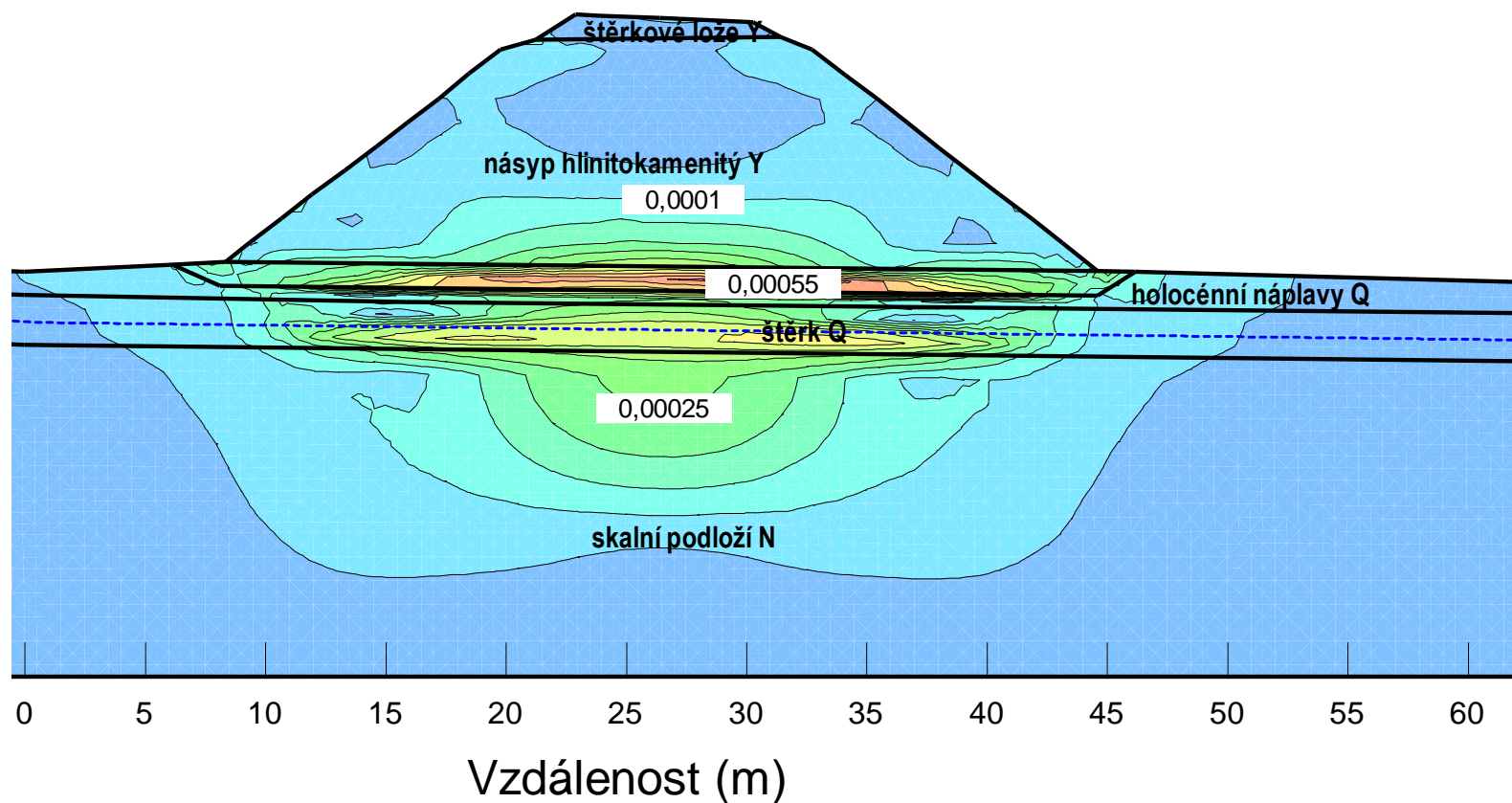
Posouzení stability stávajícího stavu



Hájek - Dalovice profil km 180,800

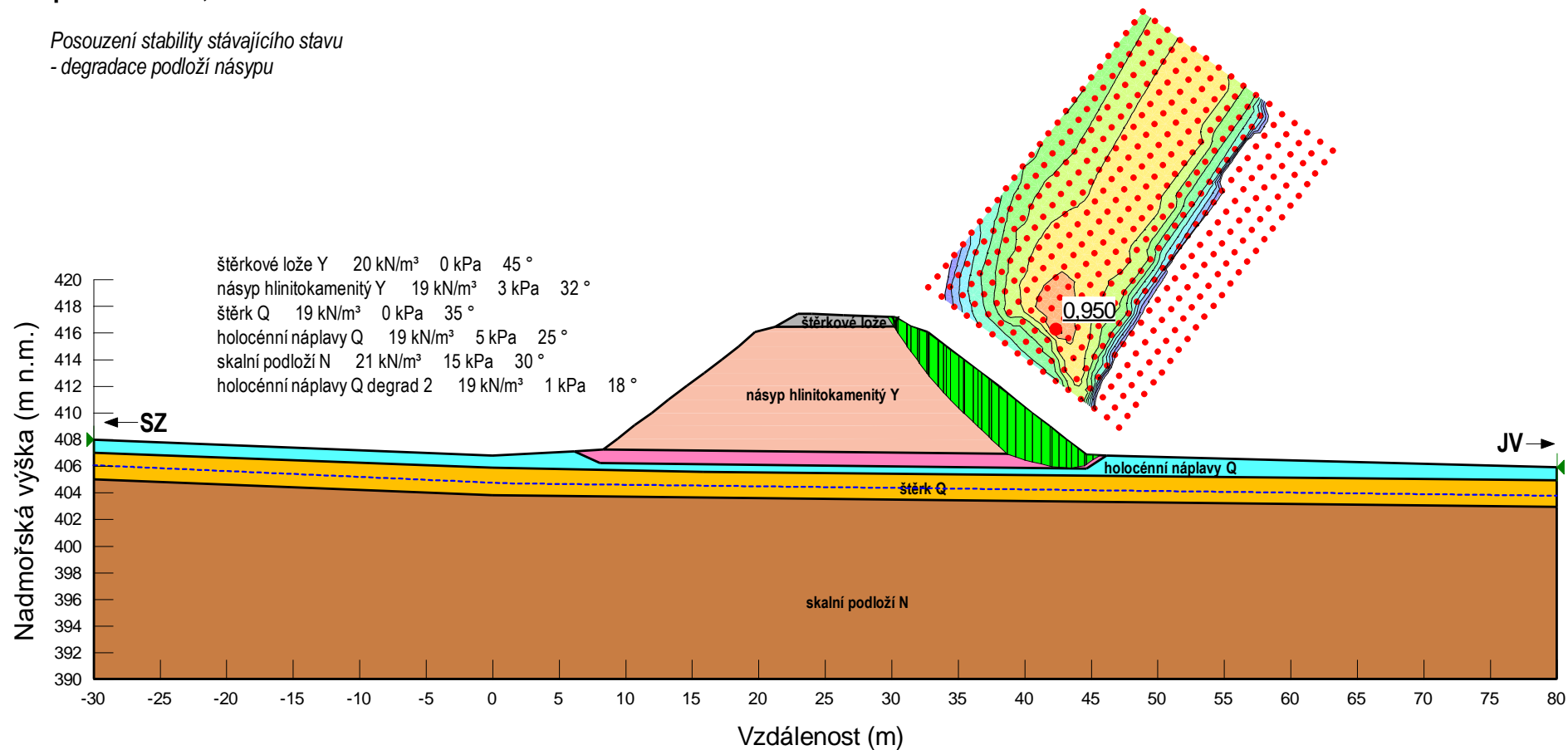
Izolinie maximálních smykových přetvoření

- stávající materiál násypu
- degradace podloží násypu

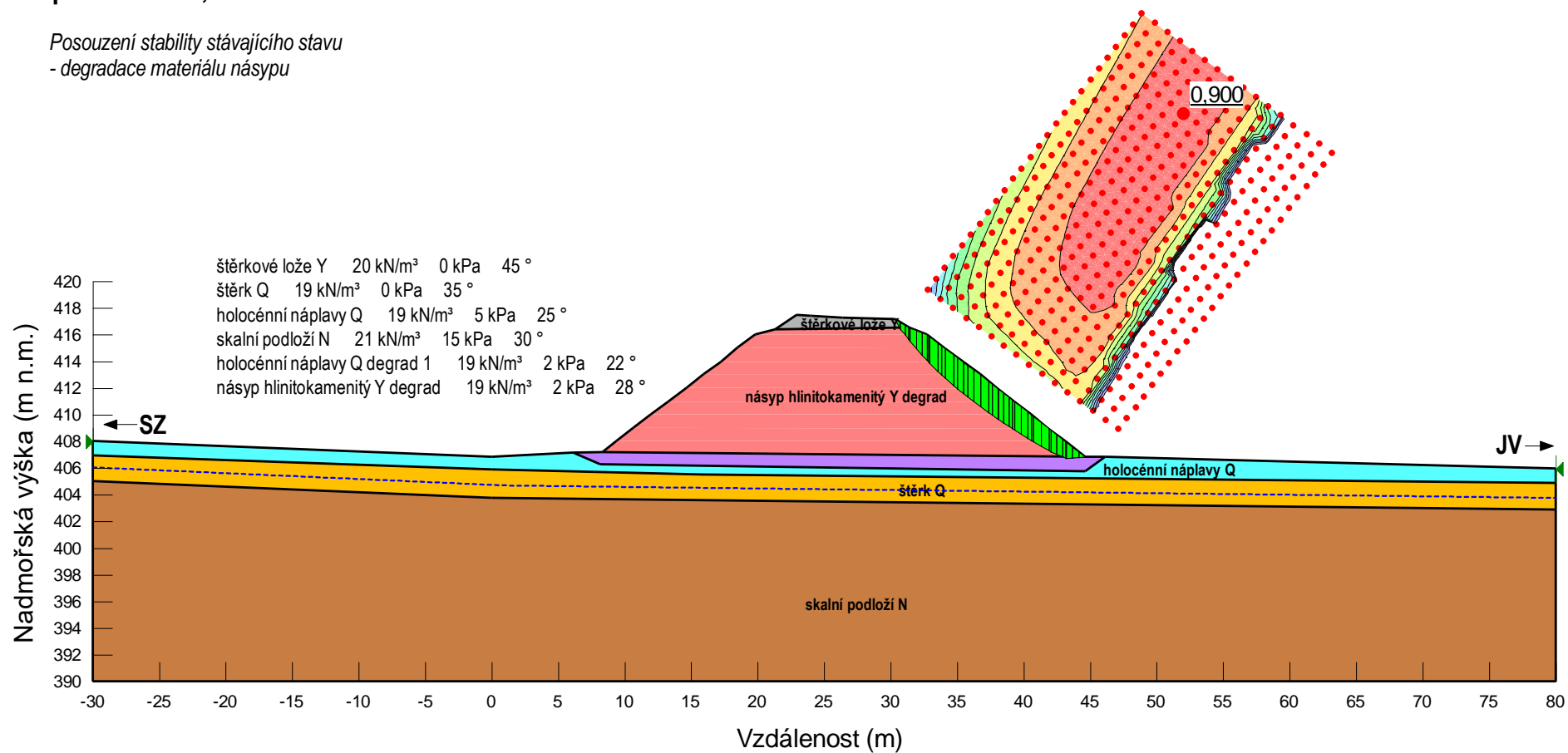


Hájek - Dalovice profil km 180,800

Posouzení stability stávajícího stavu
- degradace podloží násypu

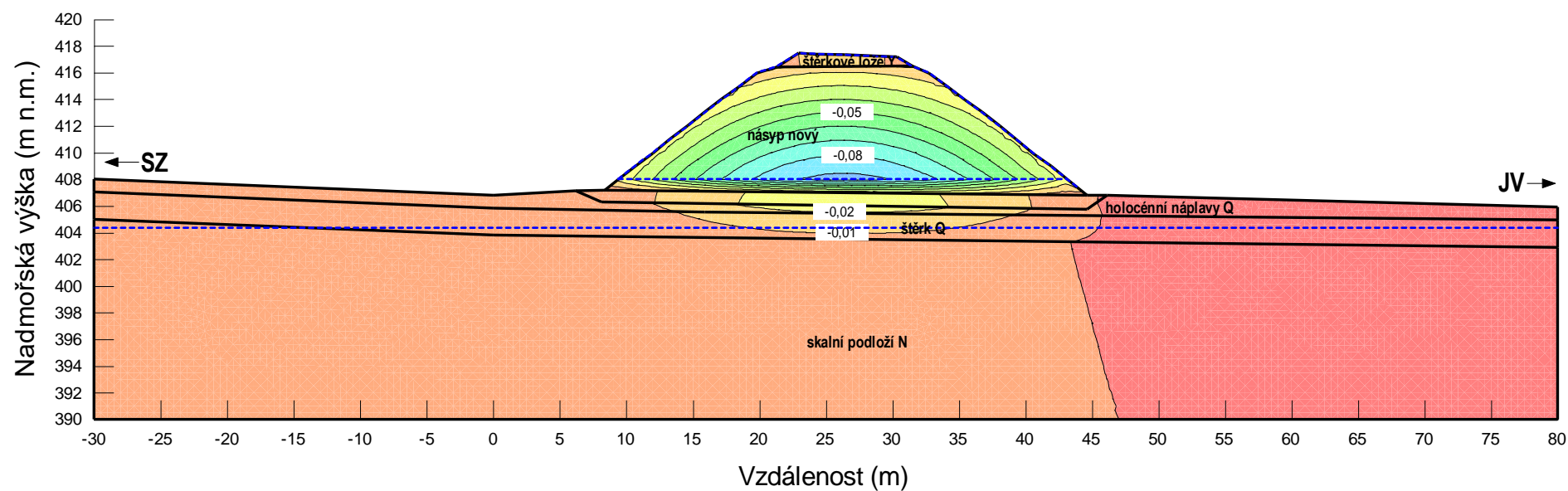


*Posouzení stability stávajícího stavu
- degradace materiálu násypu*



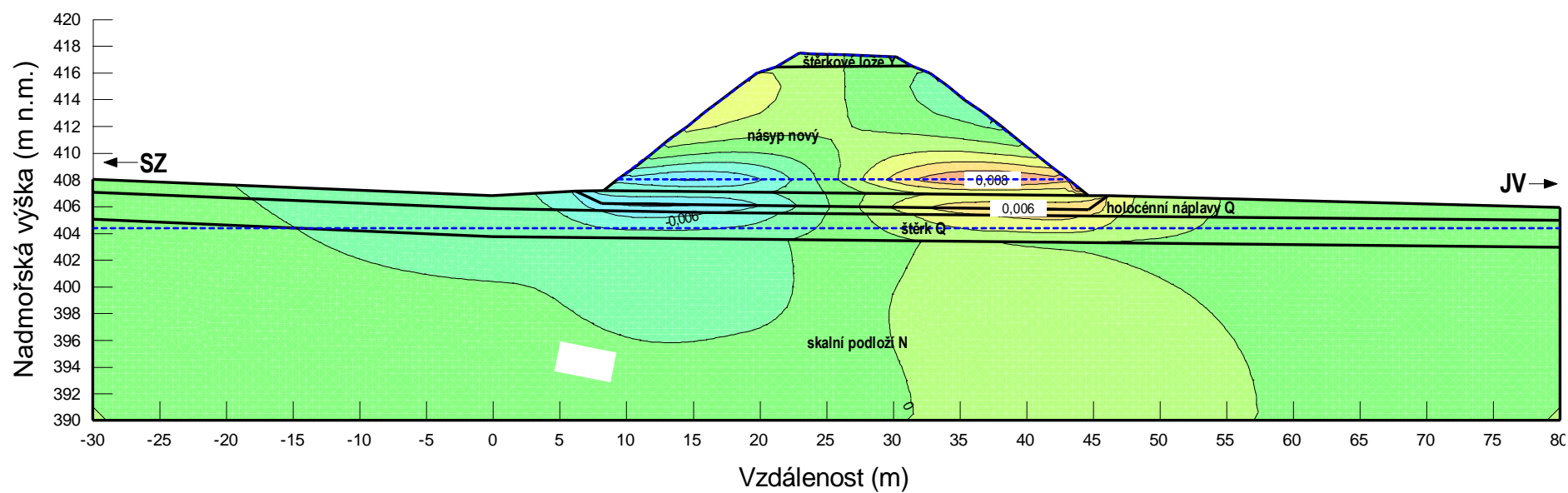
**Hájek - Dalovice
profil km 180,800**

Izolinie konečných svislých deformací v m po výstavbě nového násypu

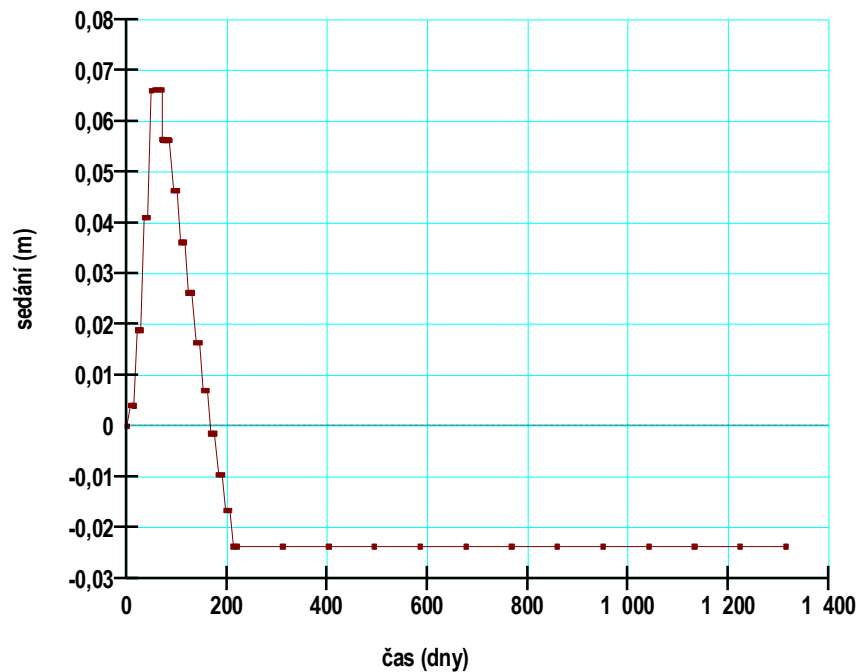


Hájek - Dalovice
profil km 180,800

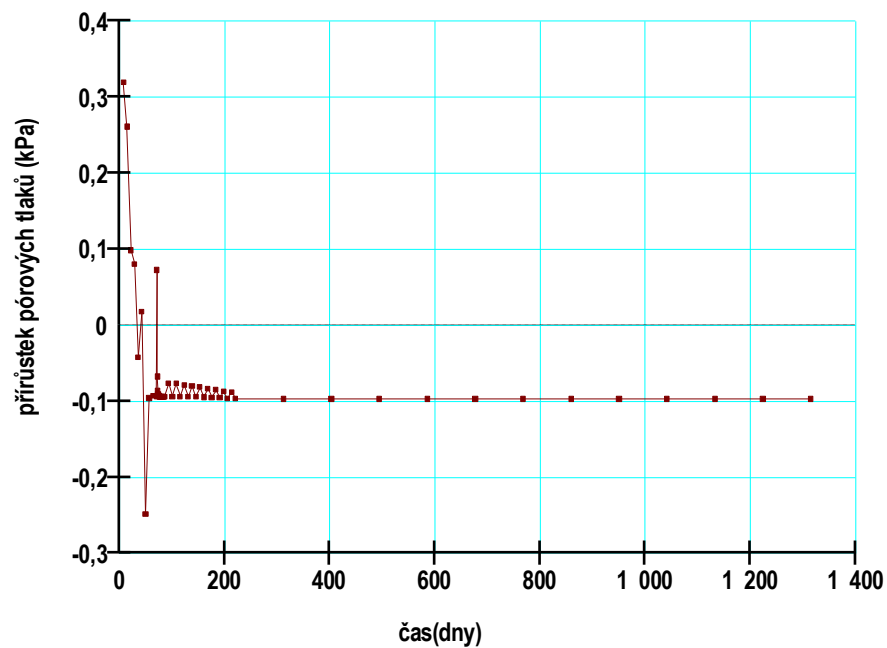
Izolinie konečných vodorovných deformací v m po výstavbě nového násypu



Časový průběh sedání na rozhraní násyp-terén, osa

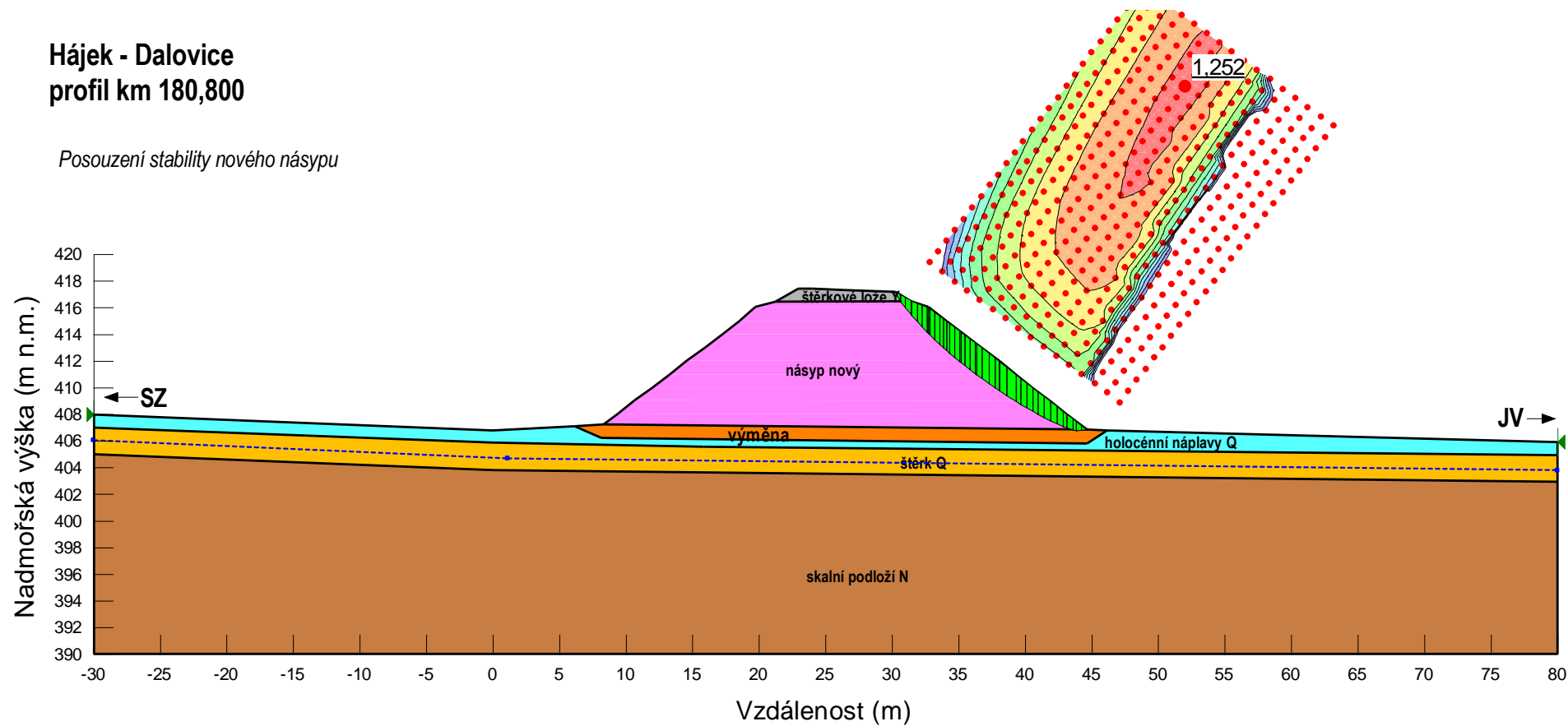


Průběh přírůstků pórového tlaku při výstavbě nového násypu cca 5 m pod terénem



**Hájek - Dalovice
profil km 180,800**

Posouzení stability nového násypu



**Hájek - Dalovice
profil km 180,800**

Posouzení stability nového násypu

