

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEOTECHNIKY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEOTECHNICS

ZAKLÁDÁNÍ OD PÍKY - ZAKLÁDÁNÍ V OBLASTI ROŽNOVA POD RADHOŠTĚM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

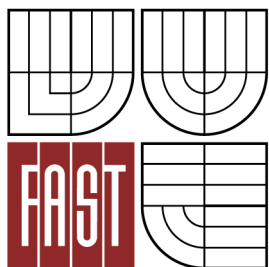
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Magdaléna Blinková

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEOTECHNIKY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEOTECHNICS

ZAKLÁDÁNÍ OD PÍKY - ZAKLÁDÁNÍ V OBLASTI ROŽNOVA POD RADHOŠTĚM

FOUNDING OF BUILDINGS FROM THE SCRATCH - FOUNDING IN ROŽNOV POD RADHOŠTĚM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Magdaléna Blinková

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. HELENA BRDEČKOVÁ

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav geotechniky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Magdaléna Blinková
Název	Zakládání od píky - Zakládání v oblasti Rožnova pod Radhoštěm
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Helena Brdečková
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce	25. 5. 2012
V Brně dne 30. 11. 2011	

.....
doc. Ing. Lumír Miča, Ph.D.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Budou předávány vedoucí bakalářské práce postupně.

Doporučená literatura:

CHLUPÁČ, Ivo a kolektiv: Geologická minulost České republiky, Academia 2002

WEIGLOVÁ, Kamila: Mechanika zemin, CERM Brno, 2007

ZÁRUBA, Q., VACHTL, J., POKORNÝ, M.: Základy geologie a petrografie pro stavební fakulty, SNTL Alfa Praha - Bratislava, 1972

ZÁRUBA, Quido, MENCL, Vojtěch: Inženýrská geologie, Academia Praha, 1974

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla

ČSN EN 1997-2 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

Zásady pro vypracování

Studentka prokáže svoji znalost inženýrskogeologických poměrů oblasti Rožnova pod Radhoštěm.

Dále předloží studii vhodných způsobů založení budovy v několika lokalitách studované oblasti s různými základovými poměry.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

Zadání práce

1. Úvodní část, seznámení s problematikou BP
2. Zhodnocení geologických a inženýrskogeologických poměrů Rožnovska
3. Zhodnocení základových poměrů vybraných lokalit
4. Statické výpočty
5. Výkresová dokumentace
5. Seznam použité literatury
6. Koncepty

.....
Ing. Helena Brdečková
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem práce je zhodnotit chování základových půd pod zatížením. V první části práce budou přiblíženy inženýrsko-geologické poměry v oblasti Rožnova pod Radhoštěm. Dále budou popsány a určeny vlastnosti zemin. Závěrem práce bude srovnání chování základových půd ve vybraných lokalitách.

Abstrakt anglicky

The aim of thesis is to evaluate the foundation soil behavior under load. In the first part of the thesis I closer to engineering-geological conditions in Rožnov pod Radhoštěm. In the next part I describe properties of soils. The conclusion of the thesis is the compare the behavior of foundation soils at selected locations.

Klíčová slova

geologie, flyšové pásmo, svahové pohyby, mechanika zemin, laboratorní zkoušky,

Key words

geology, flysch zone, landslides, mechanics soil, laboratory tests

Bibliografická citace VŠKP

BLINKOVÁ, Magdaléna. *Zakládání od píky – Zakládání v oblasti Rožnova pod Radhoštěm: bakalářská práce*. Brno, 2012. 63 s., 51 s. příloh. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav geotechniky. Vedoucí bakalářské práce Ing. Helena Brdečková.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Heleně Brdečkové za poskytnutí podkladů, za čas, který mi věnovala při konzultacích a za rady a pomoc v laboratoři. Také bych chtěla poděkovat Jiřímu Janovskému a Sylvii Tvarůžkové za ochotu a pomoc při provádění laboratorních zkoušek.

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	GEOLOGICKÝ VÝVOJ ZÁPADNÍCH KARPAT.....	12
2.1	Tektonické členění Západních Karpat	13
2.1.1	Vnitřní Karpaty.....	13
2.1.2	Vnější Karpaty.....	14
2.2	Geologie Rožnovska	15
2.3	Geologický vývoj Vsetínska	18
2.4	Geomorfologie Vsetínska	21
2.4.1	Současný reliéf	21
2.4.2	Vývoj reliéfu.....	22
2.5	Svahové procesy	23
2.5.1	Svahový pohyb Rožnov – Kozák	25
3	KLASIFIKACE ZEMIN	28
3.1	Klasifikace zemin podle ČSN 731001.....	28
3.1.1	Zeminy písčité	29
3.1.2	Zeminy písčité a štěrkovité.....	30
3.1.3	Zvláštní zeminy	31
3.2	Klasifikace zemin podle Evropské normy EN ISO 14688-1	32

3.2.1 Část 1: Pojmenování a popis zemin	32
3.2.2 Část 2: Zásady pro zařídování	33
4 ODBĚR VZORKŮ A ZKOUŠENÍ VLASTNOSTÍ	34
4.1 Vlastnosti a zkoušení zemin	34
4.1.1 Vlhkost w	35
4.1.2 Zdánlivá hustota pevných částic ρ_s	36
4.1.3 Objemová hmotnost zeminy ρ	37
4.1.4 Charakteristiky vzájemného poměru fází v zemině	37
4.1.5 Konzistenční meze zemin	39
4.1.6 Zrnitost	41
4.1.7 Pevnost zemin	43
4.1.8 Stlačitelnost zemin	43
5 VÝPOČET ÚNOSNOSTI A SEDÁNÍ PLOŠNÉHO ZÁKLADU	46
5.1 Rožnov – Průmyslový areál	49
5.1.1 Varianta 1	50
5.1.2 Varianta 2	50
5.1.3 Varianta 3	51
5.1.4 Varianta 4	52
5.2 Rožnov – areál statku Hradisko	52
5.2.1 Varianta 1	53

5.2.2	Varianta 2	54
5.2.3	varianta 3	54
5.2.4	Varianta 4	55
5.3	Údolí Báčov	55
5.3.1	Varianta 1	56
5.3.2	Varianta 2	56
5.3.3	Varianta 3	57
5.3.4	Varianta 4	57
6	ZÁVĚR.....	59
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	61
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	62
	SEZNAM PŘÍLOH.....	63

1 ÚVOD

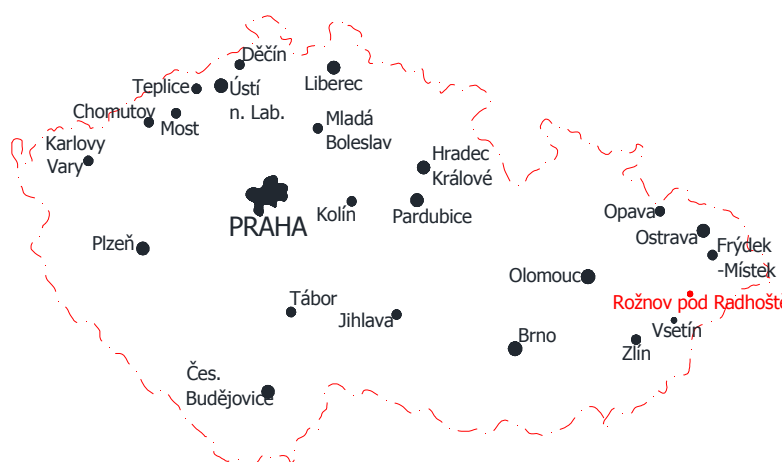
Oblast Rožnova pod Radhoštěm je z hlediska zakládání staveb zajímavou lokalitou, především z důvodu, že se nachází ve flyšovém pásmu. To je charakteristické střídáním vrstev jílovců a pískovců. Tyto vrstvy byly narušeny horotvornými pochody, což má vliv na jejich technické vlastnosti.

Cílem bakalářské práce je seznámení se s inženýrsko-geologickými poměry dané oblasti a určení chování základové půdy pod zatížením v určených lokalitách. Protože se jedná o oblast typickou a hojnou na sesuvy, bude v práci popsán a přiblížen aktivní sesuv, který se zde nachází. Abychom mohli chování základové půdy určit, budeme obeznámeni také s vlastnostmi zemin a jejich určováním. Doplnujícím bodem práce bude odebrání vzorku zeminy v oblasti Rožnova a jeho následné zkoušení a vyhodnocení v laboratoři. Vlastnosti odebrané zeminy budou použity pro výpočet chování pod základem v jedné z lokalit.

V závěru práce bude proveden výpočet únosnosti a sedání základové půdy pro určené lokality na různých variantách rozměrů základové konstrukce. Výsledky výpočtů budou navzájem porovnány.

2 GEOLOGICKÝ VÝVOJ ZÁPADNÍCH KARPAT

Město Rožnov pod Radhoštěm se nachází ve Vsetínském okrese na východě České republiky, 25 kilometrů západně od severní části hranic se Slovenskem viz Obr. 2-1. Z geografického hlediska se nalézá v celku Hostýnsko- vsetínské hornatiny, podcelku Vsetínských vrchů (viz Obr. 2-5). Terén je členitý s nadmořskou výškou 300- 400 metrů nad mořem. Z hlediska geologického členění jde o vnější flyšové pásmo Západních Karpat, které jsou jedním ze tří podcelků Karpat. Karpaty jsou součástí mladého alpsko-karpatského horstva, vzniklého ve třetihorách, působením několika fází alpínského vrásnění a mají typickou příkrovovou stavbu. Zdvihají se z Dunajského údolí a pokračují celým Slovenskem na východ k hranicím se Zakarpatskou Ukrajinou, kde navazují na Východní Karpaty. Oproti Českému masívu jsou geologicky podstatně mladší, což se projevuje i na jejich morfologickém charakteru.

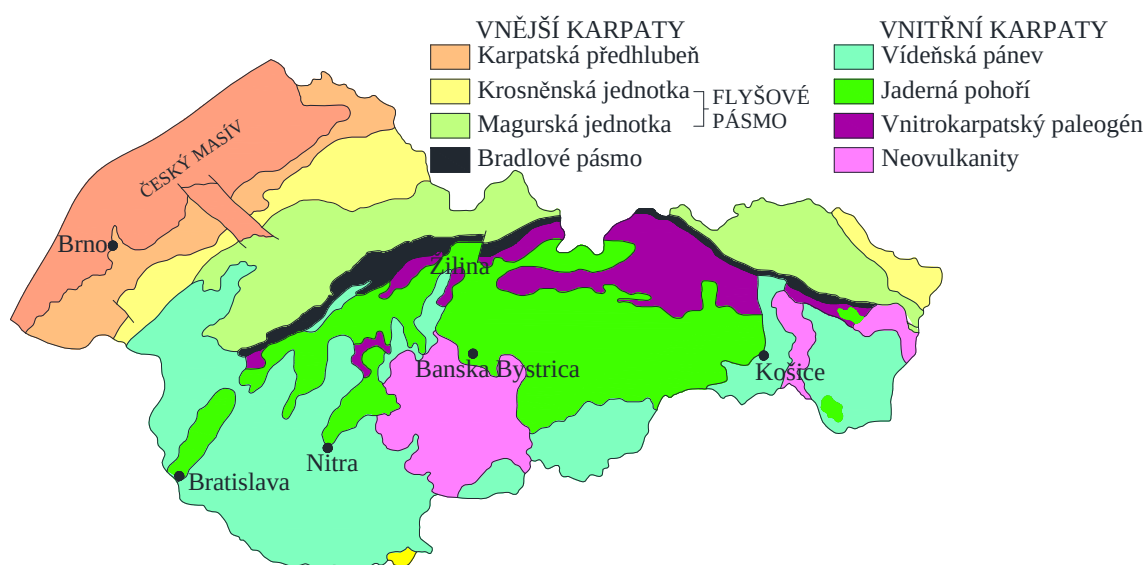


Obr. 2-1 Mapa ČR [16]

Území Karpat se v paleozoiku a starším období vyvíjelo podobně jako Český masív, ale na začátku druhohor nastává značně odlišný vývoj, neboť v této době vzniká rozsáhlá alpsko-karpatská geosynklinála, jejíž uloženiny byly intenzivně alpínsky vrásněny. V těchto horotvorných pochodech, odehrávajících se v několika fázích během křídý a třetihor, vznikají výrazné antiklinální a synklinální struktury a mohutné příkrovy. Vrásněné pochody postupovaly od středu karpatského oblouku k jeho okraji a takto se posunovaly i oblasti sedimentace. V konečných fázích horotvorných pochodů, se nasunoval okraj Karpat na okraj Českého masívu a vznikla neogenní předhlubeň, jejíž

uloženiny tvoří na povrchu území hranici mezi Českým masívem a Karpaty. Tímto nasunutím se výrazně projevilo omezení vnějšího karpatského horstva. Vnitřní hranice je oproti tomu méně jasná, její horotvorné pochody byly ukončeny ve třetihorách rozsáhlými výlevy andezitů a ryolitů. Na základě tektonických hledisek se Západní Karpaty dělí na Vnitřní a Vnější.

[1]



Obr. 2-2 Tektonické členění Západních Karpat na území České republiky a Slovenska [4]

2.1 Tektonické členění Západních Karpat

2.1.1 Vnitřní Karpaty

- jaderná pohoří
- slovenské Rudohoří
- subtatranské příkrovy
- vnitrokarpatský paleogén
- oblasti třetihorních vyvěřelin
- neogenní pánve a kotliny

Vnitřní Karpaty nezasahují na území Moravy. Vyznačují se značnou morfológickou členitostí a horským, místy až vysokohorským rázem. Horský ráz mají především jaderná pohorí. V jednotlivých jádrech vystupují staré krystalinické horniny spolu s granitoidními horninami, které byly za alpínského vrásnění vyzdviženy. Jejich plášť budovaný mladším paleozoikem a zejména druhohorními sériemi má velmi složitou geologickou stavbu, na které se podílejí vedle původního obalu i rozsáhlé příkrovy nasunuté z jižnějších oblastí. Mezihorské deprese a vnitrohorské pánve jsou vyplněny sedimenty starších a mladších třetihor.

2.1.2 Vnější Karpaty

- bradlové pásmo
- flyšové pásmo
- karpatská předhlubeň

Na území Moravy zasahuje pouze flyšové pásmo a karpatská předhlubeň. Západní úsek flyšových Karpat zaujímá celou jihovýchodní Moravu a zasahuje na severozápadní Slovensko. Vnější západní Karpaty formovaly zejména mesozoické a terciérní horotvorné pochody. Charakteristické jsou pro ně dalekosáhlé horizontální příkrovy přesouvané až v neogénu.

Flyšové pásmo, tvořící vnější oblouk Karpat, prošlo složitým tektonickým vývojem. V předpolí vnitřních Karpat vznikala ve svrchní křídě až starších třetihorách rozsáhlá předhlubeň geosynklinálního rázu a ta se postupně vyplňovala mořskými uloženinami. Tím zde vznikla velmi mocná souvrství pískovců, jílovců i slepenců, jejichž vrstvy se mnohonásobně střídají. Vzájemné střídání pískovců s vrstvami jílovitých břidlic a slínů je typické pro karpatský flyš. Rychlé střídání materiálu i charakter vrstevních ploch nasvědčuje neklidnou sedimentaci, během níž probíhaly horotvorné pochody. Flyšová souvrství byla v miocénu vyvrásněna a nasunuta jako mohutné příkrovy až na neogén karpatské předhlubně.

[4]

Flyšová pásma se dělí na dvě hlavní tektonické jednotky, na pásmo vnější, nazývané krosněnské, a pásmo vnitřní, magurské (viz. Obr.). Oblast Rožnova pod Radhoštěm se

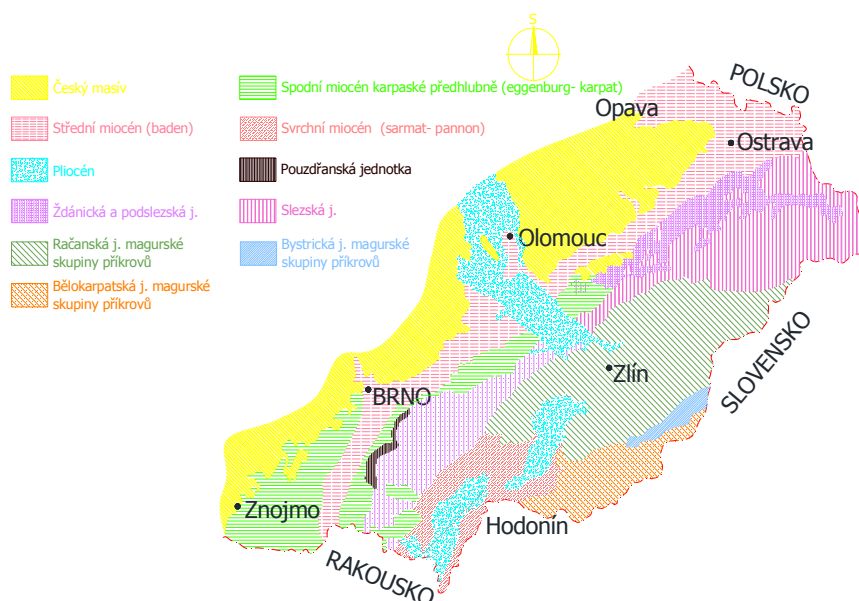
vyskytuje ve vnitřní - magurské zóně, která lemuje prakticky celé Západní Karpaty, a převládají v ní vrstvy paleogenního stáří. Různé jílovce a pískovce se střídají v různém poměru. Pískovce bývají slídnaté, s kaolinitickým, jílovitým nebo i křemičitým tmelem. Místa přecházejí do drobných slepenců a v některých polohách obsahují glaukonit. Magurské pásmo je rozčleněno podle litologického vývoje a tektonické stavby v řadu souvrství.

Flyšové pásmo je chudé na nerostné suroviny. Pro stavební účely se užívá jako stavebního kamene flyšových pískovců, které pokud se vyskytují v mocnějších lavicích, mají trvanlivý tmel.

Horniny vnějšího flyšového pásma byly během horotvorných pochodů velmi tektonicky narušeny, což je patrné na jejich technických vlastnostech. Souvrství břidlic a pískovců byla roztačena, lavice pískovců jsou často roztrhány nebo prostoupeny otevřenými příčnými trhlinami. Jílovce bývají stlačené a podél vrstevních ploch dochází k dílčím posunům, takže pevnost ve smyku podél těchto dílčích smykových ploch je podstatně snížena.

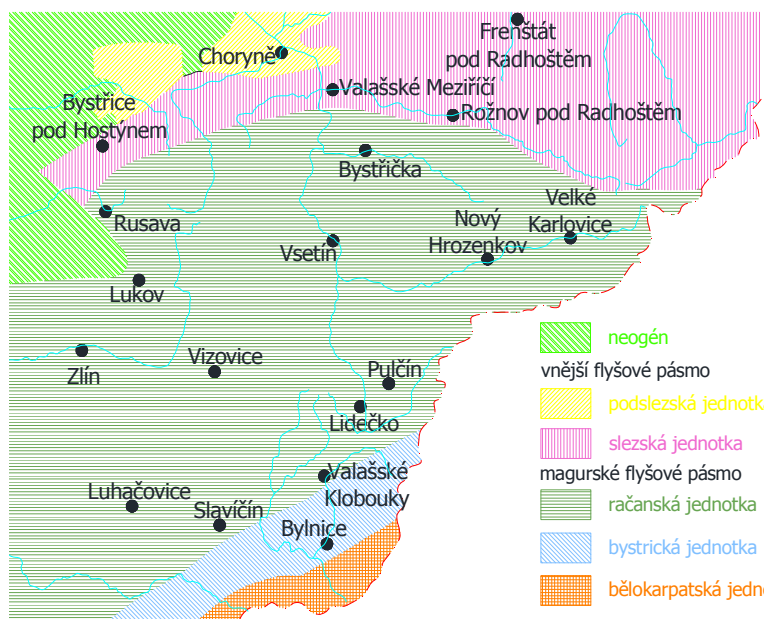
[4]

2.2 Geologie Rožnovska



Obr. 2-3: Schéma regionálního geologického členění Karpat (podle [8])

Z hlediska geologického členění se Rožnovsko nachází ve flyšovém pásmu Západních Karpat (viz Obr. 2-2). Přesněji Rožnov leží na rozhraní slezské jednotky vnějšího flyšového pásma a račanské jednotky magurského flyšového pásma (viz Obr. 2-4). Obě jednotky představují střídání jemnozrnných až středně zrnitých drobových nebo arkózových pískovců s pelitickými horninami. Výjimečně se vyskytují polohy slepenců s valouny granitoidů.



Obr. 2-4: Plošný rozsah geologických jednotek flyšového pásma na Valašsku (podle [2])

Slezská jednotka je zastoupena godulským a kelčským vývojem, mezi nimiž jsou drobné litologické odlišnosti v sedimentaci ve spodní a svrchní křídě. K vrstevnímu sledu od spodní křídě do oligocénu patří těšínsko-hradišťské, veřovické, lhotecké, godulské, istebňanské, podmenilitové, menilitové a krosněnské souvrství. Těšínsko-hradišťské souvrství je spodnokřídového stáří. Tvoří jej flyšové střídání jílovců a pískovců. Litologický charakter se mění z drobně rytmičského flyše v podloží přes hrubě lavicovité pískovce se slepenci až do převahy tmavých jílovců v nadloží. Ve veřovickém a lhoteckém souvrství, stáří v intervalu svrchní části spodní křídě, převládají černé, slabě prokřemenělé jílovce. Godulské souvrství je svrchnokřídové. Většina jeho mocnosti (až 3000 m) je tvořena typickým flyšem s různě mocnými rytmy a s převahou pískovců. Ve spodní části má pestré vrstvy s převahou jílovců, které mohou být lokálně zastoupeny ostravickým pískovcem. Z podloží godulského souvrství

se vyvíjelo istebňanské, jehož stáří je od nejsvrchnější křídý po paleocén. Má typický turbiditní charakter s převahou drobových a arkózových pískovců se slepenci, prokládanými polohami, ve kterých převažují jílovce. Istebňanské a godulské souvrství mají celkovou mocnost přes 4000 m a tvoří deskovité těleso dílčího godulského příkrovu. Podmenilitové souvrství je paleocénního až spodnooligocénního stáří. Je charakteristické převahou jílovcové nebo písčité sedimentace. Pískovce se označují ciezkovické a jílovce mají zelenošedé, šedé a červené odstíny. Menilitové souvrství je tvořeno převážně jílovcovými vrstvami s hnědočernými jílovci s polohami rohovců. Sedimentaci ve slezském bazénu ukončuje krosněnské souvrství vyznačující se typickým flyšovým vývojem s šedými vápnitými jílovci a laminovanými pískovci. Ve slezské jednotce se také vyskytují vulkanity těšínitové asociace – pikrity a těšínity.

V račanském bazénu začala flyšová sedimentace ve spodní křídě, je ukončena ve svrchním eocénu, místy až ve spodním oligocénu. Vyvinulo se zde soláňské, belovežské a zlínské souvrství. U soláňského souvrství lze rozlišit dvě facie. První facii psamiticko-pelitická je tvořena ráztockou a hostýnskou vrstvou s převahou středně rytmického flyše. Druhou psamitickou facii tvoří lukovské vrstvy s převahou hrubozrnných pískovců, většinou drobně slepencových, které jsou dominantní horninou. Místy mohou být v pískovcích obsaženy i několikametrové polohy slepenců s podílem exotického materiálu. Belovežské souvrství vzniklo v nadloží soláňského souvrství v důsledku význačného sjednocení facií a má mocnost asi 200 m. Je většinou tvořeno drobně rytmickým flyšem s pestře zbarvenými nevápnitými jílovci a pískovci. V zájmové lokalitě jílovce převládají. V některých pruzích může souvrství obsahovat několik desítek metrů mocné polohy hrubozrnných arkózových pískovců, které jsou místy doprovázeny cihlově červenými jílovci. Stáří souvrství je v rozsahu svrchního paleocénu až středního eocénu. Nacházejí se zde rozsáhlá fosilní sesuvná území s pseudokrasovými jevy. (U Študlova se v belovežském souvrství nacházejí úlomky a drobná tělesa jantaru. Celkově lze na základě geochemických analýz vyvodit, že jantar ze Študlova je geneticky spjatý s uhlím bohatým na pryskyřičné látky - resinit, které se vyskytuje na této lokalitě ve stejném souvrství. Ve srovnání s jinými jantary, například baltským, byl študlovský jantar vystaven v geologické minulosti vyšším teplotám). Zlínské souvrství zaujímá největší část v račanské jednotce a jeho mocnost přesahuje 3000 m. Litologicky není zlínské souvrství jednotné a je členěno na vrstvy rusavké,

křivské, újezdské, luhačovické, vsetínské a kyčerské. Rusavské vrstvy (300 m) jsou zastoupeny hrubě zrnitými až drobně slepencovitými pískovci, s hojnou přítomností zelenošedých jílovců a exotických valounů až bloků s hojnými znaky podvodní eroze. V křivských vrstvách (500 m) převažují mocné sekvence šedých vápnitých jílovců nad vápnitými pískovci. Vzácně se mohou vyskytovat i vložky šedých, velmi jemnozrnných vápenců. Újezdské vrstvy (400 m) jsou charakterizovány šedými a zelenošedými, místy tmavě hnědými a šedočernými, vápnitými i nevápnitými jílovci, které mají mocnost až několik metrů. Luhačovické vrstvy (400 m) zastupují šedé až bílošedé, hrubozrnné, balvanitě ovětrávající pískovce, tvořící několika metrové lavice nad sebou. Pískovce jsou vytříděné, křemité nebo křemito – arkóзовé, středo- až hrubozrnné, někdy drobně slepencovité. Vsetínské vrstvy (1500 m) jsou plošně nejrozšířenější jednotkou zlínského souvrství i celé račanské jednotky. Vyznačují se značnou převahou šedých a zelenošedých vápnitých jílovců nad vrstvami pískovců s glaukonitem. Kyčerské vrstvy mají mocnost až několik stovek metrů, jsou převážně pískovcové s podřízenými jílovci. [3] [8]

Kvartérní pokryv v zájmové oblasti je budován převážně svahovinami, a to jak hlinito-kamenitými sutěmi, tak deluviálními hlínami písčitými a hlinito- písčitými. V údolích řek se vyskytují fluvialní sedimenty zastoupené náplavovými hlínami a štěrky. [6]

2.3 Geologický vývoj Vsetínska

O reliéfním vývoji Vsetínska, v podobné geografické pozici jakou má dnes, můžeme uvažovat až od období mladších třetihor, to je posledních 16 miliónů let.

Z období po ukončení prvohorní sedimentace ve svrchním karbonu před 300 milióny let, až do období spodního miocénu před 22 milióny let, nejsou konkrétně datované sedimenty z daného území. Předpokládá se, že celá oblast byla v daném období pouští nebo byly uloženy erodovány a odneseny. Pravděpodobněji se jeví dlouhodobá existence souše. O tom také svědčí hluboce zvětralý povrch svrchního karbonu. Zvětraliny pestrých barev stáří pravděpodobně v rozsahu jury a křídý dosahují mocností 100 až 150 m, v orlovské struktuře s intenzívním tektonickým porušením výjimečně i 600 metrů.

Před 65 až 25 milióny let v období paleogénu pokračovalo zvětrávání a eroze karbonského povrchu a vznikal suchozemský reliéf s hlubokými údolími a hřbety. Tyto morfostruktury, s převýšením do 1000 m pak byly postupně zaplaveny a vyplněny miocenními sedimenty (ukládaly se před 22 až 13 milióny let), které náleží karpatské předhlubni. Podle hlubokých vrtů lze doložit, že severní polovina okresu Vsetín byla zalita v období karpátu před 17 až 16 milióny let mořem.

Sedimentační pánve magurského a vnějšího flyšového pásma prostorově vůbec nesouvisely s územím dnešní Severní Moravy. Podle paleomagnetických a geologických výzkumů byla původní pozice těchto sedimentů v období křídý v prostoru dnešní severní Afriky. Během paleogenních a spodnomiocenních horotvorných procesů byly tyto sedimenty odlepeny z původní pozice a jako tělesa příkrovů byly nasunuty na zvětralý reliéf sedimentů karbonu, popřípadě na sedimenty karpátu. Čela příkrovů byla nasouvána pod mořskou hladinou a v období karpátu dosáhla jižní poloviny okresu Vsetín. Moře karpatského stáří však překrývalo čelní část příkrovů - podslezskou a slezskou jednotku. Po ukončení horotvorných procesů během spodního badenu před 15 milióny lety se celé území vsetínského okresu stalo souší a začaly vznikat základní rysy reliéfu, jehož modelace přetrvává dodnes.

V období mezi konečným vyvrásněním karpatských příkrovů po spodním badenu až po uložení nejstarších známých pliocenních a pleistocenních sedimentů, nejsou ze širšího okolí přímé doklady o geologicko-gemorfologickém vývoji. Reliéfní vývoj probíhal v tomto období na celém území v suchozemském prostředí, kromě nejzápadnější oblasti Kelčska, zde zasahovalo sladkovodní pliocenní jezero někdy v období před 5 - 1,7 milióny let. Z litologie těchto uloženin nevyplývá, že by v této době měla vlastní oblast Moravskoslezských Beskyd charakter morfologicky vymodelovaného horstva. Přeměna tektonického reliéfu erozí v mladším miocénu a pliocénu není jednoznačně geologicky doložena.

Na základě geomorfologických průzkumů se doposud předpokládá, že vyzvednutá pohoří byla přetvářena a zarovnávána souborem zarovnávacích, tzv. planačních procesů, které vytvořily podle období vzniku v různých výškových úrovních zarovnané povrchy. Zbytky těchto povrchů se v současnosti nacházejí jako plošiny na hornatinných a vrchovinných hřbetech nebo jako svahové zálomy (spočinky) na svazích

údolí. Nejstarší a nejvýše položený zarovnaný povrch se začal vyvíjet po vyvrásnění a dosunutí flyšových příkrovů po spodním badenu, hovoříme o tzv. pobadenském zarovnaném povrchu. Nejvýraznější, nejnižše položené zbytky nejmladšího zarovnaného povrchu jsou stáří pliocenního až spodnopleistocenního (5 až 0,7 miliónu let). Vytváří plošiny, stupně a zálomy na svazích, které se táhnou podél Vsetínské a Rožnovské Bečvy i jejich přítoků až k rozvodím. S ohledem na to, že nejnižší zarovnaný povrch sleduje údolí jak Vsetínské, tak Rožnovské Bečvy i jejich větších přítoků, předpokládá se, že rozložení horských hřbetů a základní rysy údolní sítě byly zformovány již v pliocénu před 5 až 1,7 milióny let. V dalším období začala převažovat říční eroze, vodní toky se postupně zhlubovaly v průběhu pleistocénu do zarovnaného povrchu až dosáhly úrovně dnešního údolního dna. Zanechaly v různých výškových úrovních říční terasy, jako zbytky z dílčích období své akumulární činnosti.

V průběhu středního pleistocénu, před 300 - 128 tisíci lety, dosáhly krajinné tvary již rysů shodných s dnešním povrchovým reliéfem a také základní říční síť, především v horské části území, odpovídala dnešnímu stavu. Moravskoslezské Beskydy nicméně tvořily bariéru proti průniku kontinentálního ledovce hlouběji do vnitrozemí. V období elsterského a sálského zalednění (před 700 - 128 tisíci lety), kdy čelo ledovce dosáhlo severního okraje Beskyd, měla horská krajina charakter arktické a subarktické pouště a pravděpodobně existovala mocná vrstva trvale zmrzlé půdy. Podle velmi hlubokého založení některých fosilních sesuvů v hloubce několika desítek metrů, můžeme nepřímou odvozovat i hloubku tohoto promrzání. Tyto zvodnělé masy deluviálních svahových sedimentů se dávaly opakovaně do pohybu v teplejších obdobích. Hluboké mrazové zvětrávání mělo za následek sjíždění velkých ker sedimentů, původně tektonicky rozvolněných, za vzniku blokových sesuvů, mrazových srubů, a pestré škály pseudokrasových jevů. Horské zalednění nejvyšších partií nebylo prokázáno jednoznačně, ale jeho existence v malém rozsahu na nejvyšších vrcholech v ledových obdobích je možná.

Rozvíjení říční sítě na Vsetínsku je doloženo pouze útržkovitě z drobných reliktů vyšších teras. Z povodí Vsetínské Bečvy jsou známy zbytky proluviálních štěrků z úrovní vyšší než 50 m nad dnešní hladinou řeky. Nejde o typické terasy na erozivně vytvořených zarovnaných površích, nýbrž jsou to zbytky štěrků při vyústění větších

bočních přítoků. Stáří nejvýše uložených štěrků se klade do středního pleistocénu. Podél Rožnovské Bečvy známe zbytky terasových sedimentů ve třech úrovních. Nejvyšší úroveň má poměrnou výšku 20 až 25 m nad řekou a má střednopleistocenní stáří.

Dnešní toky mají zahluobené koryto v sedimentech údolní nivy, jež jsou ve spodní části tvořeny štěrkopískovými náplavy pozdního glaciálu z období před 13 000 až 11 950 lety. V holocénu byly tyto náplavy částečně nasedimentovány a překryty povodňovými hlínami. Rozsáhlé ukládání povodňových hlín je spojeno s osídlováním a kolonizací ve středověku, kdy docházelo k odlesňování, rozšiřování orné půdy a rozvoji půdní eroze. Celková mocnost výplně štěrků a povodňových hlín dosahuje výjimečně přes 10 m. Dna širokých niv obou Bečev jsou morfologicky členitá, s četnými pohřbenými vyvýšeninami.

[3] [2]

2.4 Geomorfologie Vsetínska

2.4.1 *Současný reliéf*

Povrch Vsetínska podmiňuje více než kde jinde geologická stavba. Flyšová souvrství, v nichž se často střídají různě odolné polohy pískovců a jílovců, jsou ideálním podložím pro vznik kontrastního a členitého reliéfu. Vyznačuje se od mohutných vrchovinných a hornatinných horských hřebů, přes hluboká údolí, brázdy a kotliny, až po plochý nízký pahorkatinný reliéf v severozápadní části okresu. Většina vyvýšenin se váže na místa, kde je převaha tvrdých pískovců, sníženiny a údolí se tvořily v místech s měkkými jílovcí. Typický pro tuto oblast je rozvoj vodní eroze a sesuvů. Různorodost reliéfu je doplněna mnoha menšími i rozsáhlými pískovcovými skalními útvary, na něž jsou vázány drobné tvary zvětrávání a také poměrně rozsáhlé podzemní prostory - pseudokrasové jeskyně.

Výrazným znakem Valašského reliéfu je pásmovitost, která je typická pro všechna nejmladší pohoří na Zemi vzniklá během alpínského vrásnění. Je určovaná přibližně směrem SV - JZ a odráží průběh horninových vrstev uvnitř příkrovů. Taktéž hlavní vodní toky udržují typický karpatský směr SV-JZ. V terénu se pásmovitost projevuje rovnoběžným uspořádáním většiny horských hřbetů a údolí.

Nejvyšším vrcholem v okrese je Čertův mlýn, jehož nadmořská výška činí 1206 m a nachází se v Radhošťské hornatině. Nejnižší položeným místem je údolní dno Bečvy u Němetic, v místě kde řeka opouští území okrese, a jeho nadmořská výška je 262 m. Výškový rozdíl těchto míst činí 944 m na vzdálenosti 29 km. Více jak 60% plochy reliéfu okrese dosahuje středního sklonu 8-15%. Podle geomorfologa L. Zapletala (Baletka, Zapletal 1987) je střední nadmořská výška okrese 540 m a 83% plochy okrese leží v nadmořských výškách 350-750 m. Horskou povahu okrese dokresluje mnoho hor, vrchů, kopců a pahorků, kterých je v okrese 820.

[3] [2]

2.4.2 Vývoj reliéfu

Vnější Západní Karpaty jsou mladým pásebným pohořím, k jehož vyvrásnění došlo v mladších třetihorách, vlivem nárazu západoevropské a africké litosférické desky. V důsledku této srážky začalo koncem paleogénu vrásnění a nasouvání flyšových příkrovů na pokleslý okraj Českého masívu. V průběhu vrásnění a nasouvání byly příkrovy erodovány a denudovány. Konsolidované horniny Českého masívu se sklánějí k východu a nacházejí se hluboko pod flyšovými příkrovy. Po ústupu oceánu z oblasti karpatské předhlubně dochází k dosunování flyšových příkrovů, které postupně překrývají mladší mořské sedimenty miocénu karpatské předhlubně. V dalších vývojových fázích na rozhraní miocénu a pliocénu došlo v rámci zdvihových horotvorných pohybů k příčnému rozčlenění na dílčí bloky podél zlomů, což se v reliéfu projevuje vyššími nebo naopak nižšími nadmořskými výškami.

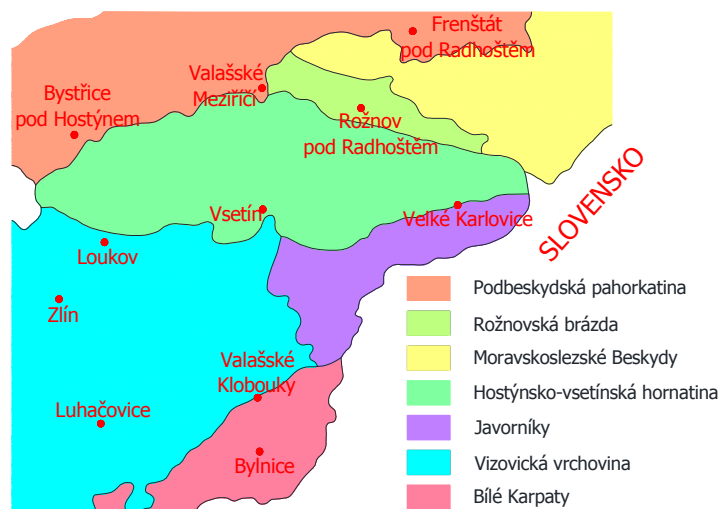
Tektonicky vyvýšená horská pásma byla v podmínkách suchého a polosuchého podnebí neogénu zarovnáována a snižována souborem erozně-denudačních procesů. V mladším terciéru a počátkem kvartéru, byly planačními procesy, v daném území, vytvořeny zarovnané povrchy v různých nadmořských výškách. Vyskytují se jako plošiny ve vrcholových částech hřbetů nebo stupně ve svazích.

V mladších čtvrtohorách začalo oteplování a zvlhčování podnebí, což způsobilo přetváření reliéfu vodní erozí a sesouváním, v údolních dnech se formují hlinité a jílovitohlinité uloženiny údolních niv. Počíná hospodářská činnost člověka, čímž vznikají antropogenní tvary reliéfu např. lomy, zářezy, náspy, úvozy, terasy.

Nevhodnými zemědělskými a lesnickými zásahy se urychluje větrná i vodní eroze a aktivizují se sesuvy. Mohou vznikat rozsáhlé škody na zemědělské půdě, komunikacích, obytných i hospodářských objektech.

[3] [8]

Regionální geomorfologické členění reliéfu



Obr. 2-5: Hlavní geomorfologické jednotky na Valašsku (podle [2])

2.5 Svahové procesy

Sesouvání patří mezi nejvýraznější procesy, které modelují reliéf Valašska. V širším slova smyslu jde o přemísťování hornin z vyšších poloh svahů do nižších, účinkem zemské tíže. Působením exogenních činitelů a zemské tíže, mohou vznikat na svazích pohyby hornin různé povahy. Některé pohyby jsou sotva znatelné, při dlouhodobém působení se však výrazně projevují při vytváření zemského povrchu. Porušením podmínek rovnováhy dochází k náhlým pohybům po smykových plochách, označovaných jako sesuvy. Sesouvání může postihovat jak pevné horniny skalního podkladu, tak i mladé nepevněné uloženiny pokryvných útvarů, jako suti, jíly, hlíny a písky různého původu. Sesuvy se nejčastěji rozdělují podle hloubky na mělké a hluboké a podle tvaru na plošné a proudové. Plošné sesuvy lze sanovat, proudové jen obtížně. Pro většinu svahových procesů je rozhodující přítomnost vody, ale mohou být také způsobeny např. změnou sklonu svahu, přitížením násypy, otřesem a vibracemi, činností mrazu, zvětráváním a změnami ve vegetačním porostu.

Na Valašsku patří sesuvy mezi hojné a typické geologické jevy. Reliéf okresu a zvrásněná flyšová souvrství, v nichž tvoří velký podíl polohy nepropustné jílovce, totiž vykazuje velmi vhodné podmínky pro vznik a rozvoj sesuvů. Při vzniku sesuvů je role jílovců klíčová, zabraňují totiž vsaku srážkové vody, způsobují zvodnění nadložních vrstev a po nasycení vodou se navíc stávají ideální kluznou plochou. Flyšové horniny poměrně rychle zvětrávají a na svazích vznikají mohutné svahové uloženiny, náchylné k sesouvání. Stabilita svahu bývá narušena erozí vodních toků, nebo umělým zásahem člověka. Nepropustné jílovce způsobují, že srážková voda nevsakuje, ale rychle odtéká, což po prudkých deštích způsobuje místní povodně.

Sesuvy se tvoří zvláště po vydatných deštích v místech, kde se vhodně kombinuje orientace svahu s průběhem horninových vrstev a puklin (hluboké sesuvy), anebo také na svazích, které jsou pokryty mocnými hlinitokamenitými a hlinitopísčitými nezpevněnými nánosy (mělké sesuvy).

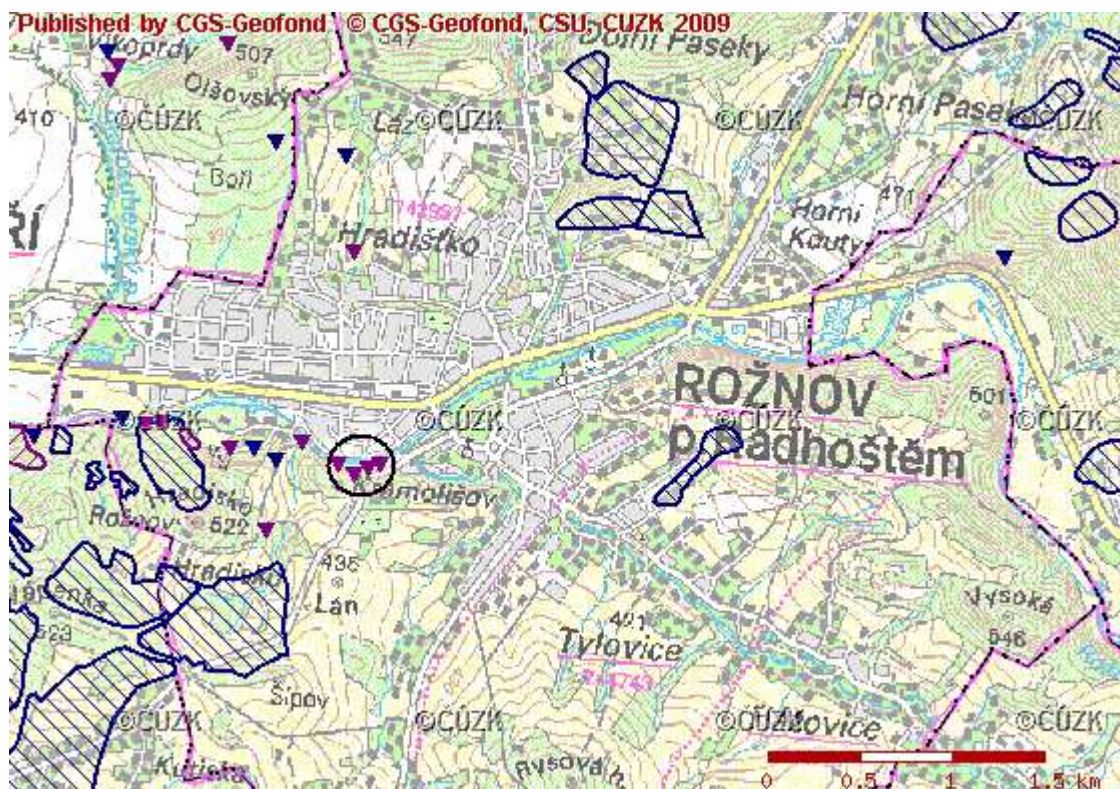
[1][2][5]

„Extrémní červencové srážky v roce 1997 aktivizovaly řadu starých již stabilizovaných či dočasně stabilizovaných sesuvů, urychlily průběh aktivních sesuvů a rovněž vedly ke vzniku nových sesuvných svahových deformací. Sesouvání výrazným způsobem zničilo, poškodilo či vážně ohrozilo řadu obytných a hospodářských budov, silnic, železnic, elektrických vedení, telefonních kabelů, vysokotlaký plynovod, jímací objekty podzemních vod. V některých oblastech došlo k rozrušení infrastruktury krajiny. Do konce roku 1998 bylo v okrese Vsetín registrováno více než 250 lokalit s rozvojem svahových pohybů. Vysoká aktivita svahových procesů ukazuje jejich velký význam při utváření současného reliéfu.“[3 geomorfologie, svahové procesy]

K opětovným vysokým srážkám došlo v květnu roku 2010. Následné sesuvy narušily přístupové cesty k rodinným domům, poškodily místní komunikace a objekty veřejného zájmu a v některých případech také rodinné domy.

Protože sesuvy jsou na Valašsku často se vyskytujícím geologickým jevem, byl v rámci bakalářské práce podrobněji přiblížen aktivní sesuv v lokalitě Kozák, nacházející se v extravilánu města Rožnov viz Obr. 2-6.

2.5.1 Svahový pohyb Rožnov – Kozák



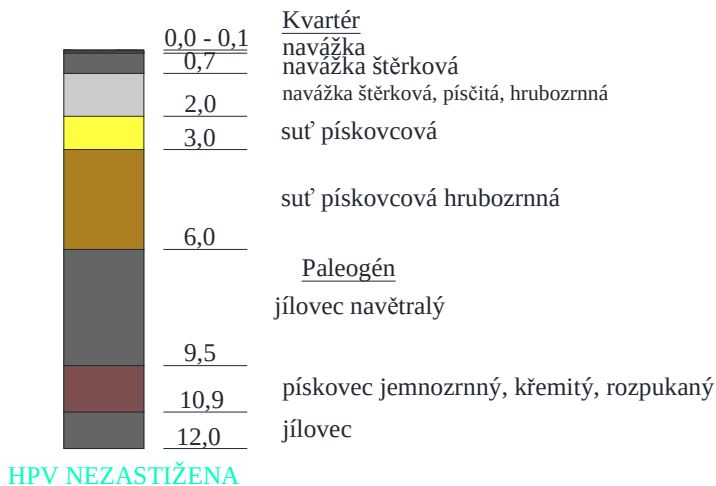
Obr. 2-6: Mapa sesuvů na Rožnovsku [9]

V zájmovém území se na státní silnici mezi obcemi Rožnov pod Radhoštěm a Vidče, nachází aktivní sesuv délky cca 27 m. Jde o lokalitu Rožnov - Kozák. Z historického hlediska se jedná o sesuvné území, které bylo již v minulosti sanováno pilotovými stěnami. „Zájmové území představuje silnici šířky cca 6 m, v zářezu a násypu stoupající strmým úbočím kopce Kozák, jež tvořil v minulosti erozní - nárazový břeh řeky Bečvy.“ ([6] str. 2) K poškození vozovky svahovými pohyby došlo v roce 1960 a zejména v roce 1970.

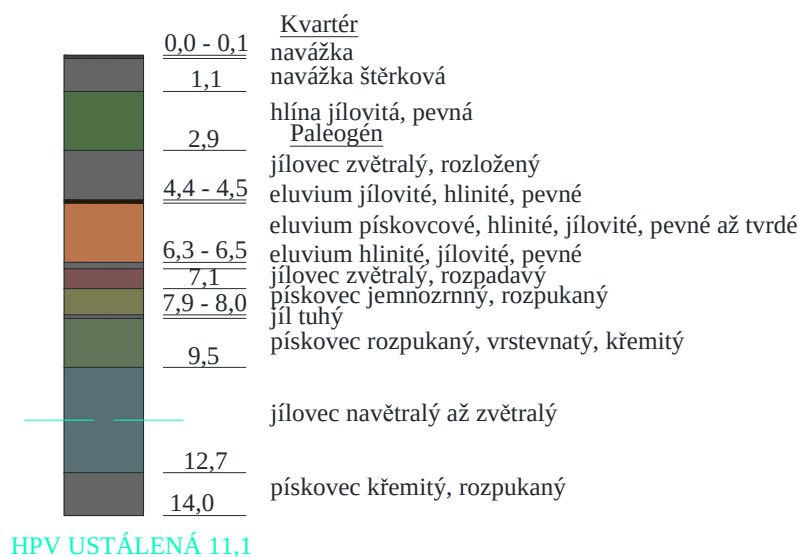
Stabilita silničního tělesa byla zajištěna ve dvou úsecích pilotovou stěnou (n. p. GP Ostrava) a v jednom úseku navazujícím na horní část pilotové stěny (n. p. Geoindustria). V roce 1985 však byly zjištěny další projevy deformace vozovky v úseku mezilehlém mezi pilotovými stěnami, zejména v místě starého sesuvu.

Kvartérní pokryv je tvořen svahovými hlínami, zčásti s organickou příměsí a zvětralinovým pláštěm podložních jílovců, prachovců a pískovců. V patě svahu lze

očekávat aluviální sedimenty řeky Bečvy. Ve větší hloubce se nacházejí kamenité sutě, které místy tvoří nadloží poloskálních aleuritických jílovců. V podloží se nacházejí polohy drobových jemnozrnných, až středně zrnitých pískovců viz Obr. 2-7, Obr. 2-8



Obr. 2-7: Geologický profil (podle [9])



Obr. 2-8: Geologický profil (podle [9])

Sesuv se jeví jako labilní, zejména působením vydatných dešťových srážek. Svahové pohyby zde odpovídají vývoji aktivního plošného sesuvu asekventního (podél rotačních smykových ploch, kluzová plocha se blíží svým průběhem válcové ploše) typu. Za „vhodných“ podmínek by však mohl vzniknout rozsáhlý destruktivní sesuv blízký konsekventnímu (po předurčených smykových plochách) typu svahových pohybů.

Smyková plocha nebyla na základě dřívějších průzkumů jednoznačně určena. Na základě sondážních prací a dle rekognoskací terénu je očividné, že smyková plocha aktivního sesuvu probíhá v kvartérních sedimentech a ve zvětralinovém plášti paleogenního podloží.

2.5.1.1 Sanační práce

Zajištění svrchní části svahu na severozápadním okraji silnice, týkající se aplikace mikropilotových stěn v kombinaci se železobetonovými trámci, využití podélné drenáže a zdokonalení funkce silničního příkopu, bylo navrženo již v roce 1987 (n. p. Geoindustria, záv. Jihlava). Tímto opatřením však není zajištěna stabilita spodní části svahu, proto lze doporučit provedení obdobných opatření i v místech paty 1. stupně svahu, resp. v jejím okolí. Realizací těchto opatření se pravděpodobně výrazně sníží, případně zcela eliminuje stupeň ohrožení oblasti sesuvem.

2.5.1.2 Závěr

Vzhledem k historicky dlouhodobému a významnému stupni nebezpečí výskytu rozsáhlých plošných svahových pohybů v dané lokalitě, lze doporučit postupné řešení předmětné problematiky, jehož výsledkem by mělo být podstatné zvýšení stability svahu, resp. vyloučení možnosti vzniku sesuvů v předmětné oblasti.

[6][7]

Situaci a řez lokality sesuvu viz příloha 1

3 KLASIFIKACE ZEMIN

3.1 Klasifikace zemin podle ČSN 731001

Podle ČSN 731001 rozdělujeme tři základní skupiny klasifikačního systému. Zeminy jemnozrné zastupuje skupina F, která má 8 tříd (F1 – F8). Písčité zeminy jsou zastoupeny skupinou S, rozlišující 5 tříd (S1 – S5). Poslední skupina G rozděluje štěrkovité zeminy do pěti tříd (G1 – G5).

Zásadní znak rozlišující klasifikaci zemin je zrnitostní složení, které je znázorněno graficky křivkou zrnitosti. Pokud má zemina obsah jemnozrných částic větší než 15%, stává se rozlišujícím znakem plasticita, kterou určíme v laboratoři po stanovení konzistenčních mezí.

Dle velikosti částic se rozlišují složky:

Tab. 3-1 Rozlišení složek podle velikosti částic [12]

		Označení	Velikost částic
velmi hrubé částice	balvanitá složka	b	> 200 mm
	kamenitá složka	cb	200 až 60 mm
hrubé částice	štěrkovitá složka	g	60 až 2 mm
	písčitá složka	s	2 až 0,06 mm
jemné částice	prachovitá složka	m	0,06 až 0,002 mm
	jílovitá složka	c	< 0,002 mm

Pro klasifikaci se ze zrnitostního rozboru berou částice menší než 60 mm. Velmi hrubé částice se vyjmou a zaznamená se jejich celkový hmotnostní podíl v zemině. Zbytek zeminy se klasifikuje podle trojúhelníkových diagramů, kde se vynese jejich procentuální zastoupení.

- Zeminy jemnozrné - základní název je jemnozrná zemina - symbol F (pro upřesnění jíl - symbol C, hlína - symbol M)

-

3.1.1 Zeminų pískitė

Plasticity chart showing the relationship between Plasticity Index (I_p) and Liquid Limit (W_L) for various soil types. The chart is divided into regions for different soil classifications: L (Low Plasticity), I (Intermediate Plasticity), H (High Plasticity), V (Very High Plasticity), and E (Extreme Plasticity). A red line represents the boundary between the plastic and semi-plastic regions, labeled "čára A $I_p = 0,73 (W_L - 20\%)$ ". Soil types are plotted as points: JIL (clay), CL (clay), ML (clay), MI (clay), CH (clay), MH (clay), CV (clay), MV (clay), CE (clay), ME (clay), and HLINA (clay).

29

Jednotlivé třídy jemnozrnných zemin upřesněné názvem a symbolem.

Tab. 3-2: Zeminy jemnozrnné [12]

třída	název	symbol	kvalitativní znaky	
			obsah f [%]	poloha v diagramu plasticity
F1	hlína štěrkovitá	MG	f= 35 - 65%	pod čarou A
F2	jíl štěrkovitý	CG	f= 35 - 65%	nad čarou A
F3	hlína písčité	MS	f= 35 - 65%	pod čarou A
F4	jíl písčitý	CS	f= 35 - 65%	nad čarou A
F5	hlína s nízkou plasticitou	ML	f > 65%	pod čarou A
	hlína se střední plasticitou	MI		
F6	jíl s nízkou plasticitou	CL	f > 65%	nad čarou A
	jíl se střední plasticitou	CI		
F7	hlína s vysokou plasticitou	MH	f > 65%	pod čarou A
	hlína s velmi vysokou plasticitou	MV		
F7	hlína s extrémně vysokou plasticitou	ME	f > 65%	pod čarou A
F8	jíl s vysokou plasticitou	CH	f > 65%	nad čarou A
	jíl s velmi vysokou plasticitou	CV		
	jíl s extrémně vysokou plasticitou	CE		

Pro jednotlivé třídy jsou uváděny směrné normové charakteristiky v závislosti na konzistenci zeminy.

3.1.2 Zeminy písčité a štěrkovité

U nesoudržných zemin je rozhodujícím rozlišovacím znakem číslo nestejnozrnnosti C_u a číslo křivosti C_c . Tyto charakteristiky upřesňují hrubé zeminy na dobře zrněné (symbol W) a špatně zrněné (symbol P).

Tab. 3-3: Zeminy písčité[12]

třída	název	symbol	kvalitativní znaky			poloha v diagramu
			obsah f [%]	C _u	C _c	
S1	písek dobře zrněný	SW	< 5	> 6	1 - 3	-
S2	písek špatně zrněný	SP	< 5	< 6	< 1 nebo >3	-
S3	písek s příměsí	S - F	5 - 15	-	-	-
S4	písek hlinitý	SM	15 - 35	-	-	pod čarou
S5	písek jílovitý	SC	15 - 35	-	-	nad čarou

Tab. 3-4: Zeminy šterkovité [12]

třída	název	symbol	kvalitativní znaky			poloha v diagramu plasticity
			obsah f [%]	C _u	C _c	
G1	šterk dobře zrněný	GW	< 5	> 4	1 - 3	-
G2	šterk špatně zrněný	GP	< 5	< 4	< 1 nebo >3	-
G3	šterk s příměsí	G - F	5 - 15	-	-	-
G4	šterk hlinitý	GM	15 - 35	-	-	pod čarou
G5	šterk jílovitý	GC	15 - 35	-	-	nad čarou

3.1.3 Zvláštní zeminy

Zvláštní zeminy jsou ty, jejichž chování je odlišné od zemin zařazených podle zásad klasifikačního systému. Odlišnost je vyjádřena doplňkovým písmenem přidaným k příslušnému symbolu.

- pro organické zeminy
- T pro prosedavé zeminy (např. spraše)
- U pro jiné zvláštní zeminy (karbonátové a evaporitové zeminy, obsahující rozpustné nebo objemově nestálé soli)

[12]

3.2 Klasifikace zemin podle Evropské normy EN ISO 14688-1

Evropská norma pro pojmenování a zařizování zemin EN ISO 14688-1 má dvě části.

3.2.1 Část 1: Pojmenování a popis zemin

Umožňuje předběžné pojmenování a popis zemin na základě jejich vlastností a chování in situ, podle blokového diagramu. A jejich přesnější pojmenování podle laboratorních zkoušek. Vedle popisu mají být uvedeny také podmínky, ve kterých se zemina nachází, všechny její druhotné složky a vlastnosti, jako je obsah uhličitánů, tvar a drsnost zrn, obecný název a geologický popis.

Základním parametrem pro pojmenování zemin je velikost zrn. Podle frakce jsou zeminy velmi hrubozrnná, hrubozrnné a jemnozrnné.

Tab. 3-5: Velikost zrn frakcí [12]

skupina zemin	frakce	značka	velikost zrn [mm]
velmi hrubozrnná zemina	velký balvan	LBo	630
	balvan	Bo	200 - 630 vč.
	valoun	Co	63- 200 vč.
hrubozrnná zemina	štěrk	Gr	2,0 - 63 vč.
	hrubozrnný štěr	CGr	20 - 63 vč.
	střednězrnný štěr	MGr	6,3 - 20 vč.
	jemnozrnný štěr	FGr	2,0 - 6,3 vč.
	písek	Sa	0,063 - 2,0 vč.
	hrubozrnný písek	CSa	0,063 - 2,0 vč.
	střednězrnný písek	MSa	0,2 - 0,63 vč.
	jemnozrnný písek	FSa	0,063 - 0,2 vč.
jemnozrnná zemina	prach	Si	0,002 - 0,063 vč.
	hrubozrnný prach	CSi	0,02 - 0,063 vč.
	střednězrnný prach	MSi	0,0063 - 0,02 vč.
	jemnozrnný prach	FSi	0,002 - 0,0063 vč.
	jíl	Cl	0,002 vč.

Většina zemin obsahuje různý podíl zrnitostních frakcí, tyto zeminy se nazývají smíšené. Jsou tvořeny z frakcí hlavních a druhotných.

Hlavní hmotnostní frakce předurčuje inženýrské vlastnosti zeminy a v názvu je uváděna velkými písmeny (např. jemnozrnný prach FSi). Druhotná frakce není určující, ale ovlivňuje inženýrské vlastnosti zemin. Je napsána (malými písmeny) společně s názvem popisujícím hlavní frakci v pořadí jejich významu (např. hrubě písčité jemný štěrk csaFGr).

3.2.2 Část 2: Zásady pro zařídování

Tato část normy určuje základní zásady pro pojmenování a zařídování zemin podle látkových a hmotnostních vlastností. Umožňuje seskupit zeminy do jednotlivých tříd s podobným složením, geotechnickými vlastnostmi a s ohledem na jejich vhodnost pro geotechnice inženýrské účely. Do příslušných tříd se zeminy zařídují pouze podle složení, vlhkost a ulehlost vliv nemá. Nejdůležitějšími vlastnostmi pro zařídování je zrnitost, plasticita, obsah organických látek a geneze. Pro hrubozrnné a velmi hrubozrnné zeminy je podstatný pouze jejich zrnitostní rozbor.

Nejběžnější je rozdělení zemin na základě zrnitostního rozboru a plasticity. Velikost zrn se určuje z hrubší frakce zeminy a plasticita z jemnější frakce. Klasifikace se provádí podle trojúhelníkového diagramu, ale pouze pro zrna menší než 63 mm. Velmi hrubozrnné zeminy se klasifikují mimo tento diagram.

[12], [15]

4 ODBĚR VZORKŮ A ZKOUŠENÍ VLASTNOSTÍ

Pro praktickou část bakalářské práce byl v oblasti vzdálené 10 km od Rožnova pod Radhoštěm odebrán vzorek zeminy, s následným zkoušením vlastností v laboratoři.



Obr. 4-1 Mapa s označením místa odběru vzorku [16]

Odebrání vzorků proběhlo 9.12. 2011 v údolí Bácov, za slunečného počasí s teplotou kolem 12°C, v hloubce asi 1,2 m. Terén v místě odběru je rovinný a ve vzdálenosti cca 150 m se začíná mírně svažovat na jihozápad. Pod svahem se nachází přítok Bácovského potoka. Vzorek byl odebrán do odměrného válce výšky 10 cm a průměru 12 cm a následně zkoušen.

V rámci bakalářské práce byly v laboratoři z odebraného vzoru zjištěny následující vlastnosti zeminy.

4.1 Vlastnosti a zkoušení zemin

Pomocí laboratorních zkoušek můžeme vlastnosti zemin rozdělit na fyzikální a indexové a na mechanické.

Fyzikální a indexové vlastnosti:

- Vlhkost
- Objemová hmotnost

- Hustota pevných částic
- Zrnitost
- Konzistenční meze

Mechanické vlastnosti

- Pevnost zemin
- Stlačitelnost zemin (přetvárné moduly, Poissonova konstanta)
- Propustnost

4.1.1 Vlhkost w

Vlhkost patří mezi základní popisné a fyzikální vlastnosti. Voda má značný vliv na vlastnosti zeminy a její chování při zatížení. Čím méně vody je v jílovité zemině, tím je větší její pevnost a menší stlačitelnost.

Vlhkost chápeme jako poměr množství vody obsažené v zemině, která se dá odstranit vysušením při teplotě $110 \pm 5^\circ\text{C}$ do stálé hmotnosti, k hmotnosti vysušené zeminy a je vyjádřena v procentech.

$$w = \frac{m_w}{m_d} \cdot 100 [\%] \quad (4-1)$$

Laboratorní stanovení vlhkosti

Do předem zvážené váženky vložíme asi 30 g zeminy, přikryjeme víčkem a opět zvážíme. Odklopíme víčko a vložíme váženku do sušárny nastavené na 110°C a zemina se vysuší do stálé hmotnosti. Po vysušení se váženka přikryje víčkem a po vychladnutí se znovu zváží.

Pro odebraný vzorek byla takto stanovená vlhkost zeminy $w = 21,4 \%$. (viz příloha 2)

4.1.2 Zdánlivá hustota pevných částic ρ_s

Zdánlivou hustotu pevných částic určujeme poměrem hmotností pevných částic zeminy k jejich objemu (4-2), pomocí pyknometru. Pevně vázaná voda, která zůstane v zemině i po vysušení při 105°C, se považuje za součást zeminy.

$$\rho_s = \frac{m_d}{V_s} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (4-2)$$

Laboratorní stanovení zdánlivé hustoty

Asi 50 g zeminy se vysuší při teplotě 110°C. Vysušená zemina se rozmělní a protlačením přes síto se odstraní frakce větší než 2 mm. Asi 20 g této zeminy se dá do pyknometru a znovu vysuší. Pyknometr se suchou zeminou se nechá vychladnout a zváží se s přesností na 0,001 g (m_2).

Pyknometr se do jedné třetiny dolije destilovanou vodou a po dobu 20 – 30 minut se povaří. Po vychladnutí se pyknometr doplní destilovanou vodou a uzavře zátkou. Vloží se do lázně a po ustálení teploty na 20°C se opět doplní vodou, aby se zaplnil celý objem pyknometru včetně kapilár ve středu zátky. Pyknometr se utře do sucha a zváží s přesností 0,001 g (m_3).

Pyknometry musí být před zkouškou okalibrované. Musí být známa hmotnost prázdného pyknometru (m_1) a pyknometru s destilovanou vodou při teplotě 20°C (m_4).

Na každém vzorku se provedou dvě souběžná stanovení hustoty pevných částic. Hustota se určí prostřednictvím vztahu:

$$\rho_s = \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)} \rho_w \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (4-3)$$

Zdánlivá hustota pevných částic vzorku byla určena hodnotou $\rho_s = 2618 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (viz příloha 2)

4.1.3 Objemová hmotnost zeminy ρ

Objemová hmotnost zeminy je hmotnost objemu zeminy s póry, vyplněnými zcela nebo částečně vodou, případně vzduchem. Určíme ji jako podíl hmotnosti zeminy ve vlhkém stavu (m) a objemu (V), který zemina zaujímá v daném uložení.

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ [kg. m}^{-3}\text{]} \quad (4-4)$$

Při přímém měření objemové hmotnosti musíme zjistit objem zkoušeného vzorku, jeho vlhkost a hmotnost.

4.1.3.1 Objemová hmotnost suché zeminy ρ_d

Objemová hmotnost suché zeminy je definována podílem hmotnosti zeminy po vysušení a původním objemem vlhké zeminy. Pokud známe objemovou hmotnost zeminy v přirozeném uložení ρ a původní vlhkost zeminy w , můžeme spočítat objemovou hmotnost suché zeminy.

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0,01w} \text{ [kg. m}^{-3}\text{]} \quad (4-5)$$

Pokud vynásobíme objemovou hmotnost ρ , tíhovým zrychlením g , získáme objemovou tíhu zeminy.

U odebraného vzorku byla stanovena objemová hmotnost $\rho = 2008 \text{ kg.m}^{-3}$ a s ní vypočtená objemová tíha $\gamma = 19,7 \text{ kN.m}^{-3}$.

4.1.4 Charakteristiky vzájemného poměru fází v zemině

Pro určení správných normových charakteristik, objemové tíhy nasycené zeminy γ_{sat} a objemové tíhy zeminy pod hladinou podzemní vody je třeba znát pórovitost, stavy ulehlosti pro písky a šterky a stupeň nasycení zeminy.

4.1.4.1 Pórovitost n

Pórovitost je hodnota objemu pórů z celkového objemu zeminy vyjádřena v procentech. Zeminy s malou pórovitostí jsou dobrými základovými půdami, při zatížení vykazují malou deformaci a velkou pevnost ve smyku. Pórovitost můžeme určit z následujícího vzorce.

$$n = \frac{V_{\text{póru}}}{V_{\text{zeminy}}} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \cdot 100 [\%] \quad (4-6)$$

4.1.4.2 Číslo pórovitosti e

Číslo pórovitosti se udává poměrem objemu pórů k pevné části zeminy. Zavádí se, protože pórovitost vyjádřená podle vztahu (4-6), není při deformaci, kdy se mění objem zeminy, konstantní. Číslo pórovitosti $e = 1$ odpovídá pórovitosti $n = 50 \%$. Vyjádříme jej pomocí vztahu (4-7).

$$e = \frac{V_{\text{póru}}}{V_{\text{pevné fáze}}} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1 \quad (4-7)$$

4.1.4.3 Stav ulehlosti pro písky a štěrky

Stav sypkých zemin je rozhodující pro stanovení pevnostních a deformačních charakteristik. Základním ukazatelem stavu nesoudržných zemin je index relativní ulehlosti I_D . I_D získáme pomocí čísel pórovitosti v nejnakypnějším uložení zrn $e_{\max}$, v nejhutnějším uložení zrn $e_{\min}$, a čísla pórovitosti v přirozeném uložení e .

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \quad (4-8)$$

Pokud je $I_D < 0,33$ jedná se o kypré písky, které jsou nevhodné pro zakládání a při $I_D > 0,67$ jde o písky ulehlé.

4.1.4.4 Stupeň nasycení S_r

Stupeň nasycení je poměrem objemu vody, k objemu pórů.

$$S_r = \frac{\rho_s(\rho - \rho_d)}{\rho_w(\rho_s - \rho_d)} \quad (4-9)$$

Písky mají stupeň nasycení od 2 % pro písky suché, do 100% pro písky zcela nasycené vodou.

4.1.5 Konzistenční meze zemín

Konzistenční meze jsou zapotřebí k určení plasticity jemnozrnné zeminy. V laboratoři musíme určit mez tekutosti a mez plasticity, pomocí kterých si vypočteme index plasticity.

4.1.5.1 Mez tekutosti w_L

Mez tekutosti je stav, při kterém přechází zemina ze stavu plastického do stavu tekutého.

Stanovení meze tekutosti kuželovou metodou

Zkouška se pokud možno provádí na zemině v přirozeném stavu, která se proseje přes síto 0,4 mm. S proseté zeminy se vytvoří tuhá pasta, která musí být důkladně promíchána, odpovídající zhruba penetraci 15 mm při použití kužele 80g/ 30°. Část zeminy se urovná do suché a čisté misky, tak aby se vytvořil hladký a rovný povrch. Kužel se nastaví, aby se dotýkal povrchu zeminy, poté se spustí a ponechá 5 s. Penetrace se zaznamená, kužel se vytáhne, očistí a zkouška se opakuje tak dlouho, dokud rozdíl mezi následujícími penetracemi nebude menší než hodnota stanovená normou. Z penetrační zóny se odebere vzorek, na kterém se stanoví vlhkost podle CEN ISO/TS 17892- 1. Postup se opakuje nejméně třikrát na jednom vzorku se zvyšující se vlhkostí stanovené normou.

Vztah mezi vlhkostí a penetrací se vynese a vykreslí se nejlepší přímková náhrada spojnice bodů. Z tohoto grafu se odečte vlhkost odpovídající 20 mm penetraci pro kužel hmotnosti 80 g s vrcholovým úhlem 30°.

4.1.5.2 Mez plasticity w_p

Mez plasticity je vlhkost, při které přechází zemina z plastické konzistence v pevnou. Při této vlhkosti se váleček zeminy o průměru 3 mm začíná rozpadat na kousky 8- 10 mm dlouhé.

Z pasty připravené pro stanovení meze tekutosti odebereme asi 20 g a necháme vyschnout na rovné desce, dokud není možné zformovat kouli. Koule se hněte, dokud se neobjeví jemné prasklinky a pak se rozdělí na čtyři rovnoměrné části. Každý vzorek se válí na desce, dokud se válečky blížící se průměrem k třem milimetrům nezačnou rozpadat v podélném i příčném směru. Válečky se vloží do váženky. Tento postup se opakuje pro zbývajících částí vzorku a válečky se ukládají do dalších váženek.

Výsledkem je průměr obou získaných vlhkostí, zaokrouhlený na celé procento.

4.1.5.3 Index plasticity I_p

Index plasticity je rozdíl meze tekutosti a meze plasticity (4-10). Vyjadřuje rozsah vlhkosti, ve které je zemina plastická. Ukazuje schopnost zeminy vázat vodu, aniž dojde ke změně jejího stavu.

$$I_p = w_L - w_p \quad (4-10)$$

4.1.5.4 Stupeň konzistence I_c

Stupeň konzistence slouží k číselné charakteristice konzistenčního stavu (4-11). Podle jeho hodnoty orientačně určíme konzistenci zeminy.

$$I_c = \frac{w_L - w}{w_L - w_p} = \frac{w_L - w}{I_p} \quad (4-11)$$

U odebraného vzorku zeminy byly určeny hodnoty $w_L = 37\%$, $w_p = 21\%$, $I_p = 16\%$, $I_c = 0,98$ (viz příloha 1) a podle nich byla určena zemina pevné konzistence se střední plasticitou.

4.1.6 Zrnitost

Zrnitost je dána podílem určitých velikostních skupin zrn na celkovém složení zeminy (4-12). Znázorňuje ji křivka zrnitosti. Pro zjištění zrnitosti volíme nejčastěji síťový rozbor nebo areometrickou zkoušku. Z důvodů širokého zastoupení zrn v zemině se tyto dvě zkoušky často kombinují.

4.1.6.1 Síťový rozbor

Síťový rozbor je určen pro nesoudržné materiály. Zeminu proséváme přes sadu, kde nejmenší síto je 0,06 mm.

Množství prosévané zemin volíme u písku 100- 500g, u štěrku 1- 20 kg. Zeminu proplavíme, necháme vysušit a vsypeme na připravená síta, ta uzavřeme a vložíme do vibračního přístroje. Zvážením zjistíme hmotnostní podíl jednotlivých frakcí. Vypočítáme procentuální podíl zbytků zeminy na jednotlivých sítích z celkové hmotnosti.

$$Z = \frac{m}{\Sigma m} \cdot 100 \quad (4-12)$$

Od 100 % odečteme hodnotu Z na prvním síti a získáme procentuelní podíl, který propadl prvním sítem. Z této hodnoty odečteme hodnotu Z na dalším síti, až do nejmenšího. Pokud sítem 0,06 mm propadne více než 10 % z celkové hmotnosti zeminy, musíme provést zrnitostní rozbor areometrickou zkouškou.

Číslo nestejnozrnnosti C_u a křivosti C_c

Podle charakteru křivky zrnitosti můžeme usuzovat na vlastnosti zeminy. U nesoudržných zemin je rozhodujícím kvalitativním znakem číslo nestejnozrnnosti C_u . To je dáno poměrem velikosti zrn při 10% a 60% propadu.

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (4-13)$$

Číslo křivosti C_c (4-14) nám pomáhá zatřídit zeminy na dobře a špatně zrněné. Pokud je $C_c = 1- 3$ považujeme zeminu za dobře zrněnou, musí však být splněna také podmínka $C_u > 4$ pro šterky a $C_u > 6$ pro písky, jinak jde o zeminu špatně zrněnou.

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10}d_{60}} \quad (4-14)$$

4.1.6.2 Areometrická (hustoměrná) zkouška

Areometrickou zkouškou určíme zrnitost u soudržných zemin, na základě rychlosti usazování částic ve vodě. Vychází se z předpokladu, že pevné částice v suspenzi postupně sedimentují a klesá jejich hustota.

Připravenou vysušenou zeminu zvážíme s přesností $\pm 0,05\text{g}$. Zváženou zeminu, pomocí destilované vody protřeme přes síto $0,063\text{ mm}$ (z nadsítného zbytku se provedl síťový rozbor. Suspenzi vlijeme do kalibrovaného válce o objemu 1000 cm^3 . Do suspenze přidáme antikoagulans, který zabraňuje vločkování suspenze, a doplníme válec destilovanou vodou na 1000 ml . Částečně suspenzi promícháme míchačkou. Vnoříme opatrně areometr do středu válce, aby se nedotýkal stěn, a po ustálení provedeme kontrolní čtení. Areometr vyjmeme a vložíme do válce s destilovanou vodou. Suspenzi pícháme asi 30 s a ihned po skončení zmáčkne stopky a vložíme areometr do válce. Po ustálení zjišťujeme hodnotu po 30 sekundách , 1 minutě a 2 minutách . Areometr vždy po čtení vyjmeme a vložíme do válce s destilovanou vodou. Zjistíme teplotu suspenze v přesnosti $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Dále hustotu a teplotu měříme po $5, 15, 30$ a 60 minutách , $2, 8\text{ hodinách}$ a poslední po 24 hodinách .

Z výpočtu procentuelního obsahu jednotlivých částic zeminy si vyneseme křivku zrnitosti.

Podle výsledku zrnitosti a konzistenčních mezí, byla dle ČSN 731001 zemina zatříděna jako jíl se střední plasticitou – CI.

4.1.7 Pevnost zemin

Pevnost zemin je třeba znát ke statickému řešení stabilitních úloh mechaniky zemin. Znalost parametrů smykové pevnosti nám umožňuje řešit únosnost zemin, stabilitu svahů, zemní tlaky apod.

Namáhaná zemina se nejčastěji poruší smykem a odpor ve styku představuje hlavní zdroj pevnosti zemin. Pevnost zeminy je charakterizována úhlem vnitřního tření ϕ a kohezí c . U nesoudržných zemin je soudržnost $c = 0$ a zdrojem smykové pevnosti je pouze vnitřní tření mezi zrny skeletu, reprezentované úhlem vnitřního tření ϕ .

Smyková pevnost odebraného vzorku měla být zkoušena podle triaxiálního smykového přístroje. Při přípravě vzorku v laboratoři, však bylo zjištěno, že se ve vzorku nacházejí větší úlomkovité části a nebylo možné vykrojit válečky potřebné ke zkoušce. Z důvodu, že již nebylo možné znovu odebrat vzorek zeminy, smyková zkouška provedena nebyla a parametry charakterizující pevnost zeminy ϕ a c , byly pro výpočty určeny z normových charakteristik.

4.1.8 Stlačitelnost zemin

Pokud základovou půdu zatížíme, mění se stav napjatosti a vzniklé deformace vyvolávají sednutí základu. Deformační charakteristiky zemin potřebujeme znát zejména pro výpočet sedání. Zemina pod základem se stlačuje pouze ve svislém směru, boční deformace jsou zanedbatelné.

V mechanice zemin se používá pro výpočet deformace měření stlačitelnosti v edometru. Ten zabraňuje roztlačení zeminy do stran a tím se přibližuje reálným podmínkám chování zemin pod základem. Ke stlačení zeminy dochází v důsledku snižování pórového napětí vytlačením vody z pórů zeminy a zmenšením objemu póru. Boční deformace jsou nulové, stlačení se realizuje pouze ve svislém směru.

U edometrické zkoušky se na vzorek zeminy nanáší svislé konsolidační napětí, které vyvoluje deformaci zeminy. Ta probíhá v závislosti na čase, zemina takzvaně konsoliduje. Uvažujeme pouze primární konsolidace, při které dochází k vytlačení vody z pórů zeminy a k vymizení pórových tlaků. Pokud se pórový tlak $u = 0$, je primární

konsolidace ukončena. Dalším zvětšováním napětí by docházelo k přetváření zrn, což nazýváme konsolidací sekundární.

Nejčastěji se zkouška provádí s krokovým přitěžováním.

Postup zkoušky stlačitelnosti v edometru

Vzorek zeminy je přetlačen z odběrného válce do kovového prstence, o průměru 60-100 mm a výšky 20-30 mm, který zabraňuje vodorovné deformaci zeminy. Prstenec se zeminou se zváží, abychom pomocí vlhkosti mohli stanovit objemovou hmotnost vlhké a suché zeminy před zkouškou.

Zkušební vzorek umístíme do edometrické krabice mezi porézní destičky. Pákovým systémem nanese na vzorek zeminy první stupeň zatížení, který odpovídá přibližně geostatickému napětí v hloubce odběru. Ihned po zatížení na první zatěžovací stupeň se zaznamenává údaj o deformaci. Obvykle se další deformace čtou po 24 hodinách a v tomto intervalu se také postupně zvyšuje napětí. Většinou se volí 4-6 zatěžovacích stupňů. Poslední zatěžovací stupeň má vyvodit napětí asi o 20 % vyšší, než jakému bude zemina v budoucnu vystavena.

Pro zjištění velikosti trvalé a pružné deformace provádíme odlehčení.

Pokud vyneseme závislosti konečných hodnot deformace pro jednotlivé zatěžovací stupně do grafu, získáme křivku stlačitelnosti.

4.1.8.1 Edometrický modul přetvárnosti E_{oed}

Edometrický modul přetvárnosti je dán stavem, při kterém se zemina vlivem svislého přitížení nemůže deformovat do stran. Vypočteme ho z rozdílu následujících efektivních zatížení, výšky vzorku a rozdílu následujících hodnot stlačení, pro jednotlivé zatěžovací stupně.

$$E_{oed} = \frac{\Delta\sigma_{ef} \cdot h}{\Delta h} \quad (4-15)$$

Vyhodnocení edometrické zkoušky stlačitelnosti a hodnoty edometrického modulu E_{oed} , pro odebraný vzorek zeminy jsou uvedeny v příloze 1.

Podle výše uvedených zkoušek a jejich výsledků (viz příloha) byla odebraná zemina klasifikovaná jako jíl se střední plasticitou, pevné konzistence, s parametry v Tab. 3-1. Pevnostní parametry byly z důvodu uvedených v kapitole 4.1.7. určeny z normových hodnot.

[12][15]

Tab. 4-1 parametry zkoušeného vzorku

parametry odebrané zeminy	
	CI
objemová tíha γ [kN.m-3]	19,7
úhel vnitřního tření φ [°]	18
soudržnost zeminy c [kPa]	30
edometrický modul E_{oed} [MPa]	11,5
koef. strukturní pevnosti m	0,2
objemová tíha sat. zeminy γ_{sat} [kN.m-3]	-

5 VÝPOČET ÚNOSNOSTI A SEDÁNÍ PLOŠNÉHO ZÁKLADU

Pro posouzení únosnosti a sedání základů na Rožnovsku, byly vybrány tři lokality. První lokalita se nachází v jihozápadní části města asi 200 m od pravého břehu řeky Bečvy mezi ulicemi Meziříčská a U Trati na okraji průmyslového areálu. Druhé místo bylo vybráno v extravilánu, jihozápadně od středu města u areálu statku Hradisko. Třetí lokalitou je údolí Báčov, vzdálené asi 10 km východně od Rožnova.



Obr. 5-1 Mapa Rožnovska s označením lokalit pro výpočet [16]



- | | | |
|----|--|--|
| 1 | | fluviální, převážně štěrkovité sedimenty nižšího nivního stupně |
| 2 | | fluviální, převážně písčitohlinité sedimenty vyššího nivního stupně |
| 3 | | fluviální sedimenty současných niv, nerozlišené |
| 4 | | deluviofluviální písčitohlinité sedimenty s proměnlivou příměsí: holocén - pleistocén |
| 5 | | deluviální převážně písčitohlinité sedimenty |
| 6 | | deluviální hlinitokamenité sedimenty, místy až sutě |
| 21 | | Istebňanské souvrství, hrubě rytmičké až divoký flyš s převahou arkózových, křemenných a drobových pískovců a slepenců (svrchní senon) |
| 23 | | gočolské souvrství, svrchní oddíl, drobně rytmičké flyš s glaukonitickými pískovci (spodní senon - turon) |

Obr. 5-2 Geologická mapa Rožnova a Okolí [9]

K těmto lokalitám byly prostřednictvím České geologické služby zjištěny geologické profily a jednotlivým zeminám byly přiřazeny směrné normové charakteristiky. Na základě těchto parametrů byl proveden výpočet únosnosti a sednutí základu programem GEO 5 a pro srovnání ruční výpočet dle ČSN 73 1001. Ve výpočtu se uvažovalo s edometrickým modulem, a tudíž se nepředpokládalo roztlačení základové půdy do stran. Sedání se stanoví pomocí následujícího vztahu.

$$s = \sum \frac{\sigma_{zi} - m_i \sigma_{ori}}{E_{oed_i}} \bar{h}_i \text{ [m]} \quad (5-1)$$

Tento způsob výpočtu uvažuje se strukturní pevností zeminy a tím i s reálnou hloubkou deformační zóny. Nepředpokládá lineárně pružné chování základové půdy. Strukturní pevnost σ_s je tedy m-násobkem geostatického napětí σ_{or} . M je opravný součinitel přetížení, který vyjadřuje chování lineárně pružného poloprostoru. Čím vyšší je součinitel m, tím více se chování zeminy liší od lineárně pružného a tím vyšší je strukturní pevnost.

Pro základ s vodorovnou základovou spárou se únosnost zeminy vypočte z obecného vzorce, který zahrnuje vliv soudržnosti c, vliv hloubky založení d a vliv šířky základu b.

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b \quad (5-2)$$

Jako plošný základ byla zvolena centrická základová patka. Rozměry a hloubka založení patky, se z důvodů srovnání únosnosti a sednutí, mění. Sklon upraveného terénu i základové spáry je nulový. Základová konstrukce má následující parametry:

beton B 25

objemová tíha	$\gamma = 24 \text{ kN.m}^{-3}$
pevnost v tlaku	$R_{bd} = 14,5 \text{ MPa}$
pevnost v tahu	$R_{btd} = 1,05 \text{ MPa}$
modul pružnosti	$E_b = 30000 \text{ MPa}$

Výpočet betonových konstrukcí je proveden podle normy ČSN 73 1201 R a výpočet sedání a únosnosti je stanoven podle normy ČSN 73 1001.

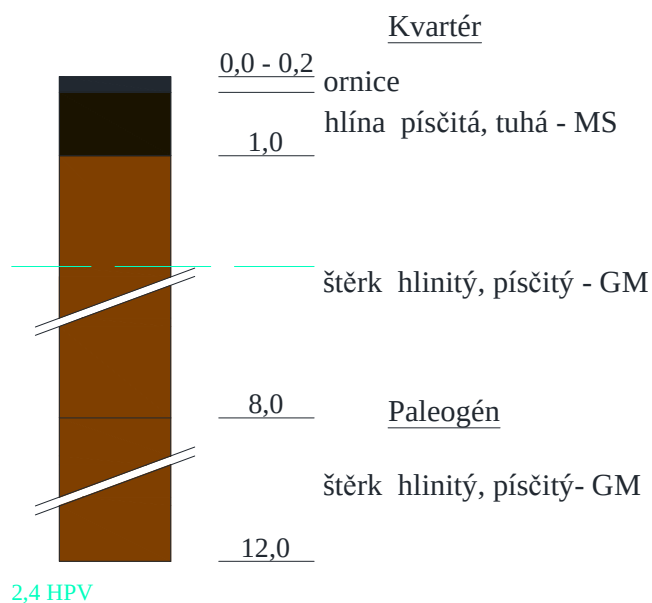
Základová konstrukce je namáhána vertikální silou, která nabývá hodnot:

$$N = 2720 \text{ kN}$$

Na základě daných vstupních hodnot a parametrů zeminy bylo stanoveno napětí od přetížení σ_z , geostatické napětí σ_{or} a strukturní pevnost σ_s . Dále byla stanovena únosnost základu a celkové sednutí základu.

5.1 Rožnov – Průmyslový areál

Pro výpočet únosnosti a sedání základové patky byly na základě geologického profilu viz Obr. 5-3 určeny normové charakteristiky viz Tab. 5-1 . Hladina podzemní vody byla uvažována v hloubce 2,4 m pod terénem.



Obr. 5-3 Geologický profil lokality průmyslový areál (podle [10])

Tab. 5-1 Parametry základové půdy lokality průmyslový areál

parametry základové půdy		
	MG	MS
objemová tíha γ [kN.m-3]	18	19
úhel vnitřního tření ϕ [°]	26	32
soudržnost zeminy c [kPa]	12	5
edometrický modul E_{oed} [MPa]	9,68	94,6
koef. strukturní pevnosti m	0,1	0,3
objemová tíha sat. zeminy γ_{sat} [kN.m-3]	20,5	21,5

Centrická základová patka byla posouzena pro následující rozměry.

5.1.1 Varianta 1

tloušťka patky	$t = 1,2 \text{ m}$
délka patky	$x = 2,66 \text{ m}$
šířka patky	$y = 2,66 \text{ m}$
šířka sloupu ve směru x	$c_x = 0,60 \text{ m}$
šířka sloupu ve směru y	$y_c = 0,60 \text{ m}$

Hloubka založení základové patky byla zvolena pro první variantu v hloubce 1,2 m. Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu jsou uvedeny v Tab. 5-2.

Tab. 5-2 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	416,1	422,9
Únosnost R_d [kPa]	731,6	729,3
Sednutí s [mm]	3,8	3,5

Základ navržený podle první varianty vyhoví pro dané zatížení.

5.1.2 Varianta 2

tloušťka patky	$t = 1,0 \text{ m}$
délka patky	$x = 2,66 \text{ m}$
šířka patky	$y = 2,66 \text{ m}$
šířka sloupu ve směru x	$c_x = 0,60 \text{ m}$
šířka sloupu ve směru y	$y_c = 0,60 \text{ m}$

Základová spára pro druhou variantu byla umístěna 1 m pod terén. Vypočtené hodnoty jsou vidět v tabulce Tab. 5-3.

Tab. 5-3 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	410,8	422,9
Únosnost R_d [kPa]	646,4	646,9
Sednutí s [mm]	3,8	3,6

Pokud zmenšíme hloubku založení a tím i tloušťku patky, dojde ke snížení únosnosti základové konstrukce. Konstrukce však pro dané zatížení vyhoví. Sednutí základu je stejné jako u první varianty.

5.1.3 Varianta 3

tloušťka patky	$t = 1,2$ m
délka patky	$x = 2,66$ m
šířka patky	$y = 2,66$ m
šířka sloupu ve směru x	$c_x = 0,60$ m
šířka sloupu ve směru y	$y_c = 0,60$ m

Pro třetí variantu byla základová spára umístěna 2 m pod terénem. Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v Tab. 5-4.

Tab. 5-4 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	435,8	422,9
Únosnost R_d [kPa]	1076	1077
Sednutí s [mm]	3,4	2,9

Při zvětšení hloubky založení došlo ke zvýšení únosnosti patky. Oproti první variantě se zvýšila únosnost téměř o 50 % a v porovnání s druhou variantou o 70 %. Vypočtená hodnota sednutí základu se snížila.

5.1.4 Varianta 4

tloušťka patky	$t = 1,2 \text{ m}$
délka patky	$x = 2,3 \text{ m}$
šířka patky	$y = 2,3 \text{ m}$
šířka sloupu ve směru x	$c_x = 0,60 \text{ m}$
šířka sloupu ve směru y	$y_c = 0,60 \text{ m}$

Hloubka založení základové patky byla pro čtvrtou variantu zvolena v hloubce 1,2 m. Výsledné hodnoty únosnosti jsou uvedeny v Tab. 5-5.

Tab. 5-5 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

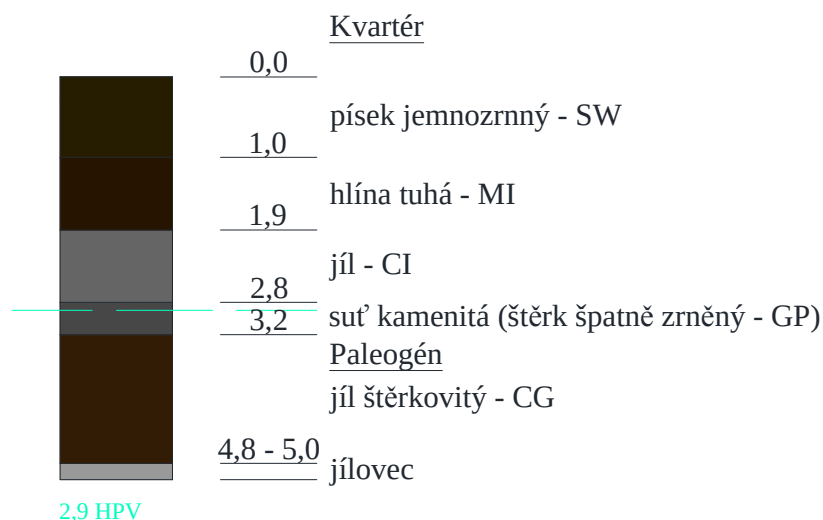
	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	545,9	565,6
Únosnost R_d [kPa]	717,8	713,8
Sednutí s [mm]	4,6	4,3

Ponecháním základové spáry v hloubce 1,2 m a zmenšením rozměrů patky, dojde jen k malému poklesu únosnosti konstrukce, sednutí se však v porovnání s ostatními variantami zvýší.

5.2 Rožnov – areál statku Hradisko

Na základě geologického profilu viz Obr. 5-4, byly určeny normové charakteristiky také pro lokalitu Hradisko viz Tab. 5-6 a následně byly použity pro výpočet únosnosti a sedání základové patky. S hladinou podzemní vody bylo počítáno 2,9 m pod terénem.

Rozměry centrické základové patky jsou stejné jako u předcházející lokality.



Obr. 5-4 Geologický profil lokality areál Hradisko (podle [9])

Tab. 5-6 Parametry základové půdy lokality areál Hradisko

parametry základové půdy						
	SW	MI	CI	GP	CG	Jílovec
objemová tíha γ [kN.m-3]	20	20	21	20	19,5	20,5
úhel vnitřního tření ϕ [°]	39,5	21	19	38,5	27	27
soudržnost zeminy c [kPa]	0	12	12	0	10	16
edometrický modul E_{oed} [MPa]	96	8,5	9,5	233,5	17,5	24
koef. strukturní pevnosti m	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
objemová tíha sat. zeminy γ_{sat} [kN.m-3]	-	-	-	22,5	21,5	23

5.2.1 Varianta 1

Tab. 5-7 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	417,4	422,9
Únosnost R_d [kPa]	419,8	408,8
Sednutí s [mm]	37,7	34,2

Základ navržený podle první varianty posouzený v programu GEO 5, vyhoví pro dané zatížení. Při ručním výpočtu však základ nevyhoví.

5.2.2 Varianta 2

Tab. 5-8 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	411,9	422,9
Únosnost R_d [kPa]	368,6	363,2
Sednutí s [mm]	39,3	35,9

Pokud u druhé lokality zmenšíme hloubku založení a tím i tloušťku patky na 1 m, dojde k takovému snížení únosnosti, že základová konstrukce nevyhoví pro dané zatížení ani v programu GEO 5.

5.2.3 varianta 3

Tab. 5-9 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	437,2	380
Únosnost R_d [kPa]	690,6	689,8
Sednutí s [mm]	28,0	24,8

Při zvětšení hloubky založení patka vyhoví na dané zatížení. Došlo ke zvýšení únosnosti patky. Oproti první variantě se zvýšila únosnost o téměř 64 % a v porovnání s druhou variantou o 85 %. Vypočtená hodnota sednutí základu se snížila.

5.2.4 Varianta 4

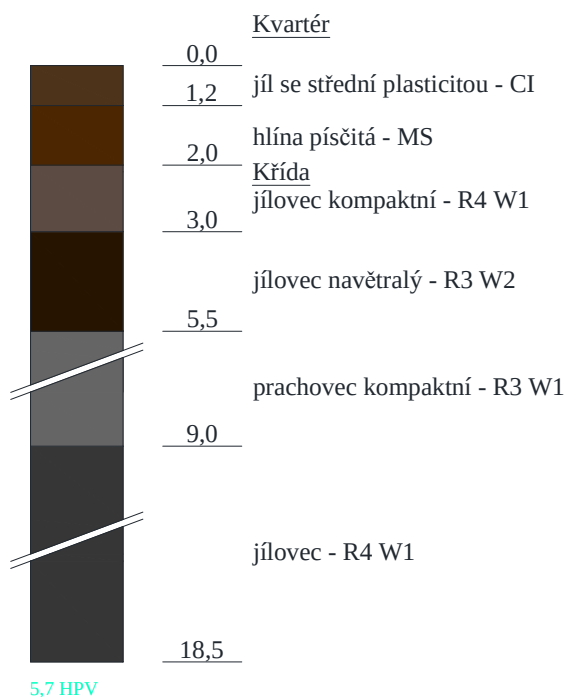
Tab. 5-10 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	547,2	565,6
Únosnost R_d [kPa]	409,1	390,83
Sednutí s [mm]	45,9	41,7

Také zmenšením půdorysných rozměrů se patka stane u druhé lokality nevyhovující pro dané zatížení a základovou půdu.

5.3 Údolí Bácov

Pro lokalitu Bácov byly parametry první vrstvy viz Obr. 5-5 určeny podle laboratorních zkoušek v kap. 4.1. Pro zbývající část profilu byly určeny parametry stejně, jako u předchozích lokalit, dle normových charakteristik viz Tab. 5-11 Parametry základové půdy lokality průmyslový areál. Takto získané hodnoty, byly použity pro následující výpočet. S hladinou podzemní vody se uvažovalo v hloubce 5,7 m pod terénem.



Obr. 5-5 Geologický profil lokality Bácov [9]

Tab. 5-11 Parametry základové půdy lokality průmyslový areál

parametry základové půdy						
	CI	MS	R4	R3	R3	R4
objemová tíha γ [kN.m-3]	19,7	18,5	20,5	20,5	20	20,5
úhel vnitřního tření ϕ [°]	18	24,5	28	27	27	27
soudržnost zeminy c [kPa]	30	33	16	16	14	16
edometrický modul E_{oed} [MPa]	11,5	16	25	23	21	24
koef. strukturní pevnosti m	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
objemová tíha sat. zeminy γ_{sat} [kN.m-3]	-	-	-	-	21,5	23

Pro určení únosnosti a sednutí byly pro základovou konstrukci použity stejné varianty rozměrů patky jako v předcházejících dvou případech.

5.3.1 Varianta 1

Tab. 5-12 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	417,4	422,9
Únosnost R_d [kPa]	596,4	595,6
Sednutí s [mm]	18,1	15,0

Základová konstrukce s rozměry podle první varianty vyhoví pro dané zatížení také u třetí lokality.

5.3.2 Varianta 2

Tab. 5-13 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	411,9	380
Únosnost R_d [kPa]	530	529,3
Sednutí s [mm]	20,4	18,3

Zmenšením hloubky založení a tloušťku patky na 1 m, se sníží únosnost základové konstrukce. Ta však na dané zatížení vyhoví. Sednutí se oproti první variantě zvýší.

5.3.3 Varianta 3

Tab. 5-14 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	437,2	422,9
Únosnost R_d [kPa]	794,1	803,58
Sednutí s [mm]	12,7	12,7

U třetí lokality došlo ke zvýšení únosnosti, při zvětšení hloubky založení, v porovnání s první variantou téměř o 35 %. V porovnání s druhou variantou se únosnost zvýšila o 50 %. Vypočtená hodnota sednutí základu se oproti ostatním variantám se snížila.

5.3.4 Varianta 4

Tab. 5-15 Výsledné hodnoty únosnosti a sednutí základu

	Výpočet GEO 5	Ruční výpočet
Zatížení N [kN]	2720	2720
Napětí σ [kPa]	547,2	565,6
Únosnost R_d [kPa]	589,8	588,6
Sednutí s [mm]	22,6	20,6

Zmenšením půdorysných rozměrů a ponecháním základové spáry v hloubce 1,2 m patka u třetí lokality vyhoví danému zatížení. Ke snížení únosnosti dojde jen minimálně. Hodnota sednutí je však v porovnání se všemi variantami vyšší.

Pro větší přehlednost jsou hodnoty únosnosti a sednutí jednotlivých variant v daných lokalitách shrnuty v Tab. 5-16. Hodnoty jsou uvedeny z programu GEO 5 a z ručního výpočtu.

Podle uvedeného porovnání únosnosti a sedání na jednotlivých lokalitách, je patrné, že největší únosnost má štěrkovitá základová půda viz Obr. 5-3, v průmyslovém areálu. Také je vidět, že při zvýšení hloubky založení, ve variantě tři, dojde ke zvýšení únosnosti patky. Naopak při snížení hloubky založení, ve variantě dvě a zmenšením půdorysných rozměrů ve variantě čtyři, dojde ke snížení únosnosti základové konstrukce. V lokalitě statku Hradisko dokonce patka, s jílovitou základovou půdou viz Obr. 5-4, při této změně rozměrů na dané zatížení nevyhověla.

Tab. 5-16 Srovnání hodnot únosnosti a sednutí pro jednotlivé lokality

Únosnost a sednutí základu					
		Únosnost R_d [kPa]		sednutí s [mm]	
		GEO 5	ruční výpočet	GEO 5	ruční výpočet
varianta 1 2,66 x 2,66 m hl. založ. 1,2 m	průmyslový areál	731,6	729,3	3,8	3,5
	statek Hradisko	410,9	407,9	37,7	34,2
	Báčov	596,4	595,6	18,1	15
varianta 2 2,66 x 2,66 m hl. založ. 1 m	průmyslový areál	646,4	646,9	3,8	3,6
	statek Hradisko	368,6	363,2	39,3	35,9
	Báčov	530	529,3	20,4	18,3
varianta 3 2,66 x 2,66 m hl. založ. 2 m	průmyslový areál	1076	1077	3,4	3,2
	statek Hradisko	690,6	689,4	28	24,8
	Báčov	794,1	803,6	12,7	12,7
varianta 4 2,3 x 2,3 m hl. založ. 1,2 m	průmyslový areál	717,8	713,8	4,6	4,3
	statek Hradisko	409,1	390,8	45,9	41,7
	Báčov	589,8	588,6	22,6	20,6

Metoda výpočtu únosnosti a sedání pomocí programu GEO 5 přibližně odpovídá ručnímu výpočtu podle ČSN 73 1001.

6 ZÁVĚR

Z provedených výpočtů bylo zjištěno, že únosnost základové půdy se mění v závislosti na typu zeminy a jejich pevnostních parametrech, rozměrech základové konstrukce a hloubce založení. Což vyplývá i z faktu, že výpočtová únosnost R_d podle ČSN 73 1001 má ve své obecném vzorci zahrnut vliv soudržnosti, hloubky založení a šířky základu. Stejně tak i sednutí je ovlivněno rozměry konstrukce, ale na rozdíl od únosnosti jej dále ovlivňují deformační parametry zemin.

Z porovnání různých variant konstrukce u stejné základové půdy je zřejmé, že při zvětšení hloubky založení se snižuje hodnota sedání a zvyšuje se únosnost.

Tab. 6-1 srovnání varianty založení

	Hl. založení 2m	Hl. založení 1,2 m
Únosnost	794,1	596,4
Rozdíl [%]	25	
Sedání	12,7	18,1
Rozdíl [%]	30	

Při porovnání variant s rozdílnými půdorysnými rozměry je vidět, že při zmenšení šířky základu únosnost téměř neklesá, ale sedání se zvyšuje.

Tab. 6-2 srovnání variant založení

	2,66 x 2,66	2,3 x 2,3
Únosnost	596,4	589,8
Rozdíl [%]	1,1	
Sedání	18,1	22,6
Rozdíl [%]	20	

Z výše uvedených poznatků lze usoudit, že šířka základu nemá na únosnost základové patky velký vliv, ale výrazněji ovlivňuje sedání patky. Oproti tomu hloubka založení má výrazný vliv jak na sednutí, tak na únosnost základu.

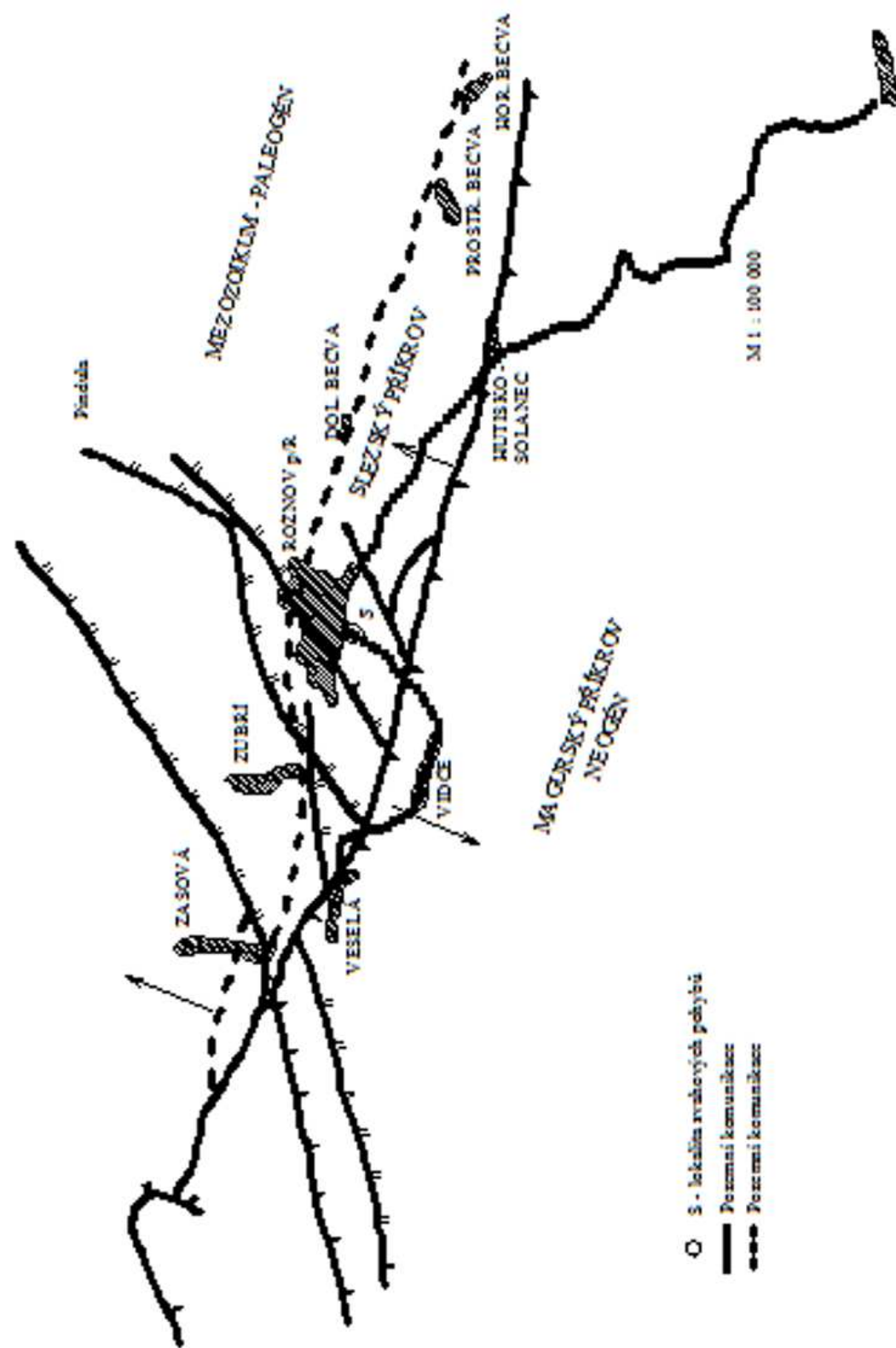
Srovnáním různých lokalit se stejnou variantou základu je vidět, že největší únosnosti a nejmenšího sednutí patky dosahuje štěrkovitá základová půda v průmyslovém areálu. Nejmenší únosnosti a největšího sedání dosahuje jílovitá půda v areálu statku Hradisko, která pro navržené rozměry patky a dané zatížení nevyhověla.

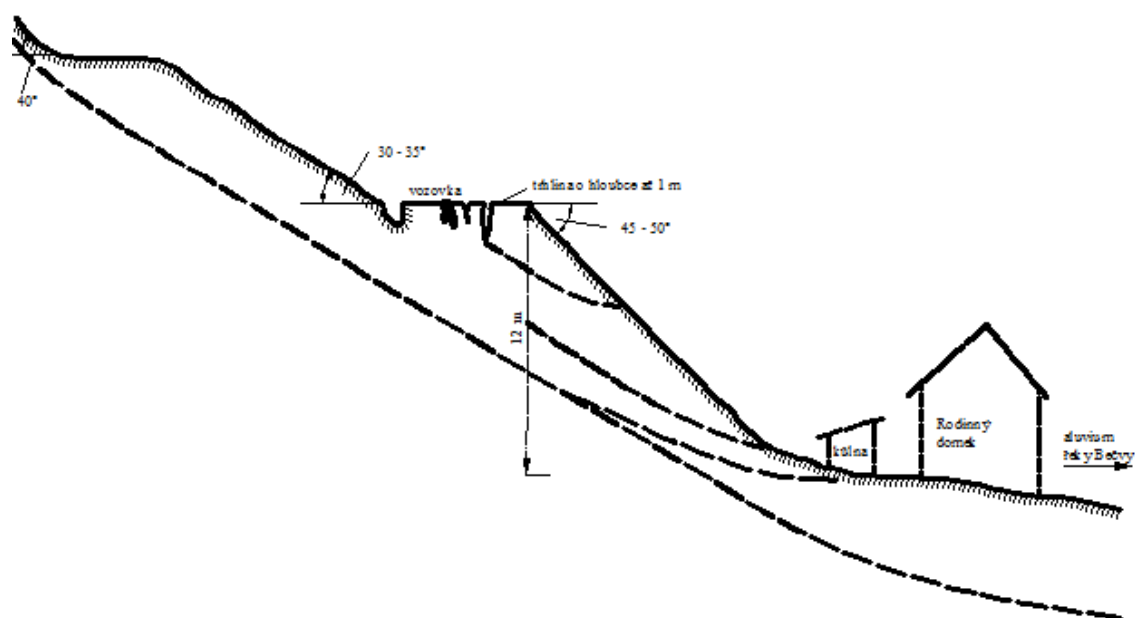
Z výsledků výpočtů a následného porovnání deformačních změn, pod základem, pro jednotlivé lokality můžeme říci, že ze zkoumaných lokalit je nejvýhodnější pro zakládání staveb štěrkovitá základová půda v průmyslovém areálu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ZÁRUBA, Q., VACHTL, J., POKORNÝ, M. *Základy geologie a petrografie pro stavební fakulty*. Vydání 2. přep. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1972. 387s.
- [2] JANOŠKA, MARTIN. *Valašsko očima geologa*. Vydání 1. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. 72s. ISBN 80-244-0085-5
- [3] *Příroda Valašska*. [online]. 2001 dostupné z: <<http://www.priroda-valasska.cz/cz>>
- [4] *Geologie VŠB. Vnější západní karpáty*. [online]. 2003 dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/10_kapitola.htm>
- [5] POSPÍŠIL, P. *Základy všeobecné a inženýrské geologie a hydrogeologie: Modul BF01*. [pdf]. 2004. 47s. Studijní opory. VUT Brno, FAST
- [6] BOUŠKA, J. A KOL. *Závěrečná zpráva inženýrsko-geologického mapování*. Ostrava: SG geotechnika a.s, 1997. 9s
- [7] STACH, JAN. *Česká geologická služba. Rožnov pod Radhoštěm - Kozák, zpráva o průzkumu sesuvného území vysokého rizika (III. kategorie)*. Brno, 1986. 15s.
- [8] HRUBAN, ROBERT. *Moravské Karpaty.cz*. [online]. 2007 dostupné z: <<http://www.moravske-karpaty.cz/index.htm>>
- [9] Česká geologická služba- Geofond. [online]. Vrtná prozkoumanost. dostupné z: <http://www.geofond.cz/mapsphere/MapWin.aspx?M_WizID=24&M_Site=geofond&M_Lang=cs>
- [10] Česká geologická služba. [online]. 2000, *geologické mapy*. dostupné z: <<http://www.geology.cz/extranet/>>
- [11] ŠAMALÍKOVÁ, M. *Geologie pro stavební inženýry*. Vydání 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1978. 172s.
- [12] WEIGLOVÁ, K. *Mechanika zemin*. Vydání 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. 186s. ISBN 80-7204-507-5
- [13] MASOPUST, J. a GLISNÍKOVÁ, V. *Zakládání staveb: Modul M01: Zakládání staveb*. 1. vyd. Brno: CERM, 2007. ISBN 978-80-7204-539-9
- [14] BARVÍNEK, R. Stanovení výpočtové únosnosti R_d . In. *Aplikace revidované normy ČSN 73 1001: Základová půda pod plošnými základy v projektové praxi*. Pardubice: 1987. s. 10-20.
- [15] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: *Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla*. Praha: Český normalizační institut, 2006, 138s.
- [16] *Mapy.cz*. [online]. *Mapa České republiky*. dostupné z: <<http://www.mapy.cz/>>

Příloha 1 – Situace a řez sesuvu kozák





Příloha 2 – Laboratorní zkoušky a protokoly

Edometrická zkouška stlačitelnosti

Akce: **Bacov**
Vzorek č: **2**

Sonda: **S-1**
Hloubka [m] **1,2**

Datum: **2/2012**
Konzolidace: **s vodou**

Objemová hmotnost: ρ , ρ_d

2008	[kg/m ³]

Průměr vzorku

100	[mm]
-----	------

Rekonzolidační tlak: σ_r

0	[MPa]
---	-------

Vlhkost - původní: w

21,4	[%]
------	-----

Výška vzorku: h_{or}

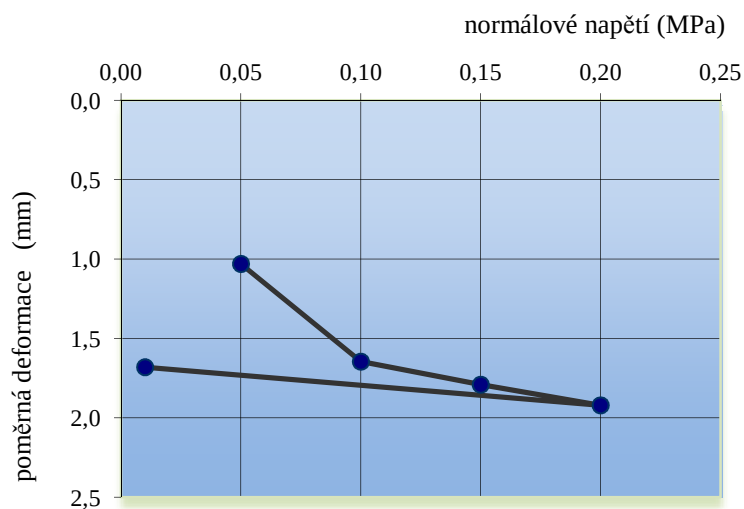
30,0	[mm]
------	------

Výška vz. Po rekonz: h_r

30	[mm]
----	------

Čtení hodinek		Δh	σ	ε	$\Delta \sigma$	$\Delta \varepsilon$	Eoed
[mm]	po rekonz.	[mm]	[MPa]	[%]	[MPa]	[-]	[MPa]
1,03	1,48	0	0,05	0,0000	-	-	-
1,65		0,17	0,10	0,5500	0,05	0,0055	9,1
1,79		0,15	0,15	0,4833	0,05	0,0007	10,2
1,92		0,13	0,20	0,4333	0,05	0,0005	11,4
1,68		0,24	0,01	0,8000	0,19	0,0037	-

Křivka stlačitelnosti



Vlhkost

hmotnost misky [g]	váženka č. 19	váženka č. 9
prázdná	38,4	40,29
se zeminou před vysušení	57,161	56,668
se zeminou po vysušení	53,954	53,693
m_d [g]	15,554	13,403
m_w [g]	3,207	2,975
vlhkost w [%]	20,62	22,20
průměr [%]	21,41	

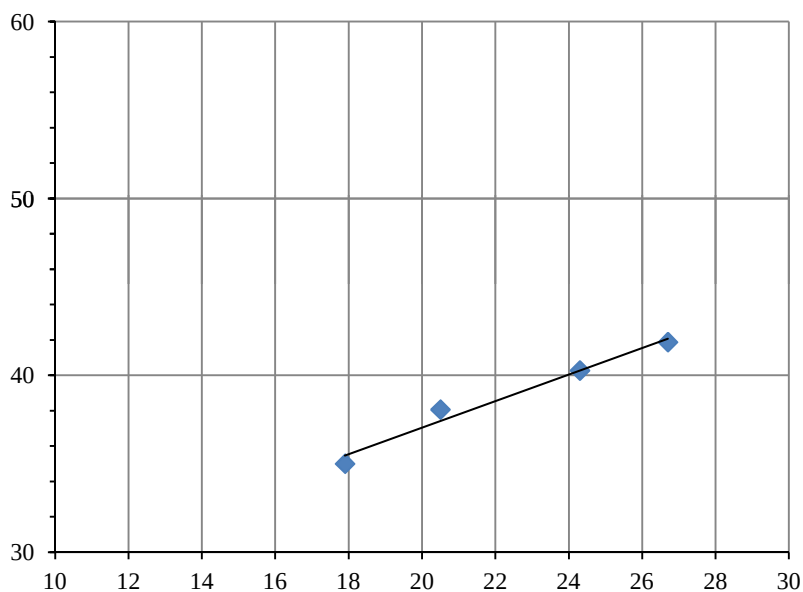
Stanovení konzistenčních mezí

Název akce: **Prostřední Bečva**

Číslo vzorku: **589**

Sonda: **VZ1**

Záznam měření	mez tekutosti				mez plasticity	
	1	2	3	4	1	2
miska číslo	14,14	1,15	18,9	36,36	15,15	28,28
vlhká zemina s miskou [g]	89,796	89,294	85,854	87,673	27,707	24,211
sušina s miskou [g]	83,611	82,781	80,306	80,936	26,739	23,364
miska [g]	65,941	65,673	66,530	64,849	22,140	19,327
sušina [g]	17,670	17,108	13,776	16,087	4,599	4,037
voda [g]	6,185	6,513	5,548	6,737	0,968	0,847
vlhkost [%]	35,00	38,07	40,27	41,88	21,05	20,98
penetrace [mm]	17,9	20,5	24,3	26,7		



Výsledek zkoušky	
Mez tekutosti w_L [%]	37
Mez plasticity w_p [%]	21,0
Původní vlhkost w [%]	21,4
Index plasticity I_p	16,0
Stupeň konzistence I_c	0,98

Měrná hmotnost ρ_s

Č. p.	Váha p. P_1	Váha p. P_2	Váha g_0	Váha p. g_1	Váha p. g_2	$g_0 / (g_0 + g_2 - g_1)$
19	61,431	81,522	20,091	170,482	158,102	2605,5
8	46,922	67,105	20,183	163,53	151,022	2629,7
průměr						2618

Objemová hmotnost zeminy ρ

$$\rho = 2008 \text{ kg.m}^{-3}$$

Objemová hmotnost suché zeminy ρ_d

$$\rho_d = 1654 \text{ kg.m}^{-3}$$

Objemová hmotnost nasycené zeminy ρ_{sat}

$$\rho_{sat} = 2022 \text{ kg.m}^{-3}$$

Objemová tíha zeminy γ

$$\gamma = 19,70 \text{ kN.m}^{-3}$$

Objemová tíha nasycené zeminy γ_{sat}

$$\gamma_{sat} = 19,84 \text{ kN.m}^{-3}$$

Pórovitost n

$$n = 36,8 \%$$

Číslo pórovitosti e

$$e = 0,6$$

Stupeň nasycení S_r

$$S_r = 0,96$$

AKCE - Prostřední Bečva

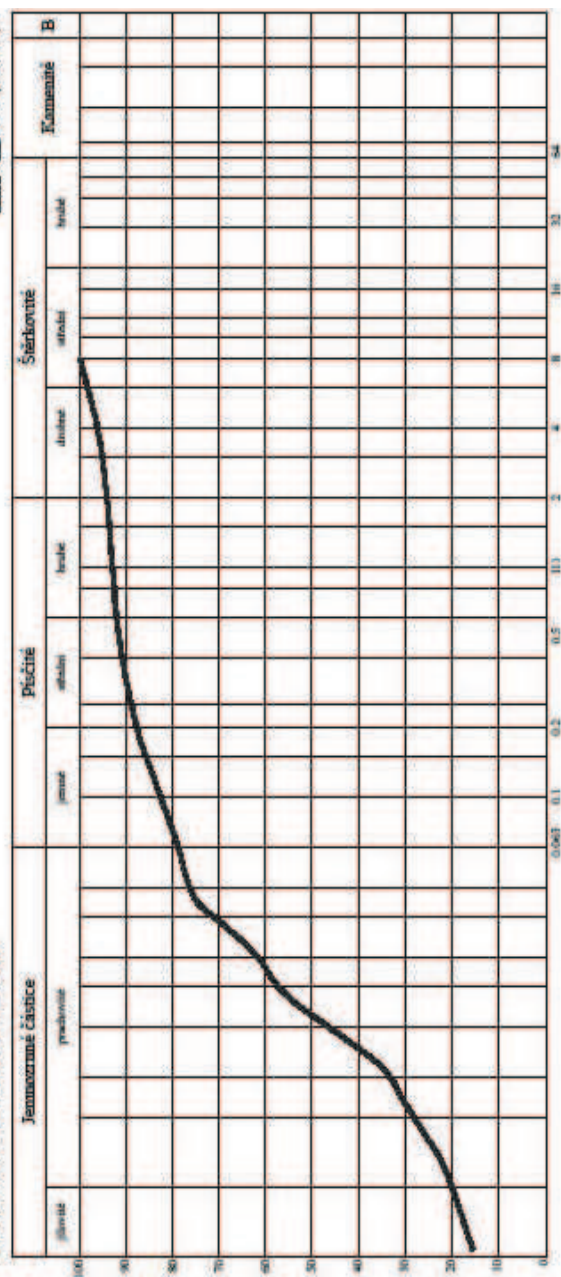
Areometrická zkouška			
měrná hmotnost zeminy [kg/m ³]			2618
Q hmotost vlhké zeminy [g]			92,203
vlhkost w [%]			21,4
hmotnost sušiny Qd [g]			75,94
Q1 - zrna < 0,06 [g]			59,758
Q2 - zrna > 0,06 [g]			16,182

Uplynulá doba t		Teplota suspenze t [°C]	Čtení na arometru R	Oprava pro jinou teplotu než 20 °C [m]	d podle nomogramu d [mm]	R + a + m	w %	x %
[h]	[m]	[s]						
		30	21,5	36,00	0,052	36,28	98,23	77,30
	1		21,5	33,00	0,039	33,28	90,11	70,91
	2		21,5	30,00	0,029	30,28	81,99	64,52
	5		21,5	27,00	0,019	27,28	73,87	58,13
	15		21,5	21,00	0,012	21,28	57,62	45,34
	30		21,5	17,20	0,009	17,48	47,33	37,24
1			21,5	15,20	0,006	15,48	41,91	32,98
2			21,5	13,20	0,005	13,48	36,50	28,72
4			21,5	11,20	0,003	11,48	31,08	24,46
24			21	8,20	0,001	8,38	22,69	17,86

Zrnitostní rozbor				
Velikost ok [mm]	Zůstalo na sítu		Propad sítím %	
	[g]	%		
32				
16				
8	0,00	0,00	100,00	
4	2,84	3,74	96,26	
2	1,52	1,99	94,27	
1	0,91	1,20	93,06	
0,5	1,01	1,33	91,73	
0,2	2,92	3,85	87,88	
0,1	3,88	5,11	82,78	
0,06	2,64	3,48	79,30	
< 0,06	0,46	0,61		

VUT v Brně
Fakulta strojní
Ústav geometrie

Název akce: Prostřední Bečva



Příloha 3 – Ruční výpočty

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

První lokalita- Rožnov pod radhoštěm, průmyslový areál

Rozměry patky:

$$b_{ef} = 2,66 \text{ m}$$

$$A = 7,08 \text{ m}^2$$

$$l_{ef} = 2,66 \text{ m}$$

$$d = 1,2 \text{ m}$$

parametry zeminy:

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 32^\circ$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}}$$

$$\sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}}$$

$$\gamma_{m\varphi} = \varphi / (\varphi - 4)$$

$$\gamma_{sat} = 20,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi_d = 28^\circ$$

$$\gamma_{m\varphi} = 1,14$$

$$\gamma_2 = 13,2 \text{ kN/m}^3$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}}$$

$$\gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 3 \text{ kPa}$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 25,803$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,06717$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 14,72$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,06116$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1)tg \varphi_d \quad N_b = 10,942$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,2$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,4695$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 729,31 \text{ kPa} > \sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

$$R_d = 729,31 > \sigma_{de} = 422,9 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přetížení

$$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$$

$$\sigma_{ol} = 298,75 \text{ kPa}$$

$$b = 2,66 \text{ m}$$

$$l = 2,66 \text{ m}$$

$$d = 1,2 \text{ m}$$

$$A = 7,08 \text{ m}^2$$

$$\gamma = 18 \text{ kNm}^{-3}$$

$$\sigma_{ol} = 298,7 \text{ MPa}$$

$$l/b = 1$$

$$HPV = 2,4 \text{ m}$$

bod	z [m]	d/z	κ_1	$z_{r1} = \kappa_1 \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{oed} [kPa]	Δs [m]
1	0,50	2,40	1,45	0,73	0,27	0,61	183,43	1,70	30,60	0,3	9,18	1,00	94600,0	0,0018
2	1,50	0,80	1,31	1,97	0,74	0,33	99,78	2,70	48,60	0,3	14,58	1,00	94600,0	0,0009
3	2,40	0,50	1,23	2,94	1,11	0,22	66,92	3,60	64,80	0,3	19,44	0,80	94600,0	0,0004
4	3,80	0,32	1,18	4,48	1,69	0,14	43,02	5,00	90,00	0,3	27,00	2,00	94600,0	0,0003
5	5,20	0,23	1,12	5,82	2,19	0,09	25,69	6,40	115,20	0,3	34,56	0,80	94600,0	-
													Σ	0,0035

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

První lokalita- Rožnov pod radhoštěm, průmyslový areál

Rozměry patky:

$$b_{ef} = 2,66 \text{ m}$$

$$A = 7,08 \text{ m}^2$$

$$l_{ef} = 2,66 \text{ m}$$

$$d = 1 \text{ m}$$

parametry zeminy:

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 32^\circ$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}}$$

$$\sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}} \quad \gamma_{m\varphi} = \varphi / (\varphi - 4)$$

$$\gamma_{sat} = 20,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi_d = 28^\circ$$

$$\gamma_{m\varphi} = 1,14$$

$$\gamma_2 = 13,5 \text{ kN/m}^3$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}}$$

$$\gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 3 \text{ kPa}$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 25,803$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 14,72$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1) tg \varphi_d \quad N_b = 10,942$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,2$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,4695$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,06131$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,05583$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 646,9 \text{ kPa} > \sigma_{de} = 422, \text{ kPa}$$

$$R_d = 646,9 > \sigma_{de} = 422,9 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přitížení

$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$

$\sigma_{ol} = 302,35 \text{ kPa}$

$b = 2,66 \text{ m}$

$l = 2,66 \text{ m}$

$d = 1 \text{ m}$

$A = 7,08 \text{ m}^2$

$\gamma = 18 \text{ kNm}^{-3}$

$\sigma_{ol} = 302,3 \text{ MPa}$

$l/b = 1$

$HPV = 2,4 \text{ m}$

bod	z [m]	d/z	κ_1	$z_{r1} = \kappa_1 \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{oed} [kPa]	Δs [m]
1	0,50	2,00	1,43	0,72	0,27	0,64	193,50	1,50	27,00	0,3	8,10	1,00	94600,0	0,0020
2	1,50	0,67	1,25	1,88	0,70	0,32	96,75	2,50	45,00	0,3	13,50	1,00	94600,0	0,0009
3	2,40	0,42	1,17	2,81	1,06	0,24	72,56	3,40	61,20	0,3	18,36	0,80	94600,0	0,0005
4	3,80	0,26	1,13	4,28	1,61	0,13	39,61	4,80	86,40	0,3	25,92	2,00	94600,0	0,0003
5	6,00	0,17	1,66	9,96	3,74	0,03	9,98	7,00	126,00	0,3	37,80	2,40	94600,0	-
													Σ	0,0036

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

První lokalita- Rožnov pod radhoštěm, průmyslový areál

Rozměry patky:

$$b_{ef} = 2,66 \text{ m}$$

$$l_{ef} = 2,66 \text{ m}$$

$$A = 7,08 \text{ m}^2$$

$$d = 2 \text{ m}$$

parametry zeminy:

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 32^\circ$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}}$$

$$\sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}}$$

$$\gamma_{m\varphi} = \varphi / (\varphi - 4)$$

$$\gamma_{sat} = 20,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi_d = 28^\circ$$

$$\gamma_{m\varphi} = 1,14$$

$$\gamma_2 = 12,1 \text{ kN/m}^3$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}}$$

$$\gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 3 \text{ kPa}$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 26$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 14,883$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1) tg \varphi_d \quad N_b = 11,119$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,0867$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,079$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,2$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,471$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 1077,0 \text{ kPa} > \sigma_{de} = 422, \text{ kPa}$$

$$R_d = 1077,0 > \sigma_{de} = 422,9 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přitížení

$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$

$\sigma_{ol} = 284,35 \text{ kPa}$

$b = 2,66 \text{ m}$

$l = 2,66 \text{ m}$

$d = 2 \text{ m}$

$A = 7,08 \text{ m}^2$

$\gamma = 18 \text{ kNm}^{-3}$

$\sigma_{ol} = 284,3 \text{ MPa}$

$l/b = 1$

$HPV = 2,4 \text{ m}$

bod	z [m]	d/z	κ_1	$z_{r1} = \kappa_1 \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{oed} [kPa]	Δs [m]
1	0,50	4,00	1,43	0,72	0,27	0,60	170,61	2,50	45,00	0,3	13,50	1,00	94600,0	0,0017
2	1,50	1,33	1,25	1,88	0,70	0,32	90,99	3,50	63,00	0,3	18,90	1,00	94600,0	0,0008
3	2,40	0,83	1,17	2,81	1,06	0,22	62,56	4,40	53,24	0,3	15,97	0,80	94600,0	0,0004
4	3,80	0,53	1,13	4,28	1,61	0,13	37,25	5,80	70,18	0,3	21,05	2,00	94600,0	0,0003
5	6,00	0,33	1,66	9,96	3,74	0,03	9,38	8,00	96,80	0,3	29,04	2,40	94600,0	-
													Σ	0,0032

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

První lokalita- Rožnov pod radhoštěm, průmyslový areál

Rozměry patky:

$$b_{ef} = 2,3 \text{ m}$$

$$l_{ef} = 2,3 \text{ m}$$

$$A = 5,29 \text{ m}^2$$

$$d = 1,2 \text{ m}$$

parametry zeminy:

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 32^\circ$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}}$$

$$\sigma_{de} = 565,6 \text{ kPa}$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}}$$

$$\gamma_{m\varphi} = \varphi / (\varphi - 4)$$

$$\gamma_{sat} = 20,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi_d = 28^\circ$$

$$\gamma_{m\varphi} = 1,14$$

$$\gamma_2 = 13,2 \text{ kN/m}^3$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}}$$

$$\gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 3 \text{ kPa}$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 25,803$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 14,72$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1) tg \varphi_d \quad N_b = 10,942$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,2$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,4695$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,07223$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,06577$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 713,75 \text{ kPa} > \sigma_{de} = 565,6 \text{ kPa}$$

$$R_d = 713,75 > \sigma_{de} = 565,6 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přitížení

$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$

$\sigma_{ol} = 406,88 \text{ kPa}$

$b = 2,3 \text{ m}$

$l = 2,3 \text{ m}$

$d = 1,2 \text{ m}$

$A = 5,29 \text{ m}^2$

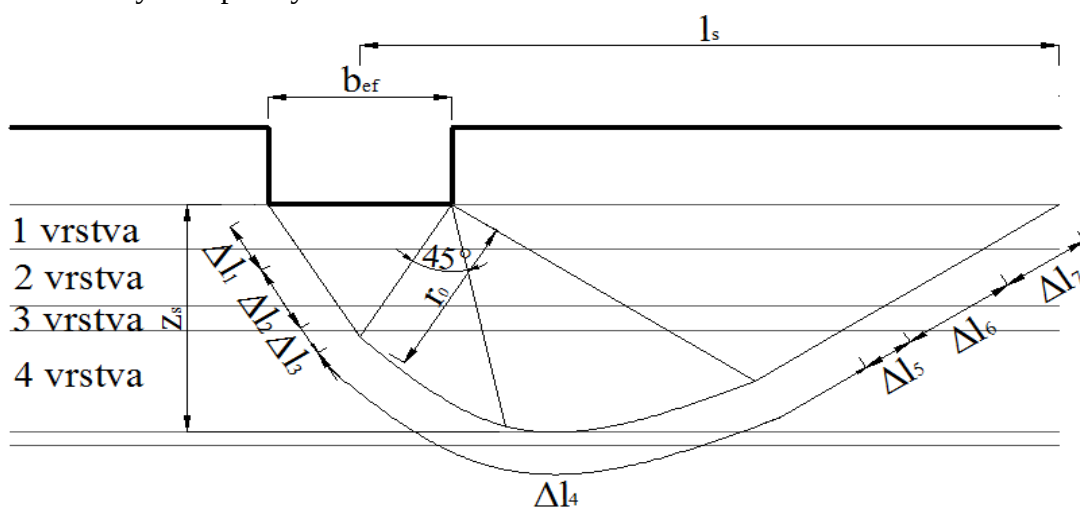
$\gamma = 18 \text{ kNm}^{-3}$

$\sigma_{ol} = 406,9 \text{ MPa}$

$l/b = 1$

$HPV = 2,4 \text{ m}$

bod	z [m]	d/z	κ_1	$z_{r1} = \kappa_1 \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{oed} [kPa]	Δs [m]
1	0,50	2,40	1,46	0,73	0,32	0,54	221,34	1,70	30,60	0,3	9,18	1,00	94600,0	0,0022
2	1,50	0,80	1,38	2,07	0,90	0,25	103,35	2,70	48,60	0,3	14,58	1,00	94600,0	0,0009
3	2,40	0,50	1,23	2,95	1,28	0,17	67,14	3,60	64,80	0,3	19,44	0,80	94600,0	0,0004
4	3,80	0,32	1,14	4,33	1,88	0,14	54,93	5,00	90,00	0,3	27,00	2,00	94600,0	0,0006
5	5,20	0,23	1,12	5,82	2,53	0,06	25,23	6,40	115,20	0,3	34,56	0,80	94600,0	0,0001
													Σ	0,0043



$$\begin{array}{lll}
\Delta l_1 = 0,829 \text{ m} & \Delta l_6 = 1,680 \text{ m} & A_1 = 7,465 \text{ m}^2 \\
\Delta l_2 = 1,066 \text{ m} & \Delta l_7 = 1,306 \text{ m} & A_2 = 8,006 \text{ m}^2 \\
\Delta l_3 = 0,474 \text{ m} & & A_3 = 2,984 \text{ m}^2 \\
\Delta l_4 = 7,89 \text{ m} & & A_4 = 7,252 \\
\Delta l_5 = 0,747 \text{ m} & \Sigma \Delta l = 13,986 \text{ m} & \Sigma A = 25,706 \text{ m}^2
\end{array}$$

Charakteristiky základové půdy

$$\bar{\varphi} = \frac{\varphi_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + \varphi_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + \varphi_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l}$$

$$\bar{\varphi} = 25,5^\circ$$

$$\bar{c} = \frac{c_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + c_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + c_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l}$$

$$\bar{c} = 9,8 \text{ kPa}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{A_1 \cdot \gamma_1 + A_2 \cdot \gamma_2 + A_3 \cdot \gamma_3}{\Sigma A}$$

$$\bar{\gamma} = 20,2 \text{ kN/m}^3$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}} \quad \gamma_{m\varphi} = \varphi / (\varphi - 4)$$

$$\varphi_d = 21,5^\circ \quad \gamma_{m\varphi} = 1,19$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}} \quad \gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 4,9 \text{ kPa} \quad \gamma_2 = 13,5 \text{ kN/m}^3$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 16,355$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,06717$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 7,448$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,05549$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1) tg \varphi_d \quad N_b = 3,813$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,200$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,367$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 410,99 \text{ kPa} < \sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

$$R_d = 410,99 < \sigma_{de} = 422,9 \Rightarrow \text{nevyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přitížení

$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$

$\sigma_{ol} = 296,11 \text{ kPa}$

- b= 2,66 m
- l= 2,66 m
- d= 1,2 m
- A= 7,08 m²

- $\gamma = 20,2 \text{ kNm}^{-3}$
- $\sigma_{ol} = 296,1 \text{ MPa}$
- l/b= 1
- HPV= 2,9 m

bod	z [m]	d/z	κ_l	$z_{r1} = \kappa_l \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{oed} [kPa]	Δs [m]
2	0,50	2,400	1,47	0,74	0,28	0,61	181,81	1,70	34,34	0,1	3,43	1,000	8500,0	0,0210
3	1,50	0,800	1,30	1,95	0,73	0,33	98,90	2,70	54,54	0,1	5,45	1,000	9500,0	0,0098
4	2,40	0,500	1,23	2,94	1,11	0,22	66,33	3,60	72,72	0,2	14,54	0,800	17500,0	0,0024
5	3,80	0,316	1,18	4,48	1,69	0,14	42,64	5,00	101,00	0,3	30,30	2,000	24000,0	0,0010
6	5,56	0,216	1,14	6,34	2,38	0,08	22,21	6,76	136,55	0,3	40,97	1,520	24000,0	-
													Σ	0,0342

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

Druhá lokalita- Rožnov- Hradisko

Rozměry patky:

$$\begin{array}{llll} b_{ef} = & 2,66 & \text{m} & A = 7,08 \text{ m}^2 \\ l_{ef} = & 2,66 & \text{m} & d = 1 \text{ m} \end{array} \quad \gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}} = 422,9 \text{ kPa}$$

Vrstvy zemin v dosahu smykové plochy

$\varphi_1 = 21$	$\gamma_1 = 20$	kN/m^3	$c_1 = 12$	kPa
$\varphi_2 = 19$	$\gamma_2 = 21$	kN/m^3	$c_2 = 12$	kPa
$\varphi_3 = 38,5$	$\gamma_3 = 20$	kN/m^3	$c_3 = 0$	kPa
$\varphi_4 = 27$	$\gamma_4 = 19,5$	kN/m^3	$c_4 = 10$	kPa

Návrh φ

$$\varphi = 25,2^\circ$$

hloubka smykové plochy pod základovou spárou

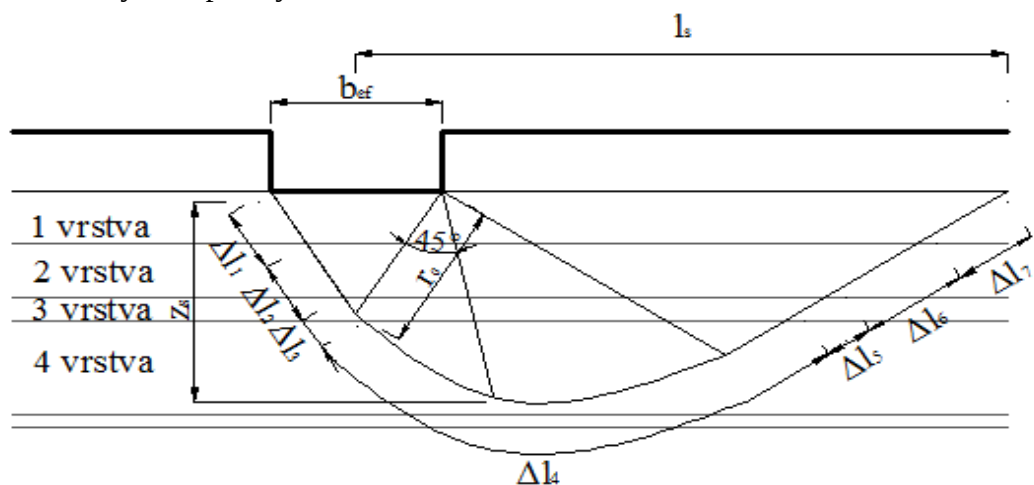
$$z_s = \frac{b_{ef} \cdot \cos \varphi}{2 \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \cdot e^{\left[\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\arccos \varphi}{2} \right) \tan \varphi \right]} \quad z_s = 3,604 \text{ m}$$

vodorovný dosah smykové plochy

$$l_s = \frac{b_{ef}}{2} + b_{ef} \cdot \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} \tan \varphi \right)} \quad l_s = 10,108 \text{ m}$$

$$r = r_0 \cdot e^{(\arccos \alpha \cdot \tan \varphi)} \quad \begin{array}{ll} r_0 = 2,482 \text{ m} & r_{\alpha 45} = 3,592 \text{ m} \\ & r_{\alpha 90} = 5,198 \text{ m} \end{array}$$

Dosah smykové plochy



$\Delta l_1 = 1,066 \text{ m}$	$\Delta l_6 = 1,680 \text{ m}$	$A_1 = 9,399 \text{ m}^2$
$\Delta l_2 = 1,066 \text{ m}$	$\Delta l_7 = 1,306 \text{ m}$	$A_2 = 7,608 \text{ m}^2$
$\Delta l_3 = 0,508 \text{ m}$		$A_3 = 2,804 \text{ m}^2$
$\Delta l_4 = 7,24 \text{ m}$		$A_4 = 5,896$
$\Delta l_5 = 0,747 \text{ m}$	$\Sigma \Delta l = 13,613 \text{ m}$	$\Sigma A = 25,707 \text{ m}^2$

Charakteristiky základové půdy

$$\bar{\varphi} = \frac{\varphi_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + \varphi_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + \varphi_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l}$$

$$\bar{\varphi} = 25,4^\circ$$

$$\bar{c} = \frac{c_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + c_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + c_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l}$$

$$\bar{c} = 9,8 \text{ kPa}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{A_1 \cdot \gamma_1 + A_2 \cdot \gamma_2 + A_3 \cdot \gamma_3}{\Sigma A}$$

$$\bar{\gamma} = 20,2 \text{ kN/m}^3$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}} \quad \gamma_{m\varphi} = \varphi / (\varphi - 4)$$

$$\varphi_d = 21,4^\circ \quad \gamma_{m\varphi} = 1,19$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}} \quad \gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 4,9 \text{ kPa} \quad \gamma_2 = 13,9 \text{ kN/m}^3$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 16,232$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,061$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 7,361$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,051$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1)tg \varphi_d \quad N_b = 3,740$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,200$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_x} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,365$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 363,18 \text{ kPa} < \sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

$$R_d = 363,18 < \sigma_{de} = 422,9 \Rightarrow \text{nevyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přitížení

$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$

$\sigma_{ol} = 300,1 \text{ kPa}$

$b = 2,66 \text{ m}$

$l = 2,66 \text{ m}$

$d = 1 \text{ m}$

$A = 7,08 \text{ m}^2$

$\gamma = 20,2 \text{ kNm}^{-3}$

$\sigma_{ol} = 300,1 \text{ MPa}$

$l/b = 1$

$HPV = 2,9 \text{ m}$

bod	z [m]	d/z	κ_l	$z_{rl} = \kappa_l \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{ood} [kPa]	Δs [m]
2	0,50	2,000	1,43	0,72	0,27	0,64	193,30	1,50	30,30	0,1	3,03	1,000	8500,0	0,0224
3	1,50	0,667	1,25	1,88	0,70	0,32	97,25	2,50	50,50	0,1	5,05	1,000	9500,0	0,0097
4	2,40	0,417	1,17	2,81	1,06	0,24	73,24	3,40	68,68	0,2	13,74	0,800	17500,0	0,0027
5	3,80	0,263	1,13	4,28	1,61	0,13	40,22	4,80	96,96	0,3	29,09	2,000	21000,0	0,0011
6	5,20	0,19	1,72	8,94	3,36	0,04	13,39	6,20	125,24	0,3	37,57	0,80	24000,0	-
													Σ	0,0359

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

Druhá lokalita- Rožnov- Hradisko

Rozměry patky:

$$\begin{array}{llll} b_{ef} = & 2,66 & \text{m} & A = 7,08 \text{ m}^2 \\ l_{ef} = & 2,66 & \text{m} & d = 2 \text{ m} \end{array} \quad \gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}} = 422,9 \text{ kPa}$$

Vrstvy zemin v dosahu smykové plochy

$\varphi_1 = 21$	$\gamma_1 = 20$	kN/m^3	$c_1 = 12$	kPa
$\varphi_2 = 19$	$\gamma_2 = 21$	kN/m^3	$c_2 = 12$	kPa
$\varphi_3 = 38,5$	$\gamma_3 = 20$	kN/m^3	$c_3 = 0$	kPa
$\varphi_4 = 27$	$\gamma_4 = 19,5$	kN/m^3	$c_4 = 10$	kPa
$\varphi_5 = 27$	$\gamma_4 = 20,5$	kN/m^4	$c_5 = 16$	kPa

Návrh φ

$$\varphi = 29^\circ$$

hloubka smykové plochy pod základovou spárou

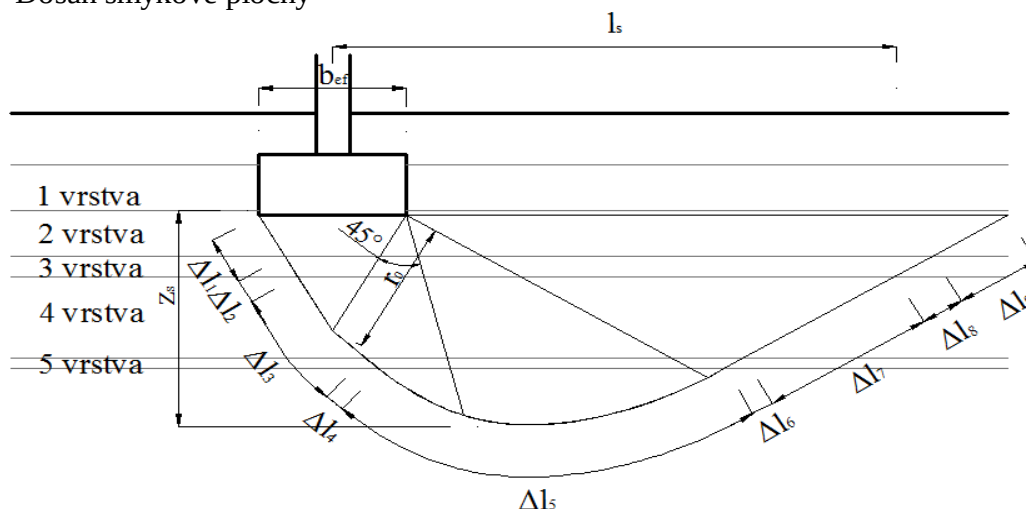
$$z_s = \frac{b_{ef} \cdot \cos \varphi}{2 \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \cdot e^{\left[\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\arccos \varphi}{2} \right) \tan \varphi \right]} \quad z_s = 4,076 \text{ m}$$

vodorovný dosah smykové plochy

$$l_s = \frac{b_{ef}}{2} + b_{ef} \cdot \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} \cdot \tan \varphi \right)} \quad l_s = 12,116 \text{ m}$$

$$r = r_0 \cdot e^{(\arccos \alpha \cdot \tan \varphi)} \quad r_0 = 2,620 \text{ m} \quad r_{\alpha 45} = 4,050 \text{ m} \quad r_{\alpha 90} = 6,259 \text{ m}$$

Dosah smykové plochy



$\Delta l_1 = 0,928 \text{ m}$	$\Delta l_6 = 0,394 \text{ m}$	$A_1 = 10,025 \text{ m}^2$
$\Delta l_2 = 0,464 \text{ m}$	$\Delta l_7 = 3,152 \text{ m}$	$A_2 = 4,464 \text{ m}^2$
$\Delta l_3 = 2,030 \text{ m}$	$\Delta l_8 = 0,788 \text{ m}$	$A_3 = 14,125 \text{ m}^2$
$\Delta l_4 = 0,3 \text{ m}$	$\Delta l_9 = 1,576 \text{ m}$	$A_4 = 1,297 \text{ m}^2$
$\Delta l_5 = 6,702 \text{ m}$		$A_5 = 4,572 \text{ m}^2$
	$\Sigma \Delta l = 16,342 \text{ m}$	$\Sigma A = 34,483 \text{ m}^2$

Charakteristiky základové půdy

$$\bar{\varphi} = \frac{\varphi_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + \varphi_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + \varphi_3 \cdot \Delta l_3}{\sum \Delta l}$$

$$\bar{\varphi} = 29,1^\circ$$

$$\bar{c} = \frac{c_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + c_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + c_3 \cdot \Delta l_3}{\sum \Delta l}$$

$$\bar{c} = 9,75 \text{ kPa}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{A_1 \cdot \gamma_1 + A_2 \cdot \gamma_2 + A_3 \cdot \gamma_3}{\sum A}$$

$$\bar{\gamma} = 20,18 \text{ kN/m}^3$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}} \quad \gamma_{m\varphi} = \varphi / (\varphi - 4)$$

$$\varphi_d = 25,1^\circ \quad \gamma_{m\varphi} = 1,16$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}} \quad \gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 4,9 \text{ kPa} \quad \gamma_2 = 10,5 \text{ kN/m}^3$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 20,889$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,087$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 10,791$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} = 1,076$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1)tg \varphi_d \quad N_b = 6,884$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,200$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,424$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 689,35 \text{ kPa} < \sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

$$R_d = 689,35 < \sigma_{de} = 422,9 \Rightarrow \text{nevyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přitížení

$$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$$

$$\sigma_{ol} = 279,95 \text{ kPa}$$

$$b = 2,66 \text{ m}$$

$$l = 2,66 \text{ m}$$

$$d = 2 \text{ m}$$

$$A = 7,08 \text{ m}^2$$

$$\gamma = 20,2 \text{ kNm}^{-3}$$

$$\sigma_{ol} = 279,9 \text{ MPa}$$

$$l/b = 1$$

$$HPV = 2,9 \text{ m}$$

bod	z [m]	d/z	κ_l	$z_{r1} = \kappa_l \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{osd} [kPa]	Δs [m]
2	0,50	4,000	1,50	0,75	0,282	0,60	167,97	2,50	50,50	0,1	5,05	1,000	9500,0	0,0171
3	1,50	1,333	1,40	2,09	0,787	0,30	83,70	3,50	70,70	0,1	7,07	1,000	17500,0	0,0044
4	2,40	0,833	1,30	3,12	1,173	0,22	61,59	4,40	88,88	0,1	8,89	0,800	17500,0	0,0024
5	3,80	0,526	1,23	4,66	1,750	0,12	33,59	5,80	117,16	0,2	23,43	2,000	24000,0	0,0008
6	5,20	0,385	1,16	6,01	2,258	0,08	21,84	7,20	145,44	0,3	43,63	0,800	24000,0	-
													Σ	0,0248

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

Druhá lokalita- Rožnov- Hradisko

Rozměry patky:

$$b_{ef} = 2,3 \text{ m}$$

$$A = 5,29 \text{ m}^2$$

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$l_{ef} = 2,3 \text{ m}$$

$$d = 1,2 \text{ m}$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}}$$

$$\sigma_{de} = 565,6 \text{ kPa}$$

Vrstvy zemin v dosahu smykové plochy

$$\varphi_1 = 21 \quad \gamma_1 = 20 \text{ kN/m}^3 \quad c_1 = 12 \text{ kPa}$$

$$\varphi_2 = 19 \quad \gamma_2 = 21 \text{ kN/m}^3 \quad c_2 = 12 \text{ kPa}$$

$$\varphi_3 = 38,5 \quad \gamma_3 = 20 \text{ kN/m}^3 \quad c_3 = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi_4 = 27 \quad \gamma_4 = 19,5 \text{ kN/m}^3 \quad c_4 = 10 \text{ kPa}$$

Návrh φ

$$\varphi = 25,2^\circ$$

hloubka smykové plochy pod základovou spárou

$$z_s = \frac{b_{ef} \cdot \cos \varphi}{2 \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \cdot e^{\left[\left(\frac{\pi + \arccos \varphi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) \tan \varphi\right]} \quad z_s = 3,117 \text{ m}$$

vodorovný dosah smykové plochy

$$l_s = \frac{b_{ef}}{2} + b_{ef} \cdot \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} \tan \varphi\right)} \quad l_s = 8,740 \text{ m}$$

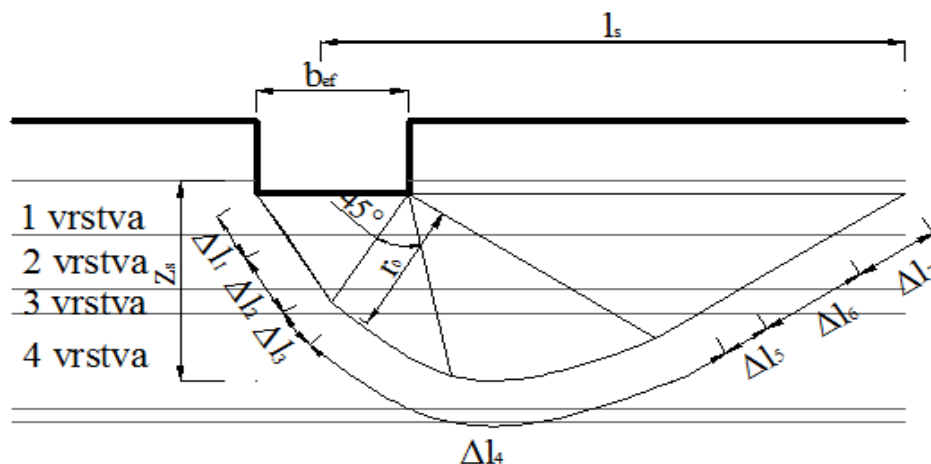
$$r = r_0 \cdot e^{(\arccos \alpha \cdot \tan \varphi)}$$

$$r_0 = 2,146 \text{ m}$$

$$r_{\alpha 45} = 3,106 \text{ m}$$

$$r_{\alpha 90} = 4,495 \text{ m}$$

Dosah smykové plochy



$$\begin{array}{lll}
\Delta l_1 = 0,829 \text{ m} & \Delta l_6 = 1,680 \text{ m} & A_1 = 6,381 \text{ m}^2 \\
\Delta l_2 = 1,066 \text{ m} & \Delta l_7 = 1,680 \text{ m} & A_2 = 6,613 \text{ m}^2 \\
\Delta l_3 = 0,536 \text{ m} & & A_3 = 2,356 \text{ m}^2 \\
\Delta l_4 = 5,93 \text{ m} & & A_4 = 3,873 \text{ m}^2 \\
\Delta l_5 = 0,747 \text{ m} & \Sigma \Delta l = 12,468 \text{ m} & \Sigma A = 19,223 \text{ m}^2
\end{array}$$

Charakteristiky základové půdy

$$\bar{\varphi} = \frac{\varphi_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + \varphi_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + \varphi_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l}$$

$$\bar{\varphi} = 25,2^\circ$$

$$\bar{c} = \frac{c_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + c_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + c_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l}$$

$$\bar{c} = 9,8 \text{ kPa}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{A_1 \cdot \gamma_1 + A_2 \cdot \gamma_2 + A_3 \cdot \gamma_3}{\Sigma A}$$

$$\bar{\gamma} = 20,2 \text{ kN/m}^3$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}} \quad \gamma_{m\varphi} = \varphi / (\varphi - 4)$$

$$\varphi_d = 21,2^\circ \quad \gamma_{m\varphi} = 1,19$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}} \quad \gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 4,9 \text{ kPa} \quad \gamma_2 = 13,5 \text{ kN/m}^3$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 16,035$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,072$$

$$N_d = t g^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 7,224$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,059$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1) t g \varphi_d \quad N_b = 3,624$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,200$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,362$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 390,83 \text{ kPa} < \sigma_{de} = 565,6 \text{ kPa}$$

$$R_d = 390,83 < \sigma_{de} = 565,6 \Rightarrow \text{nevyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přitížení

$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$

$\sigma_{ol} = 404,24 \text{ kPa}$

$b = 2,3 \text{ m}$

$l = 2,3 \text{ m}$

$d = 1,2 \text{ m}$

$A = 5,29 \text{ m}^2$

$\gamma = 20,2 \text{ kNm}^{-3}$

$\sigma_{ol} = 404,2 \text{ MPa}$

$l/b = 1$

$HPV = 2,9 \text{ m}$

bod	z [m]	d/z	κ_1	$z_{r1} = \kappa_1 \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{ood} [kPa]	Δs [m]
2	0,50	2,400	1,46	0,73	0,32	0,55	222,33	1,70	34,34	0,1	3,43	1,000	8500,0	0,0258
3	1,50	0,800	1,38	2,07	0,90	0,27	109,15	2,70	54,54	0,1	5,45	1,000	9500,0	0,0109
4	2,40	0,500	1,23	2,95	1,28	0,19	76,81	3,60	72,72	0,2	14,54	0,800	17500,0	0,0028
5	3,80	0,316	1,14	4,33	1,88	0,14	56,59	5,00	101,00	0,3	30,30	2,000	24000,0	0,0022
6	5,20	0,231	1,12	5,82	2,53	0,06	25,06	6,40	129,28	0,3	38,78	0,800	24000,0	-
													Σ	0,0417

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

Třetí lokalita- Bácov

Rozměry patky:

$$b_{ef} = 2,66 \text{ m}$$

$$A = 7,08 \text{ m}^2$$

$$\gamma = 19,7 \text{ kN/m}^3$$

$$l_{ef} = 2,66 \text{ m}$$

$$d = 1,2 \text{ m}$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}}$$

$$\sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

Vrstvy zemin v dosahu smykové plochy

$$\varphi_1 = 24,5 \quad \gamma_1 = 18,5 \text{ kN/m}^3 \quad c_1 = 33 \text{ kPa}$$

$$\varphi_2 = 28 \quad \gamma_2 = 20,5 \text{ kN/m}^3 \quad c_2 = 16 \text{ kPa}$$

$$\varphi_3 = 27 \quad \gamma_3 = 20,5 \text{ kN/m}^3 \quad c_3 = 16 \text{ kPa}$$

Návrh φ

$$\varphi = 26,7^\circ$$

hloubka smykové plochy pod základovou spárou

$$z_s = \frac{b_{ef} \cdot \cos \varphi}{2 \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \cdot e^{\left[\left(\frac{\pi + \arccos \varphi}{4} + \frac{\arccos \varphi}{2}\right) \tan \varphi\right]} \quad z_s = 3,779 \text{ m}$$

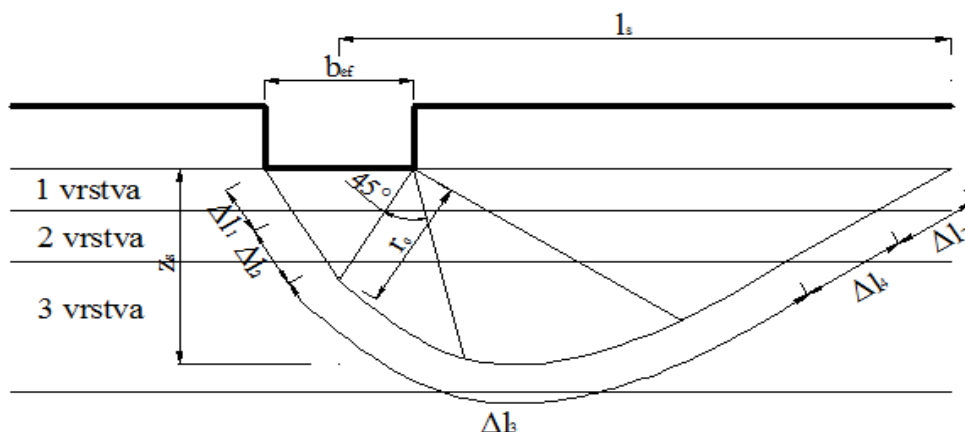
vodorovný dosah smykové plochy

$$l_s = \frac{b_{ef}}{2} + b_{ef} \cdot \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} \cdot \tan \varphi\right)} \quad l_s = 10,839 \text{ m}$$

$$r = r_0 \cdot e^{(\arccos \alpha \cdot \tan \varphi)} \quad r_0 = 2,5346 \text{ m} \quad r_{\alpha 45} = 3,76243 \text{ m}$$

$$r_{\alpha 90} = 5,58497 \text{ m}$$

Dosah smykové plochy



$$\Delta l_1 = 0,940 \text{ m} \quad A_1 = 9,019 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_2 = 1,174 \text{ m} \quad A_2 = 9,260 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_3 = 9,304 \text{ m} \quad A_3 = 10,561 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_4 = 1,906 \text{ m} \quad \Sigma A = 28,840 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_5 = 1,525 \text{ m}$$

$$\Sigma \Delta l = 14,848 \text{ m}$$

Charakteristiky základové půdy

$$\bar{\varphi} = \frac{\varphi_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + \varphi_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + \varphi_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l} \quad \bar{\varphi} = 26,8^\circ$$

$$\bar{c} = \frac{c_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + c_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + c_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l} \quad \bar{c} = 18,8 \text{ kPa}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{A_1 \cdot \gamma_1 + A_2 \cdot \gamma_2 + A_3 \cdot \gamma_3}{\Sigma A} \quad \bar{\gamma} = 19,9 \text{ kN/m}^3$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}} \quad \gamma_{m\varphi} = \varphi/(\varphi - 4)$$

$$\varphi_d = 22,8^\circ \quad \gamma_{m\varphi} = 1,18$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}} \quad \gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 9,4 \text{ kPa} \quad \gamma_2 = 19,9 \text{ kN/m}^3$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 17,798$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 8,4789$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1)tg \varphi_d \quad N_b = 4,714$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,2$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,3874$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,06717$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,05677$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 595,60 \text{ kPa} > \sigma_{de} = 422, \text{ kPa}$$

$$R_d = 595,60 > \sigma_{de} = 422,9 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přitížení

$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$

$\sigma_{ol} = 296,47 \text{ kPa}$

$b = 2,66 \text{ m}$

$l = 2,66 \text{ m}$

$d = 1,2 \text{ m}$

$A = 7,08 \text{ m}^2$

$\gamma = 19,9 \text{ kNm}^{-3}$

$\sigma_{ol} = 296,5 \text{ MPa}$

$l/b = 1$

$HPV = 2,4 \text{ m}$

bod	z [m]	d/z	κ_l	$z_{r1} = \kappa_l \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{oed} [kPa]	Δs [m]
1	0,50	2,400	1,47	0,74	0,28	0,59	174,03	1,70	33,83	0,3	10,15	1,000	16000,0	0,0102
2	1,50	0,800	1,30	1,95	0,73	0,30	90,07	2,70	53,73	0,3	16,12	1,000	25000,0	0,0030
3	2,40	0,500	1,23	2,94	1,11	0,21	61,37	3,60	71,64	0,3	21,49	0,800	23000,0	0,0014
4	3,80	0,316	1,18	4,48	1,69	0,12	34,21	5,00	99,50	0,3	29,85	2,000	21000,0	0,0004
5	5,56	0,216	1,14	6,34	2,38	0,08	22,24	6,76	134,52	0,3	40,36	1,520	24000,0	-
													Σ	0,0150

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

Třetí lokalita- Bácov

Rozměry patky:

$$b_{ef} = 2,66 \text{ m} \quad A = 7,08 \text{ m}^2$$

$$l_{ef} = 2,66 \text{ m} \quad d = 1 \text{ m}$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}}$$

$$\sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

Vrstvy zemin v dosahu smykové plochy

$$\varphi_1 = 18^\circ \quad \gamma_1 = 19,7 \text{ kN/m}^3 \quad c_1 = 30 \text{ kPa}$$

$$\varphi_2 = 24,5^\circ \quad \gamma_2 = 18,5 \text{ kN/m}^3 \quad c_2 = 33 \text{ kPa}$$

$$\varphi_3 = 28^\circ \quad \gamma_3 = 20,5 \text{ kN/m}^3 \quad c_3 = 16 \text{ kPa}$$

$$\varphi_4 = 27^\circ \quad \gamma_4 = 20 \text{ kN/m}^3 \quad c_4 = 16 \text{ kPa}$$

$$\text{Návrh } \varphi = 26,2^\circ$$

hloubka smykové plochy pod základovou spárou

$$z_s = \frac{b_{ef} \cdot \cos \varphi}{2 \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \cdot e^{\left[\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\arccos \varphi}{2}\right) \tan \varphi\right]} \quad z_s = 3,719 \text{ m}$$

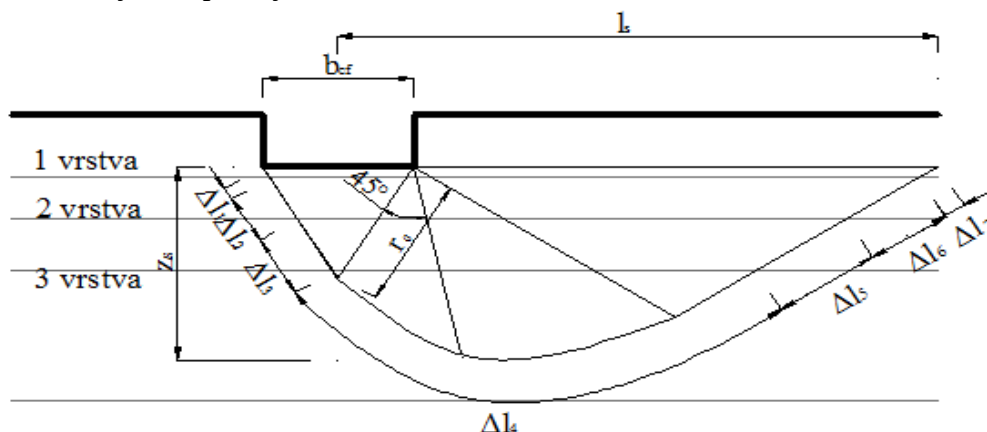
vodorovný dosah smykové plochy

$$l_s = \frac{b_{ef}}{2} + b_{ef} \cdot \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} \cdot \tan \varphi\right)} \quad l_s = 10,587 \text{ m}$$

$$r = r_0 \cdot e^{(\arccos \alpha \cdot \tan \varphi)} \quad r_{\alpha 45} = 3,70422 \text{ m}$$

$$r_0 = 2,517 \text{ m} \quad r_{\alpha 90} = 5,45174 \text{ m}$$

Dosah smykové plochy



$$\begin{array}{lll}
\Delta l_1 = 0,236 \text{ m} & \Delta l_6 = 1,5139 \text{ m} & A_1 = 2,339 \text{ m}^2 \\
\Delta l_2 = 0,942 \text{ m} & \Delta l_7 = 0,3785 \text{ m} & A_2 = 8,464 \text{ m}^2 \\
\Delta l_3 = 1,178 \text{ m} & & A_3 = 8,573 \text{ m}^2 \\
\Delta l_4 = 8,400 \text{ m} & & A_4 = 8,265 \\
\Delta l_5 = 1,892 \text{ m} & \Sigma \Delta l = 14,541 \text{ m} & \Sigma A = 27,641 \text{ m}^2
\end{array}$$

Charakteristiky základové půdy

$$\begin{array}{ll}
\bar{\varphi} = \frac{\varphi_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + \varphi_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + \varphi_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l} & \bar{\varphi} = 26,4^\circ \\
\bar{c} = \frac{c_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + c_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + c_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l} & \bar{c} = 19,5 \text{ kPa} \\
\bar{\gamma} = \frac{A_1 \cdot \gamma_1 + A_2 \cdot \gamma_2 + A_3 \cdot \gamma_3}{\Sigma A} & \bar{\gamma} = 19,7 \text{ kN/m}^3
\end{array}$$

výpočtové charakteristiky

$$\begin{array}{ll}
\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}} & \gamma_{m\varphi} = \varphi / (\varphi - 4) \\
\varphi_d = 22,4^\circ & \gamma_{m\varphi} = 1,18 \\
c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}} & \gamma_{mc} = 2 \\
c_d = 9,7 \text{ kPa} & \gamma_2 = 19,7 \text{ kN/m}^3
\end{array}$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 17,347$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 8,153$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1) tg \varphi_d \quad N_b = 4,4243$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,2$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,3812$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,061$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,051$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 529,26 \text{ kPa} > \sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

$$R_d = 529,26 > \sigma_{de} = 422,9 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přitížení

$$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$$

$$\sigma_{ol} = 300,65 \text{ kPa}$$

$$b = 2,66 \text{ m}$$

$$l = 2,66 \text{ m}$$

$$d = 1 \text{ m}$$

$$A = 7,08 \text{ m}^2$$

$$\gamma = 19,7 \text{ kNm}^{-3}$$

$$\sigma_{ol} = 300,6 \text{ MPa}$$

$$l/b = 1$$

$$HPV = 5,7 \text{ m}$$

bod	z [m]	d/z	κ_l	$z_{r1} = \kappa_l \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{oed} [kPa]	Δs [m]
1	0,50	2,000	1,43	0,72	0,27	0,66	199,33	1,50	29,55	0,3	8,87	1,000	16000,0	0,0119
2	1,50	0,667	1,25	1,88	0,70	0,33	98,31	2,50	49,25	0,3	14,78	1,000	25000,0	0,0033
3	2,40	0,417	1,17	2,81	1,06	0,24	72,76	3,40	66,98	0,3	20,09	0,800	23000,0	0,0018
4	3,40	0,294	1,14	3,88	1,46	0,16	47,20	4,40	86,68	0,3	26,00	1,200	21000,0	0,0012
5	4,48	0,223	1,12	5,02	1,89	0,10	30,06	5,48	107,96	0,3	32,39	0,960	24000,0	-
													Σ	0,0183

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

Třetí lokalita- Bácov

Rozměry patky:

$$\begin{array}{llll} b_{ef} = & 2,66 & \text{m} & A = 7,08 \text{ m}^2 \\ l_{ef} = & 2,66 & \text{m} & d = 2 \text{ m} \end{array} \quad \gamma_1 = 19,7 \text{ kN/m}^3$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}} \text{ kPa}$$
$$\sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

Vrstvy zemin v dosahu smykové plochy

$$\begin{array}{llll} \varphi_1 = & 28 & \gamma_1 = & 20,5 \text{ kN/m}^3 & c_1 = & 16 \text{ kPa} \\ \varphi_2 = & 27 & \gamma_2 = & 20,5 \text{ kN/m}^3 & c_2 = & 16 \text{ kPa} \\ \varphi_3 = & 27 & \gamma_3 = & 20 \text{ kN/m}^3 & c_3 = & 14 \text{ kPa} \end{array}$$

Návrh φ

$$\varphi = 27,3^\circ$$

hloubka smykové plochy pod základovou spárou

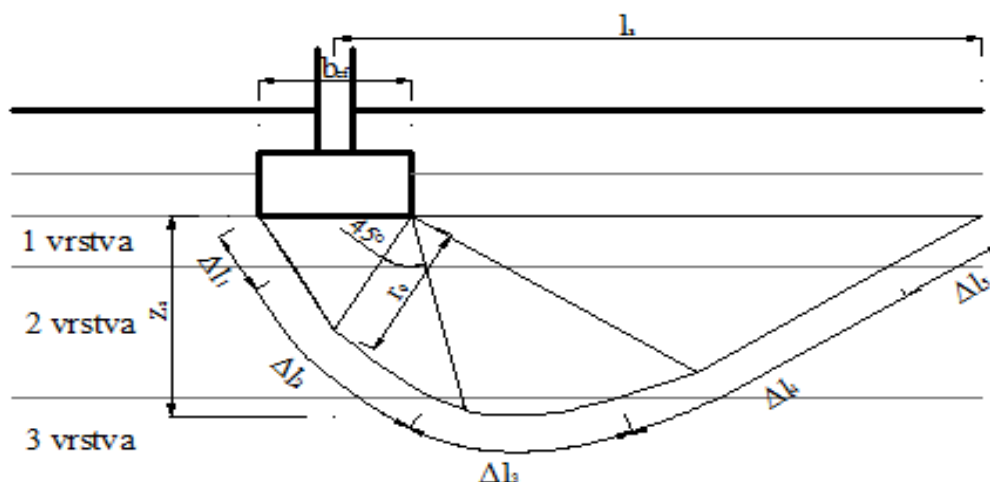
$$z_s = \frac{b_{ef} \cdot \cos \varphi}{2 \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \cdot e^{\left[\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\arccos \varphi}{2}\right) \tan \varphi\right]}$$
$$z_s = 3,853 \text{ m}$$

vodorovný dosah smykové plochy

$$l_s = \frac{b_{ef}}{2} + b_{ef} \cdot \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} \tan \varphi\right)}$$
$$l_s = 11,152 \text{ m}$$

$$r = r_0 \cdot e^{(\arccos \alpha \cdot \tan \varphi)} \quad r_0 = 2,556 \text{ m} \quad r_{\alpha 45} = 3,834 \text{ m} \quad r_{\alpha 90} = 5,751 \text{ m}$$

Dosah smykové plochy



$$\Delta l_1 = 1,171 \text{ m} \quad A_1 = 11,357 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_2 = 3,538 \text{ m} \quad A_2 = 17,923 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_3 = 3,271 \text{ m} \quad A_3 = 0,710 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_4 = 5,291 \text{ m} \quad \Sigma A = 29,990 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_5 = 1,922 \text{ m}$$

$$\Sigma \Delta l = 15,193 \text{ m}$$

Charakteristiky základové půdy

$$\bar{\varphi} = \frac{\varphi_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + \varphi_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + \varphi_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l} \quad \bar{\varphi} = 27,2^\circ$$

$$\bar{c} = \frac{c_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + c_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + c_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l} \quad \bar{c} = 15,6 \text{ kPa}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{A_1 \cdot \gamma_1 + A_2 \cdot \gamma_2 + A_3 \cdot \gamma_3}{\Sigma A} \quad \bar{\gamma} = 20,5 \text{ kN/m}^3$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}} \quad \gamma_{m\varphi} = \varphi/(\varphi - 4)$$

$$\varphi_d = 23,2^\circ \quad \gamma_{m\varphi} = 1,17$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}} \quad \gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 7,8 \text{ kPa} \quad \gamma_2 = 20,5 \text{ kN/m}^3$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 18,299$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 8,8443$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1)tg \varphi_d \quad N_b = 5,044$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{\rho f}} \quad s_c = 1,2$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{\rho}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,394$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,7$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 803,58 \text{ kPa} > \sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

$$R_d = 803,58 > \sigma_{de} = 422,9 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,0867$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,0738$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

Sednutí

Napětí od přetížení

$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$

$\sigma_{ol} = 279,35 \text{ kPa}$

$b = 2,66 \text{ m}$

$l = 2,66 \text{ m}$

$d = 2 \text{ m}$

$A = 7,08 \text{ m}^2$

$\gamma = 20,5 \text{ kNm}^{-3}$

$\sigma_{ol} = 279,3 \text{ MPa}$

$l/b = 1$

$HPV = 2,4 \text{ m}$

bod	z [m]	d/z	κ_1	$z_{r1} = \kappa_1 \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{ocd} [kPa]	Δs [m]
1	0,50	4,000	1,50	0,75	0,28	0,58	161,18	2,50	51,25	0,3	15,38	1,000	16000,0	0,0091
2	1,50	1,333	1,40	2,09	0,79	0,29	81,57	3,50	71,75	0,3	21,53	1,000	25000,0	0,0024
3	2,30	0,870	1,32	3,04	1,14	0,21	57,27	4,30	88,15	0,3	26,45	0,600	23000,0	0,0008
4	3,00	0,667	1,28	3,83	1,44	0,15	41,90	5,00	102,50	0,3	30,75	0,800	21000,0	0,0004
5	3,80	0,526	1,19	4,51	1,70	0,13	34,92	5,80	118,90	0,3	35,67	1,000	24000,0	-
													Σ	0,0127

RUČNÍ VÝPOČET PODLE DOPORUČENÍ ČSN 731001

Centrická základová patka

Třetí lokalita- Bácov

Rozměry patky:

$$b_{ef} = 2,3 \text{ m}$$

$$A = 5,29 \text{ m}^2$$

$$\gamma = 19,7 \text{ kN/m}^3$$

$$l_{ef} = 2,3 \text{ m}$$

$$d = 1,2 \text{ m}$$

Zatížení:

$$V_{de} = 2990 \text{ kN}$$

Napětí v základové spáře:

$$\sigma_{de} = \frac{V_{de}}{A_{ef}}$$

$$\sigma_{de} = 565,6 \text{ kPa}$$

Vrstvy zemin v dosahu smykové plochy

$$\varphi_1 = 24,5 \quad \gamma_1 = 18,5 \text{ kN/m}^3 \quad c_1 = 33 \text{ kPa}$$

$$\varphi_2 = 28 \quad \gamma_2 = 20,5 \text{ kN/m}^3 \quad c_2 = 16 \text{ kPa}$$

$$\varphi_3 = 27 \quad \gamma_3 = 20,5 \text{ kN/m}^3 \quad c_3 = 16 \text{ kPa}$$

Návrh φ

$$\varphi = 26,7^\circ$$

hloubka smykové plochy pod základovou spárou

$$z_s = \frac{b_{ef} \cdot \cos \varphi}{2 \cos(45^\circ + \frac{\varphi}{2})} \cdot e^{\left[\left(\frac{\pi + \arccos \varphi}{2}\right) \tan \varphi\right]} \quad z_s = 3,268 \text{ m}$$

vodorovný dosah smykové plochy

$$l_s = \frac{b_{ef}}{2} + b_{ef} \cdot \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} \cdot \tan \varphi\right)} \quad l_s = 9,372 \text{ m}$$

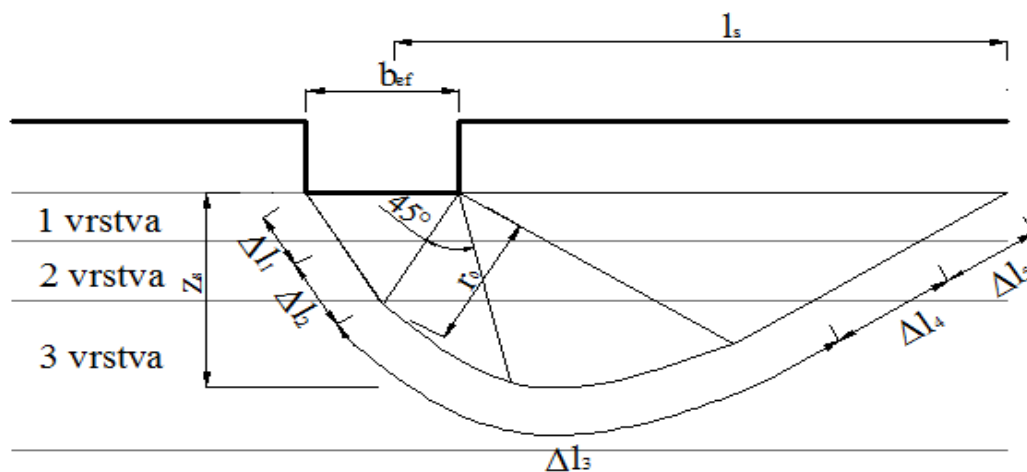
$$r = r_0 \cdot e^{(\arccos \alpha \cdot \tan \varphi)}$$

$$r_0 = 2,192 \text{ m}$$

$$r_{\alpha 45} = 3,253 \text{ m}$$

$$r_{\alpha 90} = 4,829 \text{ m}$$

Dosah smykové plochy



$$\Delta l_1 = 0,940 \text{ m} \quad A_1 = 7,701 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_2 = 1,175 \text{ m} \quad A_2 = 7,611 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_3 = 7,280 \text{ m} \quad A_3 = 6,131 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_4 = 1,906 \text{ m} \quad \Sigma A = 21,443 \text{ m}^2$$

$$\Delta l_5 = 1,525 \text{ m}$$

$$\Sigma \Delta l = 12,825 \text{ m}$$

Charakteristiky základové půdy

$$\bar{\varphi} = \frac{\varphi_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + \varphi_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + \varphi_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l} \quad \bar{\varphi} = 26,76^\circ$$

$$\bar{c} = \frac{c_1(\Delta l_1 + \Delta l_s) + c_2(\Delta l_2 + \Delta l_4) + c_3 \cdot \Delta l_3}{\Sigma \Delta l} \quad \bar{c} = 19,27 \text{ kPa}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{A_1 \cdot \gamma_1 + A_2 \cdot \gamma_2 + A_3 \cdot \gamma_3}{\Sigma A} \quad \bar{\gamma} = 19,78 \text{ kN/m}^3$$

výpočtové charakteristiky

$$\varphi_d = \frac{\varphi}{\gamma_{m\varphi}} \quad \gamma_{m\varphi} = \varphi / (\varphi - 4)$$

$$\varphi_d = 22,8^\circ \quad \gamma_{m\varphi} = 1,18$$

$$c_d = \frac{c}{\gamma_{mc}} \quad \gamma_{mc} = 2$$

$$c_d = 9,6 \text{ kPa} \quad \gamma_2 = 19,8 \text{ kN/m}^3$$

Únosnost základové půdy

součinitel únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad N_c = 17,76$$

$$N_d = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{tg \varphi_d} \quad N_d = 8,45$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1) tg \varphi_d \quad N_b = 4,69$$

součinitel tvaru

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_c = 1,20$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \sin \varphi_d \quad s_d = 1,39$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \quad s_b = 0,70$$

součinitel hloubky

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} \quad d_c = 1,072$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2\varphi_d} \quad d_d = 1,061$$

$$d_b = 1 \quad d_b = 1$$

únosnost

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 588,75 \text{ kPa} > \sigma_{de} = 422,9 \text{ kPa}$$

$$R_d = 588,75 > \sigma_{de} = 422,9 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sednutí

Napětí od přitížení

$\sigma_{ol} = f - \gamma \cdot d$

$\sigma_{ol} = 404,84 \text{ kPa}$

$b = 2,3 \text{ m}$

$l = 2,3 \text{ m}$

$d = 1,2 \text{ m}$

$A = 5,29 \text{ m}^2$

$\gamma = 19,7 \text{ kNm}^{-3}$

$\sigma_{ol} = 404,8 \text{ MPa}$

$l/b = 1$

$HPV = 5,7 \text{ m}$

bod	z [m]	d/z	κ_1	$z_{r1} = \kappa_1 \cdot z$ [m]	z_r / b	I_2	$\sigma_z = \sigma_{ol} \cdot I_2$ [kPa]	h [m]	σ_{or} [kPa]	m	$m\sigma_{or}$ [kPa]	h_i [m]	E_{osed} [kPa]	Δs [m]
1	0,50	2,40	1,46	0,73	0,32	0,54	220,23	1,70	33,49	0,3	10,05	1,000	16000,0	0,0131
2	1,50	0,80	1,38	2,07	0,90	0,25	102,83	2,70	53,19	0,3	15,96	1,000	25000,0	0,0035
3	2,40	0,50	1,23	2,95	1,28	0,17	66,80	3,60	70,92	0,3	21,28	0,800	23000,0	0,0016
4	3,80	0,32	1,14	4,33	1,88	0,14	54,65	5,00	98,50	0,3	29,55	2,000	21000,0	0,0024
5	5,20	0,23	1,12	5,82	2,53	0,06	25,10	6,40	126,08	0,3	37,82	0,800	24000,0	-
													Σ	0,0206

Příloha 4 – Výpočty v programu GEO 5

Posouzení patky v GEO 5

Průmyslový areál varianta 1: $b \times l = 2,66 \times 2,66$ hl. založ = 1,2 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 731.59$ kPa
Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 416.10$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 1597.29$ kN
Extrémní horizontální síla $H = 0.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 70.00$ MPa

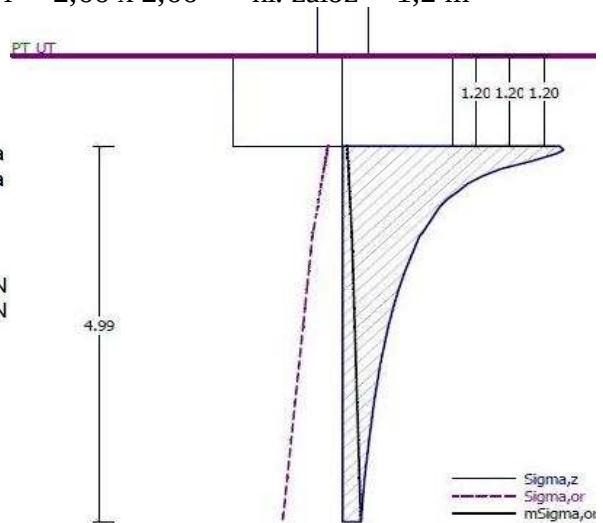
Základ je ve směru délky tuhý ($k=39.35$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=39.35$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 3.8 mm

Hloubka deformační zóny = 4.99 m



Průmyslový areál varianta 2 $b \times l = 2,66 \times 2,66$ hl. založ = 1 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 646.42$ kPa
Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 410.82$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 1573.60$ kN
Extrémní horizontální síla $H = 0.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 70.00$ MPa

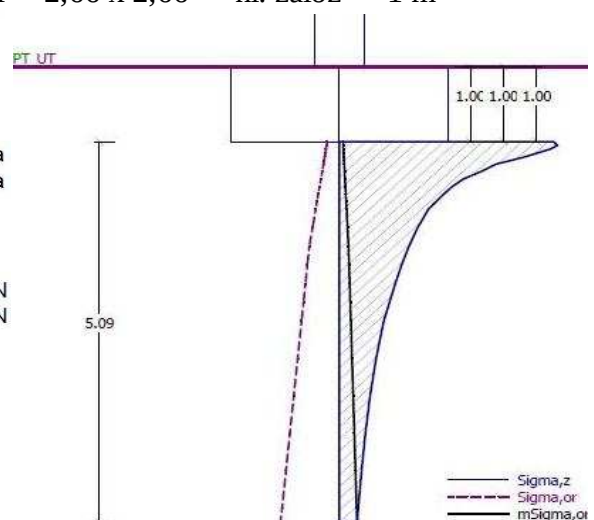
Základ je ve směru délky tuhý ($k=22.77$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=22.77$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 3.8 mm

Hloubka deformační zóny = 5.09 m



Posouzení patky v GEO 5

Průmyslový areál varianta 3: $b \times l = 2,66 \times 2,66$ hl. založ = 2,0 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 1076.03$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 435.84$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 1687.57$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 0.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 70.00$ MPa

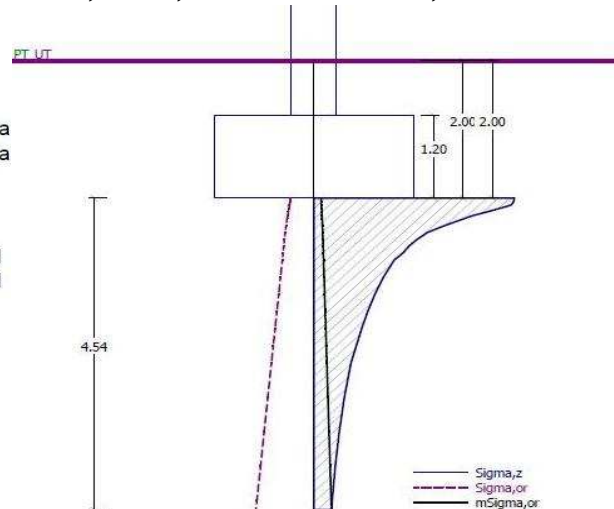
Základ je ve směru délky tuhý ($k=39.35$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=39.35$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 3.4 mm

Hloubka deformační zóny = 4.54 m



Průmyslový areál varianta 4 $b \times l = 2,3 \times 2,3$ hl. založ = 1,2 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 717.77$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 545.86$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 1560.84$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 0.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 70.00$ MPa

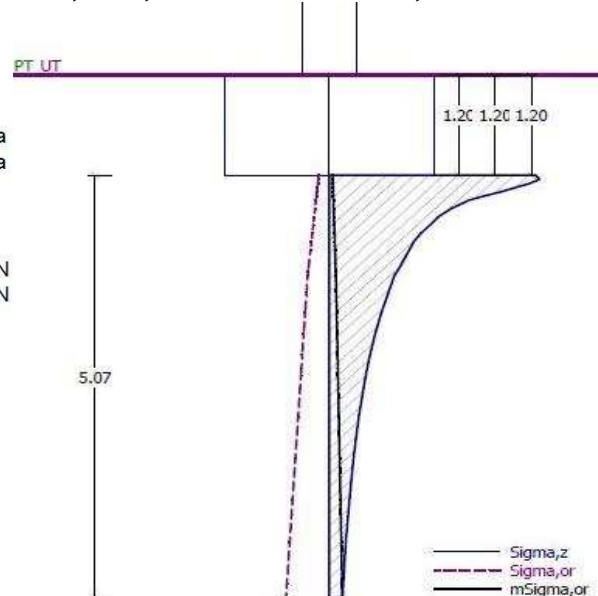
Základ je ve směru délky tuhý ($k=60.87$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=60.87$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 4.6 mm

Hloubka deformační zóny = 5.07 m



Posouzení patky v GEO 5

Areál Hradisko

varianta 1: $b \times l = 2,66 \times 2,66$

hl. založ = 1,2 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 419.75$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 417.42$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 958.65$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 0.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 23.26$ MPa

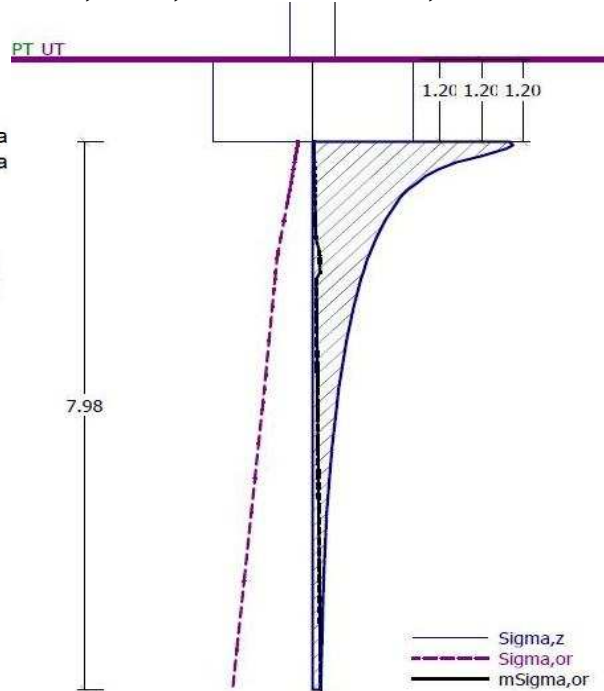
Základ je ve směru délky tuhý ($k=118.41$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=118.41$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 37.7 mm

Hloubka deformační zóny = 7.98 m



Areál Hradisko

varianta 2 $b \times l = 2,66 \times 2,66$

hl. založ = 1 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 368.64$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 411.92$ kPa

Svislá únosnost NEVYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 940.98$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 0.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu NEVYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 21.42$ MPa

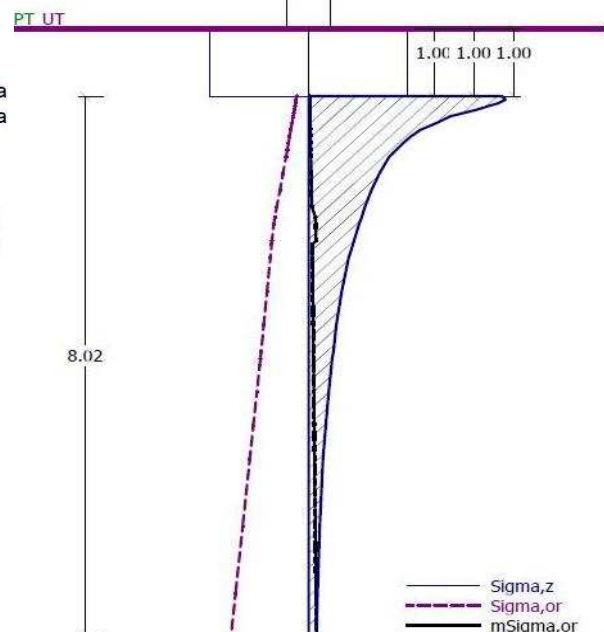
Základ je ve směru délky tuhý ($k=74.42$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=74.42$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 39.3 mm

Hloubka deformační zóny = 8.02 m



Posouzení patky v GEO 5

Areál Hradisko

varianta 3: $b \times l = 2,66 \times 2,66$

hl. založ = 2,0 m

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 3,77$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 10,78$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 690,64$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 437,16$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 36,18$ MPa

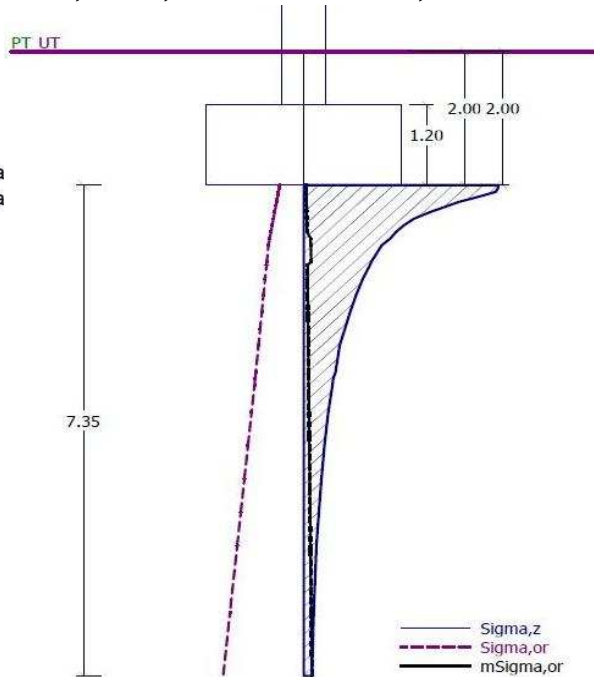
Základ je ve směru délky tuhý ($k=76,12$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=76,12$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 28,0 mm

Hloubka deformační zóny = 7,35 m



Areál Hradisko

varianta 2 $b \times l = 2,3 \times 2,3$

hl. založ = 1 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 409,14$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 547,18$ kPa

Svislá únosnost NEVYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 928,13$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 0,00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 22,02$ MPa

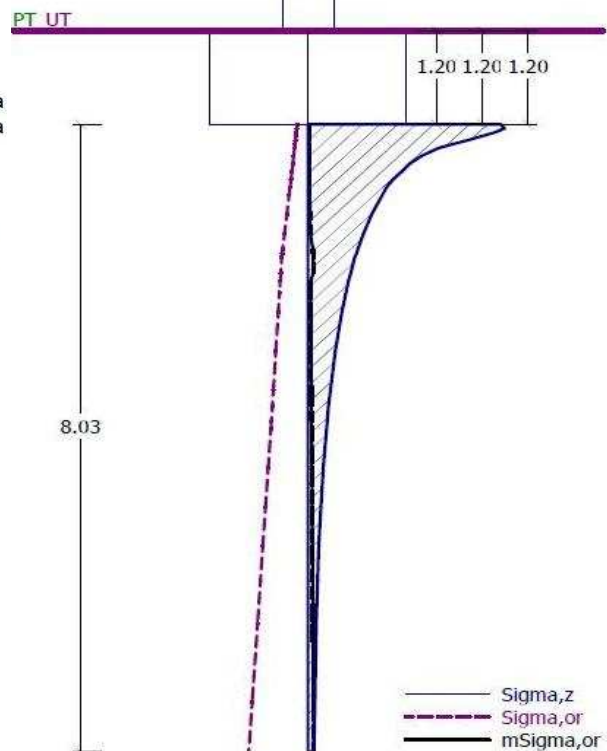
Základ je ve směru délky tuhý ($k=193,49$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=193,49$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 45,9 mm

Hloubka deformační zóny = 8,03 m



Posouzení patky v GEO 5

Báčov

varianta 1: $b \times l = 2,66 \times 2,66$

hl. založ = 1,2 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 596.42$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 417.42$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 1241.07$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 0.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 14.74$ MPa

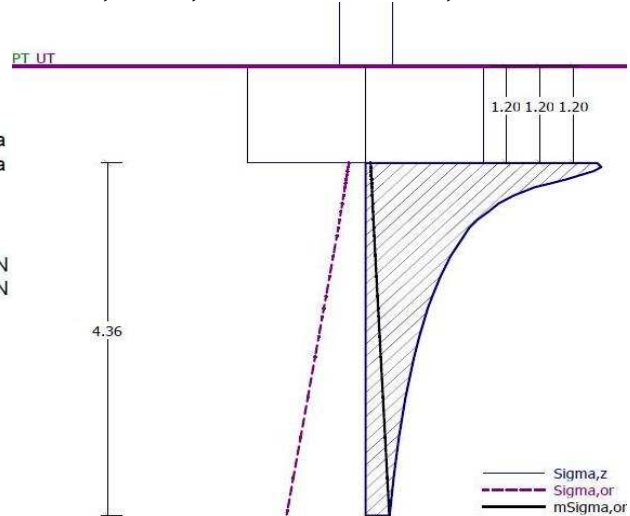
Základ je ve směru délky tuhý ($k=186.84$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=186.84$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 18.1 mm

Hloubka deformační zóny = 4.36 m



Báčov

varianta 2: $b \times l = 2,66 \times 2,66$

hl. založ = 1,0 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 530.01$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 411.92$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 846.75$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 0.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 13.70$ MPa

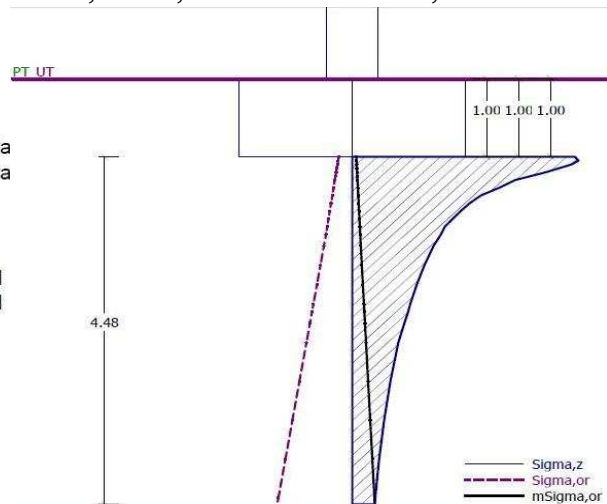
Základ je ve směru délky tuhý ($k=116.37$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=116.37$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 20.4 mm

Hloubka deformační zóny = 4.48 m



Posouzení patky v GEO 5

Báčov

varianta 3: $b \times l = 2,66 \times 2,66$

hl. založ = 2,0 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 794.10$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 437.16$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 1474.66$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 0.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 17.73$ MPa

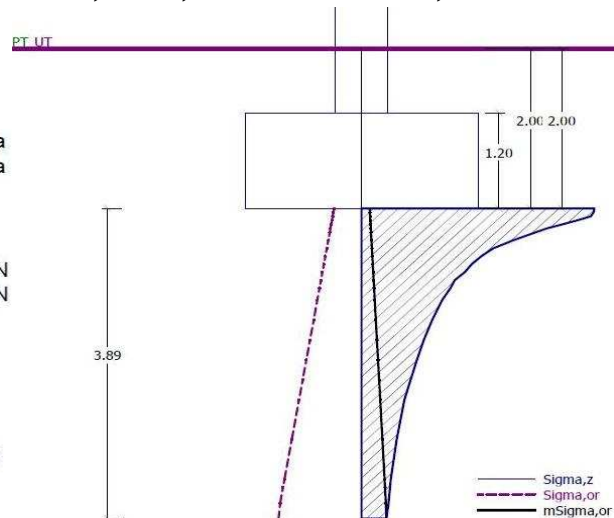
Základ je ve směru délky tuhý ($k=155.35$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=155.35$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 12.7 mm

Hloubka deformační zóny = 3.89 m



Báčov

varianta 4: $b \times l = 2,3 \times 2,3$

hl. založ = 1,2 m

Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 589.76$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 547.18$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 1186.86$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 0.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 14.46$ MPa

Základ je ve směru délky tuhý ($k=294.58$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=294.58$)

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 22.6 mm

Hloubka deformační zóny = 4.46 m

