

# **RNDr. STANISLAV BŘEZINA**

Nad Plovárnou 4, JIHLAVA, PSČ 586 01, tel./fax: 567 300 222, mobil 606 201 512  
E-mail stanislavbrezina @email.cz

---

## **GEOLOGICKÝ POSUDEK**

---

### **Rekonstrukce silnice II/353 Jamné - Zhoř - Stáj**

Název úkolu: Inženýrskogeologické a hydrogeologické posouzení pro projektovanou rekonstrukci silnice II/353 v trase Jamné-Zhoř-Stáj-hranice okresů.

Číslo úkolu: 09-368-03/1

Objednatel: PROFI JIHLAVA, spol. s r.o.  
Pod Příkopem 6  
586 01 Jihlava

**RNDr. Stanislav Březina**  
odpovědný geolog

Datum vyhotovení: 29. července 2009

Exemplář č.:

# OBSAH

1. Úvod	3
2. Všeobecná charakteristika území	3
2.1. Klimatické poměry	3
2.2. Geomorfologická situace	4
2.3. Hydrologická situace	5
2.4. Geologická stavba širšího okolí	6
2.5. Hydrogeologické poměry	7
2.6. Ložiska nerostných surovin	8
2.7. Seismicita území	8
2.8. Geodynamické jevy	8
3. Dosavadní prozkoumanost	9
4. Výsledky provedených prací	9
4.1. Inženýrskogeologické poměry	9
4.2. Hydrogeologické poměry	12
4.3. Geotechnické poměry	14
4.3.1. Geotechnické poměry v km 2,450	14
4.3.2. Geotechnické poměry v km 5,000-5,200	15
5. Závěr	16
6. Doporučení	16
Literatura	18

# PŘÍLOHY

1. Situace širšího okolí 1 : 100 000
2. Přehledná situace silnice II/353 1 : 25 000
3. Hydrologická mapa 1 : 50 000
4. Geologická mapa 1 : 25 000
5. Situace průzkumných prací 1 : 10 000
6. Petrografický popis a zatřídění sond K1-K3
7. Geologické profily 1 : 100/100 a 1 : 500/100
8. Hydrogeologická mapa v okolí silnice 1 : 10 000
9. Archivní profily studní a jejich situace
10. Laboratorní rozbory podzemní vody
11. Fotodokumentace

## 1. Úvod

Firma Profi spol. s r.o. Jihlava se obrátila na odpovědného geologa RNDr. Stanislava Březinu s požadavkem na vypracování odborného posudku v trase nově připravované rekonstrukce silnice II/353 od obce Jamné přes Zhoř, Stáj až na hranici okresů Jihlava, Žďár nad Sázavou. Pro geologické posouzení 8,3km dlouhé trasy byly objednatelem požadovány pouze rešeršní práce, terénní rekognoskace bez použití technických prací s důrazem na vyhodnocení všeobecných geologických poměrů. Dodatečně byly vyhloubeny i tři průzkumné strojně kopané sondy. Silnice II/353 po rekonstrukci povede převážně v trase stávající silnice a nivelety, jen ojediněle se bude od stávající trasy odchylvat.

Účelem geologických prací je získání prvotních podkladů v rámci projektové dokumentace pro územní řízení. Pro vypracování úkolu byla objednatelem předána situace v trase uvažované rekonstrukce silnice měřítko 1 : 2 000 a podélný profil v ose silnice v měřítku 1 : 2 000/200.

K řešení zadaného úkolu bylo nutné použít další podklady - účelové odborné mapy, vydané Státní geologickou službou Praha, měřítko 1 : 50 000, list 23-24 Polná, (geologická mapa, hydrogeologická mapa, mapa poddolovaných území, mapa ložiskové ochrany, signální mapa střetů zájmů a mapa geofaktorů životního prostředí ).

Vedle těchto map byly dále využity i hydrologické mapy z produkce Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM v Praze a to především základní vodohospodářská mapa ČR, list 23-24 Polná, měřítko 1 : 50 000 a mapa hydrogeologické rajonizace list 23 Jihlava měřítko 1 : 200 000.

## 2. Všeobecná charakteristika území

Trasa projektované rekonstrukce se nachází v kraji Vysočina, začíná na stávající silnici Jihlava – Žďár nad Sázavou za obcí Jamné (v místě projektovaného napojení obchvatu Jamného na silnici II/353) a má končit za obcí Stáj na hranici bývalého okresu Žďár nad Sázavou. Nová komunikace je projektovaná převážně v trase stávající silnice II/353 včetně průjezdů obcemi Zhoř a Stáj. Stávající silnice II/353 vede převážně zemědělsky obdělávanou krajinou s převahou polí nad loukami a jen ve dvou místech (mezi Zhoří a Stájí a za obcí Stáj) prochází lesními úseky.

Stávající terén v trase silnice je zvlněný s převýšením cca. 132m od nejnižšího místa terénu k nejvyššímu. Silnice nejdříve za obcí Jamné pozvolna stoupá od 560mn.m. až do prostoru nad křižovatkou na Lipinu s 582mn.m., odkud klesá až do obce Zhoř, kde v úrovni Zhořského potoka dosahuje terén nejnižšího bodu, 548mn.m. Odtud silnice opět stoupá až nad obec Stáj do 618,30mn.m. a od konce lesa klesá do 592mn.m. v místě křižovatky silnic Polná-Arnolec. Od tohoto rozcestí již silnice stoupá až do 680mn.m. na hranici okresů Jihlava Žďár n. Sázavou. Celé zájmové území projektované rekonstrukce je zobrazeno na topografických mapách, měřítko 1 : 50 000 list 23-24 Polná; měřítko 1 : 25 000 list 12-243 Luka nad Jihlavou a list 23-241 Polná a na čtyřech mapách měřítko 1 : 10 000 list 23-24-11, list 23-24-12, list 23-24-13 a list 23-24-08.

### 2.1. Klimatické poměry

Zájmové území větší části silnice II/353 je podle Atlasu podnebí ( Syrový et al. 1958 ) řazeno do mírně teplé klimatické oblasti okrsku B<sub>8</sub>, který je mírně teplý, vlhký s mírnou zimou a vrchovinový charakterem počasí. Vzhledem k průběhu silnice po vrcholových partiích terénu je její okolí v zimě postihováno častými námrazami a tvorbou závějí. Během roku spadne v zájmové oblasti silnice II/353 v průměru 670mm srážek. Průměrná roční

teplota se pohybuje kolem 6,0°C. Přehledy o jednotlivých průměrných měsíčních úhrnech teplot a srážek jsou uvedeny v následující tabulce:

měsíc		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
teplota	°C	-4	-3	+1	6	11,5	14	15	15	11,5	6,5	1,5	-2
srážky	mm	45	40	37,5	50	65	75	88	80	55	55	47	48

Začátek zimního období s průměrnou denní teplotou nižší než 0°C, připadá na 1.12. a poslední den s uvedenou teplotou na 1.3. První mrazový den přichází obvykle kolem 1.10. a poslední kolem 11.5. Průměrné maximum výšky sněhu je 30cm podle dlouhodobých cca. 50letých průměrných měření. Souvislá sněhová pokrývka se udrží v průměru kolem 70 dní. Průměrně v zájmové oblasti sněží 50 dní v roce. Stejný je i průměrný počet dní v roce s mlhou. Pouze v lesních vrcholových partiích mezi Zhoří a Stájí a dále i v Arnoleckých horách se sníh drží déle a je ho více (průměrná výška 35-40cm).

## 2.2. Geomorfologická situace

Stávající silnice II/353 se nachází na Českomoravské vrchovině a přestože její trasa probíhá kolem hlavního evropského rozvodí mezi Severním a Černým mořem leží převážná část silnice v Havlíčkobrodské pahorkatině a jen část trasy cca. od lesního úseku mezi obcemi Zhoř a Stáj patří do Křižanovské vrchoviny. Zařazení silnice do vyšších geomorfologických taxonomických jednotek je pro celou trasu společné a je uvedeno v následující tabulce sestrojené dle Czudka 1972.

Vyšší geomorfologické jednotky		
Provincie	Česká vysočina	symboly:
Subprovincie	Česko-moravská	II
Oblast	Českomoravská vrchovina	IIC

Zařazení území do nižších taxonomických jednotek je uvedeno v následujících dvou tabulkách, sestrojených také dle členění Czudek 1972:

### *Jamně – křižovatka na Lipinu*

Nižší geomorfologické jednotky :		
Celek	<b>Hornosázavská pahorkatina</b>	<b>symbol IIC-2</b>
Podcelek	Havlíčkobrodská pahorkatina	symbol IIC-2C
Okres	Příbyslavská pahorkatina	symbol IIC-2C-b

### *Křižovatka na Lipinu - Zhoř-Stáj-konec trasy*

Nižší geomorfologické jednotky :		
Celek	<b>Křižanovská vrchovina</b>	<b>symbol IIC-5</b>
Podcelky	Brtnická vrchovina	symbol IIC-5B
	Bítešská vrchovina	symbol IIC-5A
Okresy	Řehořovská pahorkatina	symbol IIC-5B-f
	Arnolecké hory	symbol IIC-5A-b

### 2.3. Hydrologická situace

Stávající silnice II/353 je vedena kolem hlavního evropského rozvodí. Převážná část trasy zasahuje do povodí Severního moře, respektive patří do povodí řeky Sázavy. Pouze malá část území za obcí Stáj spadá do povodí Černého moře, do dílčího povodí jednoho z přítoků Arnoleckého potoka, který má hydrografické pořadí 4-16-02-026 a ten patří do povodí řeky Balinky, Oslavy a posléze i do povodí Jihlavy, Dyje a Moravy.

Stávající trasa silnice spadající do povodí Severního moře (soustava Sázavsko-Vltavsko-Labská) překonává za obcí Jamné pět vodních toků: pramennou oblast Lipinského potoka, před obcí Zhoř soutok potoků Chmelského a Zhořského, před obcí Stáj zcela zmeliorovaný přítok Stájského potoka, na konci obce i pramennou část Stájského potoka a na konci zájmového úseku silnice i Ochozský potok a jeho přítoky. Podle hydrologické rajonizace patří uvedené potoky do povodí Zhořského potoka s hydrografickým pořadím 1-09-01-045 a v prostoru obce Stáj do povodí Ochozského potoka jenž má hydrografické pořadí 1-09-01-047. Vlastní začátek projektované trasy silnice II/353 za obcí Jamné až po rozvodnici Lipinského potoka patří do povodí potoka Jamenského s hydrografickým pořadím 1-09-01-044.

V následující tabulce uvádím rekapitulaci jednotlivých potoků a příslušných povodí ve směru trasy stávající silnice II/353 Jamné-Stáj Jihlava:

<b>povodí a vodoteč:</b>	<b>hydrografické pořadí:</b>
<b>povodí Jamenského potoka</b> - bezejmenný zmeliorovaný potůček 700m od Jamného	<b>1-09-01-044</b>
<b>povodí Zhořského potoka</b> - zmeliorovaná část Lipinského potoka (křižovatka) - Zhořský potok (regulace)	<b>1-09-01-045</b>
<b>povodí Ochozského potoka</b> - zmeliorovaná část přítoku Stájského potoka (350m před obcí) - pramenná oblast Stájského potoka (před areálem ZD)	<b>1-09-01-047</b>
<b>povodí Arnoleckého potoka</b> - pouze 650m dlouhé území za obcí Stáj	<b>4-16-02-026</b>
<b>povodí Ochozského potoka</b> - rybníček na Ochozkem potoku (1km od Stáje) - horní občasný tok Ochozského potoka (460m od hranic okresů)	<b>1-09-01-047</b>

Hydrologická situace je přehledně uvedena v hydrologické mapě měřítka 1 : 50 000 (příloha č.2), která byla vyhotovena dle podkladů získaných ze Základní vodohospodářské mapy měřítka 1 : 50 000, list 23-24 Polná z produkce Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM Praha z roku 1995. Kromě vodních toků a rozvodnic povodí jsou v mapě zvýrazněna pásma hygienické ochrany skupinových zdrojů podzemní pitné vody - studní (PHO). Dále jsou v mapě zakresleny vodojemy i vodovody. Silnice II/353 tvoří hranici, případně prochází následujícími PHO:

- II.PHO vodojemu a studní na Lipinském potoce (pro obec Jamné)
- II.PHO dvou studní a vodojemu ve Zhoři
- II.PHO zdrojů pitné vody z prameniště Na Horách (pro obec Stáj)

Ovlivnění pásem hygienické ochrany rekonstrukcí stávající silnice nebude žádné ba naopak z pohledu ochrany zdrojů se situace výrazně zlepší. Dosavadní ovlivnění silnicí II/353 se projevuje zejména v prostoru prameniště Na Horách, kdy stávajícími silničními příkopy dochází k vsakování srážkových a tavných vod z tělesa silnice. Při rekonstrukci silnice se naopak uvažuje s upravenými příkopy z betonových žlabovek, které povrchové splachové vody ze silnice bezpečně odvedou mimo větší část II.PHO. Obdobná situace i když v menším rozsahu je i v místě II.PHO zdrojů podzemní pitné vody pro Jamné.

## 2.4. Geologická stavba širšího okolí

Na základě regionálního členění (Mísař et al. 1983) je zájmové území stávající silnice II/353 součástí moravského moldanubika, které je v této části tvořeno převážně prekambriky regionálně metamorfovanými krystalickými břidlicemi, (pararuly a migmatity), kterými proniká severozápadní výběžek třebíčského durbachitového masívu paleozoického stáří. Ojediněle se vyskytují i žilné žuly. Geologické poměry lokality jsou přehledně uvedeny v geologické mapě měřítka 1 : 25 000 (příloha č.3), která byla sestrojena dle Základní geologické mapy ČSR, měřítek 1 : 50 000, list 23-24 Polná z produkce Českého geologického ústavu Praha, 1990, (I. Stárková et M. Opletal).

### SKALNÍ PODLOŽÍ ( PREKAMBRIUM – PALEOZOIKUM)

Geologické poměry v trase silnice II/353 Jamné-Zhoř-Stáj-hranice okresu je možné rozdělit podle tří dílčích oblastí jimiž zájmová část silnice prochází. Tyto tři části mají odlišné geologické a petrografické složení, které se jistě odrazí i do rozdílných geotechnických vlastností. Jedná se o následující tři úseky:

1. úsek s **převažujícím výskytem pararul** (Jamné-Zhoř),
2. úsek s **třebíčským durbachitovým masívem** (území kolem Zhoř)
3. úsek s **převahou migmatitů** (oblast kolem Stáje)

#### 1.úsek (převaha pararul)

Začátek trasy stávající silnice až cca.500m před obcí Zhoř probíhá územím regionálně metamorfovaných hornin s převažujícím zastoupením pararuly. Z petrografického hlediska se jedná o **pararuly, drobně až středně zrnité, lepidoblastické, biotitické až sillimanit biotitické, místy slabě migmatizované** (v geologické mapě **symbol 21**), které obsahují pruhy pararul drobně-středně zrnitých, masivních granoblastických místy se sillimanitem. Ojediněle se vyskytují i čočkovité polohy **biotitické migmatitické ruly až migmatitu**, převážně typu **páskovaných arteritů**, (**symbol 24**). U lipinské křižovatky jsou zakreslena i tělesa **amfibolitů** (**symbol A**). Všechny uvedené horniny patří do pestré skupiny moldanubika, v kterém se ještě mohou vyskytovat i **žilné biotitické až dvojslídné žuly** (**symbol 12**).

#### 2.úsek (výběžek Třebíčského masívu)

Hlubinné vyvřeliny Třebíčského masívu paleozoického stáří tvoří skalní podklad trasy silnice od Zhoře až cca. po obec Stáj (durbachity končí v lese cca. 750m před Stájí). Z petrografického hlediska je masív tvořen řadou petrografických typů hornin od **porfyrických až slabě porfyrických amfibol-biotitických melanokratních žul až po melanokratní amfibol-biotitické křemenné syenity**. Vzhledem ke komplikovanému petrografickému složení se proto užívá pro tyto horniny geologický název durbachity, (dříve syenitový masív).

Přímo v prostoru zájmové silnice převládají **porfyrické durbachity základní facie třebíčského masívu** (v geologické mapě symbol 15). Při severovýchodním okraji masívu jsou v geologické mapě 1 : 50 000 zakresleny i durbachity drobnozrnné facie s méně výraznými živcovými vyrostlicemi. Charakteristickou vlastností durbachitů třebíčského masívu je jejich kulovitá až bloková odlučnost **v rozměrech od dm velikostí až po metrové bloky**. Tato kulovitá odlučnost vytváří místy i při povrchu terénu pevná zdravá jádra (v podobě balvanů až bloků) oddělených od sebe silně až zcela zvětralými durbachity charakter slídnatých písčitých eluvií.

### 3.úsek ( převaha migmatitů nad pararulami)

Tento úsek začíná cca. 750m před obcí Stáj a končí na hranici okresu Jihlava. Z petrografického hlediska se v trase silnice vyskytují nejvíce **biotitické migmatitické ruly až migmatity**, převážně typu **páskovaných arteritů**, (v geologické mapě symbol 24). Na začátku a konci obchvatu jsou vyvinuty **pararuly, drobně až středně zrnité, lepidoblastické, biotitické až sillimanit biotitické, místy slabě migmatizované** (symbol 21) s polohami **amfibolitů** (symbol 26). Všechny uvedené horniny patří do pestré skupiny moldanubika do kterého jsou zvrásněny **leukokratní biotitické migmatity nebulitického typu, místy s muskovitem**, (symbol 36), které jsou přiřazovány již do monotónní skupiny moldanubika.

V geologické mapě, (příloha č.3) jsou výše uvedené regionálně metamorfované skalní horniny seřazeny do pruhů paralelních s průběhem tektonizovaného okraje třebíčského masívu, ale i s průběhem **řady zlomů SZ-JV směru**. Ve stejném směru jsou pararuly a migmatity porušeny i řadou mylonitových pásem, která jsou místy i značně široká. Horninové pruhy a tektonika jdou zhruba kose až kolmo k trase silnice II/353. Pouze severně od Jamného se vyskytují i **zlomy cca. V-Z směru**.

## KVARTÉR

Výše uvedené skalní horniny a zlomy jsou v zájmovém úseku silnice II/353 zcela zakryty převážně **svahovými uloženinami**, které však vzhledem ke své malé mocnosti nejsou většinou v geologické mapě znázornitelné. Pouze v aluviálních nivách větších potoků a především v aluviální nivě Zhořského potoka se vyskytují rozsáhlejší akumulace kvartérních uloženin. Před Zhoří jižně od silnice jsou na pararulách vyvinuty **hlinito-písčité až hlinito-kamenité svahové sedimenty** (symbol 4) a v prostoru Zhoře na durbachitovém podloží jsou **silně kamenité až balvanité svahové sedimenty** (symbol 5). Trasa stávající silnice protíná i nejmladší typ kvartérních sedimentů tvořený **deluviofluviálními písčito-hlinitými, místy i kamenitými zeminami**, (symbol 3). Tyto smíšené sedimenty se vyskytují jen v úzkých pruzích podél všech zastížených potoků a to i zcela zregulovaných.

### 2.5. Hydrogeologické poměry

Na základě hydrogeologické rajonizace uvedené v mapě měřítko 1 : 200 000, list 23 Jihlava spadá zájmové území silnice II/353 do dvou rajónů. Převážná část silnice je součástí **hydrogeologického rajónu č. 652-Krystalinikum v povodí Sázavy** a pouze 650m dlouhý úsek těsně za obcí Stáj patří **do rajónu č.655-Krystalinikum v povodí Jihlavy**. Oba hydrogeologické rajóny jsou součástí hydrogeologických struktur krystalinika Českomoravské vrchoviny s převážně volnou nebo jen mírně napjatou hladinou podzemní vody. V krystaliniku dochází k dotaci podzemní vody většinou přímou infiltrací atmosférickými srážkami. Vedle počasí jsou hydrogeologické poměry území podmíněny výše uvedenou geologickou stavbou, strukturními a litologickými poměry.

Všeobecně mají horniny krystalinika sníženou propustnost, která v dosahu zvětrávacích procesů závisí hlavně na charakteru zvětralin. V připovrchové zóně sekundárního rozpojení hornin se **uplatňuje převážně puklinová propustnost** v podobě průlinového proudění v otevřených puklinových systémech. Pod tímto pásmem jsou již pukliny krystalinika většinou sepnuté, neprůběžné a v důsledku toho je i zvodnění hornin slabé. Zlomové struktury SZ-JV směrů, které v zájmovém území obchvatu zcela převažují jsou místy propustné, místy mohou být zájmované se slabou propustností. Podle hydrogeologické mapy list 23-24 Polná, měřítko 1 : 50 000 je **průtočnost puklinových kolektorů skalního podloží obecně nízká**. Je mírně odlišná u hornin regionálně metamorfovaných (pararuly-migmatity) oproti hlubinným durbachitovým vyvřelinám třebíčského masivu:

**Pararuly a migmatity**  $T=1,4-5,6 \cdot 10^{-5}$  až  $1,10-2,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  a **směrodatná odchylka**  $s_y = 0,40-0,35$

**Durbachity:**  $T = 2 \cdot 10^{-5}$  až  $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  a **směrodatná odchylka**  $s_y = 0,41$

Vzhledem k tomu, že kvartérní sedimenty jsou v trase uvažované rekonstrukce silnice II/353 málo mocné je jejich význam z hydrogeologického hlediska zanedbatelný. **Schopnost kvartérních sedimentů jako kolektorů podzemní vody je nízká** a jen ve výplních aluviálních niv se projevuje průlinový kolektor vázaný na slabě propustné deluviofluviální štěrkopísky.

Vydatnost pramenů se v průměru pohybuje mezi 0,05-0,5 litrů/s při snížení hladiny ve studni o 5m, což je vhodné převážně jen pro zásobování jednotlivých domácností, případně pro zásobování menších obcí. Místy v otevřených puklinách migmatitů nebo na křížení tektonických struktur se mohou vyskytnout vydatnosti i relativně větší.

Z hlediska využitelnosti pro zásobování pitnou vodou je zájmové území silnice II/353 málo vhodné a to i v důsledku antropogenních vlivů obcí Zhoř a Stáj (netěsné septiky, trativody aj.), ale i z příčin zemědělské činnosti (vesnické malochovy i družstevní velkochovy zvířat, hnojení okolních polí, různé postřiky atd). Převážná část zájmového území v okolí silnice má proto málo vyhovující kvalitu podzemní vody, většinou II.kategorie. Kromě antropogenních znečišťujících látek obsahuje podzemní voda i přírodní zvýšené obsahy železa (Fe), manganu (Mn) a radonu (Rn). Jen v lesích Arnoleckých hor nad Stájí a v prameništi Lipinského potoka jsou kopanými studnami podchyceny kvalitní zdroje pitné vody pro skupinové zásobování obyvatel obcí Jamné a Stáj.

## 2.6. Ložiska nerostných surovin

Podle registru ložisek nerostných surovin Geofondů ČR Praha se v zájmovém území trasy silnice II/353 nenachází žádné ložisko výhradních nerostů ve smyslu znění Horního zákona, i když cca. před 30 lety zde byl prováděn průzkum na radioaktivní suroviny. Projektovaná rekonstrukce je vedena v stávající trase, v které se žádné dobývací prostory (DP), žádná stará důlní díla, ani žádná chráněná ložisková území, nevyskytují.

## 2.7. Seismická území

Podle ČSN 73 0036 se za posledních 200 let žádné vědecky prokázané zemětřesení o intenzitě nejméně 6° Mercalli-Cancani-Siebergovy stupnice se v zájmovém území silnice nevyskytlo a ani do budoucna se nedá předpokládat.

## 2.8. Geodynamické jevy

V trase zájmového úseku silnice II/353 nejsou žádná sesuvná území, ale ani žádné svahové deformace.



### 3. Dosavadní prozkoumanost

Na základě rešeršních prací v Geofondu Praha bylo zjištěno, že v zájmovém území stávající silnice II/353 nebyly prováděny žádné inženýrskogeologické práce. Pouze v 70-80 letech minulého staletí byl v celé oblasti prováděn ložiskový průzkum na uranové zrudnění. Práce byly realizovány Československým uranovým průzkumem Nové Město na Moravě (I.Stárková et V.Zrůstek 1974) pomocí mělkých mapovacích vrtů do 6m, které jsou mimo stávající silnici. Další archivní průzkumné práce hydrogeologického charakteru souvisí se zřízením jímacích studní na pitnou vodu v lokalitách Jamné (křižovatka na Lipinu) a pramenné oblasti Na Horách východně od Stáje. Situace kopaných studní, gravitačních vodovodů a vodojemu je znázorněna v hydrologické mapě měřítko 1 : 50 000, (příloha č.2) a v prostoru Stáje v mapě 1 : 10 000, (příloha č.9). Geologické popisy výkopů pro studny se nedochovaly.

### 4. Výsledky provedených prací

#### 4.1. Inženýrskogeologické poměry

Na geologické poměry v trase stávající silnice II/353 v úseku Jamné-Zhoř-Stáj-hranice okresu usuzují podle výše provedeného vyhodnocení, výsledků geologické a hydrogeologické rekognoskace zájmového území, ale i podle tří průzkumných kopaných sond K1-K3. Provedenými pracemi byly zjištěny jednoduché geologické a mírně složitě hydrogeologické poměry. V trase stávající silnice se vyskytují zejména **kvartérní sedimenty**, (*svahové uloženiny* a v místech aluviálních niv i *deluviofluviální sedimenty*). Tyto zeminy spočívají převážně na **zvětralinách skalních hornin** (*pararul, migmatitů* a v prostoru Zhoře i na písčitých zvětralinách *durbachitů třebíčského masívu*).

### KVARTÉR

Kvartérní sedimenty pokrývají v okolí trasy silnice II/353 celé zájmové území a jsou tvořeny na povrchu **humózními hlínami** (typu *ornice s podorničím*, v lesních úsecích *lesním humusem*), deluviálními, tj. *svahovými sedimenty* a jen na několika málo místech *deluviofluviálními uloženinami* aluviálních niv místních potoků. Nejrozsáhlejší a nejmocnější výskyt deluviofluviálních sedimentů byl ověřen strojně kopanou sondou K1 v aluviální nivě Zhořského potoka u stávajícího silničního můstku.

#### *Humózní hlíny (ornice s podorničím a lesní humus)*

V zájmovém území silnice převládá ornice s podorničím nad lesním humusem. Z geotechnického hlediska je ornice tvořena převážně **štěrkovitými hlínami třídy F1 (symbol MG-O)**, **písčitými hlínami třídy F3 (symbol MS-O)**. V místech aluviálních niv může být ornice tvořena i **jílovitými hlínami třídy F5 (symbol ML)** s příměsí kamenů až balvanů a bude dosahovat i větších mocností. V sondě K1 je ornice tvořena jílovitou hlínou 0,70m mocnou s balvaný durbachitů. Z hlediska zákona o půdě je ornici nutné před vlastní stavbou odstranit a nabídnout k dalšímu zemědělskému využití nebo může být použita i k ohumusování projektovaných svahů zářezů a násypů.

#### *Svahové sedimenty*

Na základě terénní rekognoskace, vyhodnocení všeobecných poměrů a podle výsledků průzkumných sond K2-K3 je možné v okolí silnice II/353 předpokládat zejména **štěrkovité**

**hlíny třídy F1 (symbol MG), písčité hlíny třídy F3 (symbol MS), svahové hlinité písky třídy S4 (symbol SM)** s příměsí šterku až kamenů. Při větším množství šterkové frakce mohou hlíny a písky přecházet ve svahové sutě charakteru **hlinitých šterků třídy G4 (symbol GM)**. Svahové sedimenty jsou většinou ulehle a pojivo písků a šterků je závislé na saturaci infiltrovanou srážkovou vodou. Většinou se konzistence pojiva pohybuje mezi tuhou až pevnou. Jen v místech třebíčského masívu v prostoru Zhoře se kolem silnice II/353 budou vyskytovat i **balvanité svahové šterky třídy G3 (symbol G-F/Cb-B)** nebo i solitérní **velké balvany durbachitů třídy (B)** soliflukčního původu. Hlinitopísčité svahové zeminy mají nejčastěji 3. třídu těžitelnosti, svahové sutě 3-4. třídu těžitelnosti, svahové balvanité šterky 4. třídu těžitelnosti a velké balvany až bloky i 5-6. třídu ve smyslu ČSN 73 3050.

*V sondě K3* byly ověřeny od hloubky 0,55-0,85m **svahové hlinité písky třídy S4 (symbol SM)** a od hloubky 0,85-1,50m **(kamenité sutě třídy G3 (symbol G-F))** s úlomky migmatitů.

### ***Deluviofluviální až fluviální sedimenty***

Tyto vodou vytvořené uloženiny se v trase silnice vyskytují pouze v místech aluviálních niv místních potoků. Nejmnější polohy těchto sedimentů byly ověřeny při Zhořském potoku u stávajícího silničního mostku v průzkumné sondě K1, která dosáhla hloubky 3,70m.

Pod 0,70m mocnou vrstvou ornice z části i naplavené se do hloubky 1,00m vyskytuje **šterk jílovitý třídy G5 (symbol GC)**, který od 1,00m přechází do **jílu šterkovitého třídy F2 (symbol CG)**. Konzistence jílovitého pojiva je tuhá. Od hloubky 1,60m do 3,30m byly ověřeny ulehle **kamenité šterky s příměsí jemnozrné zeminy**, místy **balvanité třídy G3 (symbol G-F-Cb)**. Tyto šterky obsahují v hloubce 2,40-2,70m **proplástek prachovitého jílu třídy F6 (symbol CI)** měkké konzistence. Od hloubky 3,30m-3,70m byly v sondě zastiženy typické fluviální šterkovité **písky s příměsí jemnozrné zeminy třídy S3 (symbol S-F)** silně zvodnělé. V důsledku až litrových přítoků podzemní vody do sondy muselo být její hloubení ukončeno neboť docházelo k padání dolních částí sondy – k závalům.

V mělkých terénních depresích začínajících aluviálních niv ostatních potoků podél trasy silnice II/353 je možné na základě terénní rekognoskace předpokládat pod ornici výskyt **písčitých jílu třídy F4 (symbol CS), písčitých hlín třídy F3 (symbol MS), ale i slatinných prachovitých jílu třídy F6 (symbol CI) s příměsí organických zemin, výjimečně až polohy rašeliny.** Konzistence deluviofluviálních sedimentů bude většinou měkká nebo až tuhá. Celková mocnost a geotechnický charakter deluviofluviálních až fluviálních sedimentů nebude ve všech aluviálních nivách stejný a proto v místech přechodů silnice přes tato území musí být určen až průzkumnými vrty nebo sondami.

## **SKALNÍ ZVĚTRALINY - ELUVIA**

V celé délce zájmového území silnice od Jamného až po hranici okresů za Stájí se v podloží kvartéru, (místy dokonce jen v podloží ornice nebo lesního humusu) vyskytují zvětraliny skalních hornin - eluvia. Zcela zvětralé skalní podloží má různý charakter a opět bez průzkumných prací nelze stanovit nejen geotechnický charakter, ale ani jeho mocnost. Jen velmi obecně lze konstatovat, že eluvia biotitických pararul budou hlinito-jílovitá až hlinitopísčítá a nad migmatity mohou předpokládat písčito-šterkovité zeminy. V prostoru durbachitů třebíčského masívu budou eluvia písčítá, místy silně slídnatá s velmi častou příměsí balvanitých až blokovitých reliktů pevných nezvětralých durbachitů třídy R3-R2.

Kromě litologické a morfologické predispozice je mocnost zvětralin závislá i na strukturních poměrech, zejména na intenzitě rozpukání, četnosti výskytu dislokací, poruchových pásem, na úklonech foliací i ostatních ploch diskontinuit atd. Skutečný rozsah a mocnost eluviálních zvětralin bude možné ověřit až technickými průzkumnými pracemi.

Z geotechnického hlediska mohou mít zvětralinu skalního podloží v trase silnice charakter písčitých hlín třídy F3 (symbol MS), písčitých jílů třídy F4 (symbol CS), ulehých **jílovitých písků třídy S5 (symbol SC)**, **hlinitých písků třídy S4 (symbol SM)** s pojivem většinou tuhé až pevné konzistence, ulehých **písků s příměsí jemnozrnné zeminy třídy S3 (symbol S-F)**, ulehých kamenitých štěrků s **příměsí jemnozrnné zeminy třídy G3 (symbol C-F)** až **hlinitých štěrků třídy G4 (symbol GM)** s pojivem pevné konzistence.

**V průzkumné sondě K2** byly eluviální **zvětralinu durbachitů třebíčského masívu třídy R6-R5** zastíženy od hloubky 0,70-2,20m od stávajícího terénu. Z geotechnického hlediska jsou tvořeny silně slídnatými **hlinitými písky třídy S4 (symbol SM)** a od hloubky 1,40-2,20m až **štěrkovitými písky s příměsí jemnozrnné zeminy třídy S3 (symbol S-F)** s úlomkovitými reliktu matečné horniny třídy R4.

## SKALNÍ PODLOŽÍ (PREKAMBRIUM - PALEOZOIKUM)

Pevné skalní horniny tříd R4 a zejména třídy R3-R2 nevystupují nikde v zájmovém území až na samý povrch terénu, ale jsou překryty vlastními zvětralinami a kvartérními uloženinami. Rozsah jednotlivých tříd skalního podloží v trase uvažované rekonstrukce silnice nelze opět bez provedených průzkumných vrtů a sond stanovit. Na základě archivních vrtů a hloubek kopaných studní v oblasti Stáje a Arnoleckých hor je zřejmé, že skalní horniny třídy R4-R3 se v trase silnice budou vyskytovat od hloubky 1-2m. Pouze v místech mělkých depresí a v aluviálních nivách je skalní podloží hlouběji pod terénem (zřejmě 3-4m) a v místech silně zvětralých pararul může být skalní podklad lokality třídy R3-R2 ještě ve větších hloubkách.

**V nově provedených průzkumných sondách K1-K3** bylo skalní podloží třídy R3-R2 zastíženo jen v sondách K2-K3. V sondě K1 u Zhořského potoka byly až do konečné hloubky sondy zastíženy jen kvartérní deluviofluviální jíly a štěrkopísky.

V místě projektovaného zářezu v trase stávající silnice II/353 v lese mezi Zhoří a Stájí bylo skalní podloží třídy R3-R2 zastíženo v hloubce 2,20-2,00m. V sondě K2 byl ověřen slabě porfyrický durbachit patřící drobnozrnné facií třebíčského masívu a v sondě K3 se již vyskytoval biotitický páskovaný migmatit. Obě horniny tvořily dno průzkumných sond a kolovým bagrem je nebylo již možné rozpojit. Z hlediska ČSN 73 3050 mají obě horniny od hloubky 2,20-2,00m 5-6. třídu těžitelnosti.

Vyhodnocené inženýrskogeologické poměry v trase stávající silnice II/353 jsou přehledně znázorněny v geologické mapě širšího okolí silnice měřítko 1 : 25 000, (příloha č.3). V místech průzkumných sond K1-K3 jsou geologické poměry zřejmé z podrobného petrografického popisu, zatřídění, (příloha č.6), ale i z příčných geologických profilů v měřítku 1 : 100/100, (příloha č.7).

V převážné části trasy stávající silnice II/353 lze předpokládat **jednoduché geologické poměry**. Pouze v aluviální nivě Zhořského potoka a v projektovaném hlubším zářezu v lese mezi Zhoří a Stájí se budou projevovat **složitě geotechnické i hydrogeologické poměry**. Mírně složitě inženýrskogeologické poměry lze očekávat i v místě přechodu rekonstruované silnice přes ostatní aluviální nivy místních potoků.

## 4.2. Hydrogeologické poměry

Na hydrogeologické poměry zájmového území trasy silnicí II/353 mezi obcemi Jamné-Zhoř-Stáj-hranice okresů usuzují podle výše provedeného vyhodnocení všeobecných poměrů, (strana 5-6), dle hydrogeologické rekognoskace území, nejbližších kopaných studní pro obec Stáj a Jamné a zejména podle nově provedených průzkumných sond K1-K3. Vzhledem k předpokládané niveletě projektované rekonstrukce silnice II/353, která má probíhat cca. ve stejné úrovni jako stávající silnice je možné **hydrogeologické poměry** v trase silnice označit jen jako **složitě**.

Tato mírná složitost HG poměrů spočívá v blízkosti stávající silnice ke zdrojům podzemní pitné vody pro obec Jamné a zejména pro obec Stáj. V těchto místech vyznačených II.PHO se sice nepředpokládají žádné změny směru silnice ani změny nivelety vozovky, ale při realizaci stavebních prací na rekonstrukci silnice bude nutné učinit taková opatření aby nedošlo k znečištění horninového prostředí a tím k ohrožení mělkých zdrojů pitné vody v kopaných studních.

Mírně složitě hydrogeologické poměry se dále mohou projevit při realizaci cca. 4m hlubokého zářezu v lese mezi Stájí a Zhoří. Při rozpojování skalních hornin (durbachitů a migmatitů) třídy R3-R2 střelnými trhacími pracemi se lokálně mohou objevit **puklinové prameny, které musí být podchyceny** a svedeny mimo těleso stávající silnice. Naštěstí se v těchto místech nenachází žádné studny na pitnou vodu.

Z hlediska zakládání se **složitě hydrogeologické poměry** budou projevovat v rámci rekonstrukce silnice II/353 **v místě projektovaného nového mostku přes Zhořský potok**, kde zemní práce od hloubky 1,00m od stávajícího terénu (na louce) budou ovlivňovány podzemní vodou. Také základové konstrukce budoucího mostního objektu budou trvale pod hladinou podzemní vody. Největší přítoky podzemní vody v litrech za sekundu byly zjištěny v hloubce 3,30m od terénu.

**Chemismus podzemních vod** byl v této průzkumné etapě zjišťován pouze v aluviální nivě Zhořského potoka v místě projektovaného mostku před obcí Zhoř. Podzemní voda byla odebrána z průzkumné sondy K1 a ihned dopravena do hydrochemické laboratoře Zdravotního ústavu v Jihlavě, kde byly provedeny rozbory pro stavební účely na agresivitu. Sledované ukazatele podzemní vody uvedené v protokolu o zkouškách, (příloha č.10) byly vyhodnoceny na agresivitu podle tří nejběžněji používaných ČSN. Výsledky vyhodnocení agresivních ukazatelů jsou uvedeny v následující tabulce.

Ukazatelé agresivity	Zjištěná koncentrace	Stupně agresivity podle ČSN		
		73 1215	ISO 9690	EN 206-1
<b>pH</b>	6,40	la	A1L	<b>XA1</b>
<b>CO<sub>2</sub> dle Heyera</b>	25,3	ma	A1L	<b>XA1</b>
<b>CO<sub>2</sub> na vápno</b>	28,2	ma	A1L	<b>XA1</b>

Vysvětlivky k agresivitě: nízká agresivita (**la**) a střední agresivita (**ma, A1L, XA1**),

Jak je patrné z předchozí tabulky byla podzemní voda v době odběru středně agresivní pouze v obsazích kysličníku uhličitého. Dle Heyerovy zkoušky dosahoval útočný kysličník uhličitý hodnoty 25,3mg/litr a v agresivitě na vápno 28,2mg CO<sub>2</sub>/litr. Dále podzemní voda byla slabě kyselá s pH = 6,40 což je dle všech norem jen slabá agresivita. Ostatní sledované ukazatele již byly pod limitní hodnotou agresivity pro stavební účely.

Bez průzkumných jádrových vrtů nebo strojně kopaných sond nelze více o hydrogeologické situaci v trase stávající silnice II/353 zjistit.

V neposlední řadě je nutné při stavebních pracích na rekonstrukci silnice věnovat pozornost starým melioracím a jejich podchycení.

Při hutnění paraplání a plání budoucích vozovek i přes ty nejmenší aluviální nivy nedoporučuji používat vibrační válce, ale jen válce trnové.

### I. a II. PHO prameniště Na Horách

Již v průběhu hydrogeologického mapování v zájmovém území původně uvažovaného obvodu Stáje (St.Březina 2009) byla věnována pozornost všem hydrogeologickým objektům přírodního charakteru, (typu vodotečí, pramenišť, rozvodnicím atd.), ale i umělým objektům - kopaným studnám na pitnou vodu. V lesním prameništi Arnoleckých hor je vyhloubeno 9 mělkých kopaných studní, které zásobují podzemní pitnou vodou celou obec Stáj včetně Zemědělského družstva. Kolem každé studny je oplocené I.PHO o rozměrech 20x20m. V následující tabulce uvádím základní hydrogeologické charakteristiky studní.

Označení studny	kóta na poklopu	hloubka studní od terénu	kolektor	vzdálenost studní od silnice II/353
<b>S1</b>	653,52	3,18	<i>průlinový</i>	30
<b>S2</b>	660,44	3,10	“	20
<b>S3</b>	661,56	3,10	“	25
<b>S4</b>	639,64	3,60	“	360
<b>S5</b>	646,26	3,65	“	440
<b>S6</b>	630,32	3,25	“	180
<b>S7</b>	624,54	3,68	“	270
<b>S8</b>	672,34	4,70	<i>průlinově - puklinový</i>	80
<b>S9</b>	680,74	5,60	“	200

**Poznámka:** Studny S8 a S9 jsou vyhloubeny nad silnicí a proto již nejsou ohroženy splachovou a tavnou vodou z vozovky silnice. V největším ohrožení jsou nejbližší studny S1-S3 a studna S6.

Hloubky studní a kóty vrchní části poklopů byly převzaty z dokumentace, technických řezů firmy AQU-CLEAN, Ing. J.Novotný, zapůjčené Obecním úřadem Stáj. Archivní dokumentace studní je společně se situací uvedena v příloze č.9 předkládaného posudku.

Na základě každoročního sledování kvality podzemní vody z vodovodů ve Stáji má tato voda parametry pitné vody ve všech ukazatelích. Dle ústního sdělení starosty se jen prostým zatravněním dřívějších polí výrazně snížil obsah dusíkatých látek. Také používání inertního posypu silnice II/353 v zimních měsících v II.PHO má dlouhodobě příznivý vliv na kvalitu podzemní vody, kde chloridové ionty jsou hluboce pod limitem 100mg/litr, viz. rozbor pitné vody s koncentrací chloridů v množství pouhých 12mg/litr, (příloha č.9).

Oproti tomu, kde se používá chemický posyp jsou hodnoty rozpuštěných solí vysoce nadlimitní, tak jako v podzemní vodě odebrané z průzkumné sondy K1 před Zhoří, viz předchozí protokol pro stavební účely kde obsah solí dosahuje 614mg/litr.

Situace II.PHO včetně jednotlivých studní S1-S9 je přehledně uvedena v hydrogeologické mapě 1 : 10 000, ( příloha č.8), dále ve fotodokumentaci viz příloha č.11, (foto č.15-24) a také v situaci trasy vodovodu v rámci technických řezů jednotlivými studnami, (příloha č.9).

*Vzhledem k malé hloubce jímacích studní (3,10-3,68) a jejich snadné zranitelnosti kontaminací (připovrchový průlinový kolektor podzemní vody) nedoporučuji v prostoru II. PHO měnit stávající systém zimní údržby silnice II/353 a silnice do Chroustova.*

*Při přechodu na chemický posyp by zcela jistě došlo ke zhoršení kvality podzemní pitné vody v koncentraci chloridů vysoko nad povolený limit, který je pro pitnou vodu 100mg Cl<sup>-</sup>/litr.*

## **I. a II. PHO pro studnu SJ1 na Lipinském potoce**

Studna SJ1 byla vyhloubena v aluviální nivě Lipinského potoka a je jedním ze zdrojů pitné vody pro obec Jamné. Podle archivní technické zprávy (příloha č.9) byla studna vykopána do hloubky 5m a je vzdálena 250m od silnice II/353 a 100m od silnice do Lipiny. Obě komunikace probíhají výškově nad aluviální nivou Lipinského potoka a tak svými splachy a v zimně tavnou vodou ohrožují kvalitu podzemní pitné vody ve studni SJ1. Podzemní voda je ze studny čerpána do nedalekého vodojemu, kde se mísí s vodou z dalších zdrojů a po úpravě je gravitačním vodovodem vedena do Jamného. Zdrojem podzemní vody ve studni je zřejmě smíšený průlinový a puklinový kolektor. Situace studny SJ1 a II.PHO je uvedena v hydrogeologické mapě 1 : 10 000 a ve fotodokumentaci viz příloha č.11(foto č.21-24). Zejména na obrázku č.22 je dobře patrná morfologická deprese aluviální nivy Lipinského potoka v místě křižovatky. Podélný řez studnou je uveden v archivní technické zprávě, (příloha č.9).

Pro zachování kvality podzemní vody ve studni doporučuji v rámci rekonstrukce stávající silnice II/353 vytvořit podél silnice nepropustné silniční příkopy, které by byly svedeny do stejně nepropustného nově postaveného příkopu podél silnice na Lipinu a teprve za hranicí II.PHO (za lesem) by mohly být tyto vody vypouštěny do vsakovacího cca 100m dlouhého zářezu vedeného směrem k Lipinskému potoku.

***Z hydrogeologického hlediska je velmi důležité používání inertního posypu během zimní údržby silnice II/353, ale i silnice Lipina – Rybné.***

## **4.3. Geotechnické poměry stavebních objektů**

Projektovaná rekonstrukce silnice II/353 v úseku Jamné-Zhoř-Stáj-hranice okresů je většinou projektována po stávající silnici a ve stávající niveletě. Pouze v lese nad obcí Stáj se předpokládá **snížení nivelety v novém cca. 4m hlubokém zářezu**. Další projektovanou stavbou v trase silnice je **nové založení silničního mostku přes Zhořský potok** před obcí Zhoř. Základové poměry jsou pro oba objekty podmíněně vhodné, což znamená v následných etapách doplnit průzkumné práce včetně polních zkoušek, laboratorních rozborů atd.

### **4.3.1. Geotechnické poměry v km 2,450 (nový most)**

V místě nově projektovaného silničního mostu byly průzkumnou strojně kopanou sondou K1 zastíženy jen kvartérní sedimenty tvořené deluviofluviálními a fluviálními uloženinami. Jejich celková mocnost je větší než 3,70m. Skalní podloží nebylo možné vzhledem k silným přítokům podzemní vody ověřit.

Pod 0,70m mocnou vrstvou ornice z části i naplavenou, se do hloubky 1,00m vyskytuje **štěrk jílovitý třídy G5 (symbol GC)**, který od 1,00m přechází do **jílu štěrkovitého třídy F2 (symbol CG)**. Konzistence jílovitých pojiv je tuhá. Od hloubky 1,60m do 3,30m byly zjištěny **kamenité štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy, místy balvanité třídy G3 (symbol G-F-Cb)**, které jsou zřejmě je středně ulehle.

Tyto šterky obsahují v hloubce 2,40-2,70m **proplástek prachovitého jílu třídy F6(symbol CI)** měkké konzistence. V podloží šterků jsou od hloubky 3,30m-3,70m vyvinuty šterkovité silně zvodnělé **písky s příměsí jemnozrné zeminy třídy S3 (symbol S-F)**, středně uhlé a velmi silně zvodnělé, (minimálně 1 litr za vteřinu).

Pro zeminy zastižené pod úrovní zámrazné hloubky uvádím v následující tabulce směrné normové charakteristiky a hodnoty tabulkové únosnosti Rdt.

název zeminy třída / symbol		Šterk s příměsí JMZ G3 G-F ulehlý	Jíl šterkovitý F6 CI měkký	Písek s příměsí JMZ S3 S-F středně uhlý	Jednotky
		hodnoty	hodnoty	hodnoty	
Modul přetvárnosti	$E_{def}$	80-90	1,5-3	12-19	MPa
Totální soudržnost	$c_u$	-	25	-	kPa
Totální úhel vnitř. tření	$\phi_u$	-	0	-	°
Efektivní soudržnost	$c_{ef}$	0	8-16	0	kPa
Efektivní úhel vnitř. tření	$\phi_{ef}$	30-35	17-21	28-31	°
Objemová tíha	$\gamma$	19	0,21	17,5	kN/m <sup>3</sup>
	$\beta$	0,83	0,47	0,74	
	$\nu$	0,25	0,40	0,30	
<b>Tabulková únosnost</b>	<b>Rdt</b>	<b>300+450+700+500</b>	<b>50</b>	<b>225+275+400+325</b>	<b>kPa</b>

Poznámka: - Hodnoty tabulkové výpočtové Rdt platí při hloubce založení do 1m a jsou uvedeny pro šířky základů 0,5m+1m+3m+6m a pro zeminy uhlé.

- Pro předpokládanou střední ulehlost je nutné uvedené **hodnoty Rdt vynásobit koeficientem 0,65** dle pokynů v ČSN 73 1001 **a o vliv podzemní vody a skutečné hloubky uložení základové spáry.**

- U zemin jemnozrných platí uvedené hodnoty při založení v hloubce 0,8-1,5m a pro šířku základů do 3m. - **Uvedené hodnoty Rdt je nutné upravit ve smyslu poznámek ČSN a o vliv podzemní vody a skutečné hloubky uložení základové spáry.**

#### 4.3.2. Geotechnické poměry v km 5,000-5,200 (zářez)

Geologické i hydrogeologické poměry v prostoru projektovaného zářezu byly ověřeny dvěma strojně kopanými průzkumnými sondami K2 (hloubka 2,20m) a K3 (hloubka 2,00m). Tyto poměry jsou jednoduché a podzemní voda nebyla do konečné hloubky sond naražena, ale ani se neustálila. **Mírně složité jsou geotechnické poměry v důsledku rozdílné těžitelnosti skalních hornin** v budoucím zářezu.

Do konečné hloubky průzkumných sond se těžitelnost zemin a skalních hornin (durbačitů trebičského masívu a migmatitů moldanubika) pohybovala mezi 3-4. třídou těžitelnosti ve smyslu ČSN 73 3050. Od této úrovně lze zatím předpokládat slabou přechodovou zónu hornin s 5. třídou těžitelnosti a zejména převažující výskyt 6. třídy těžitelnosti. K rozpojení těchto hornin bude nutné použít střelné trhací práce. Přesnější zastoupení jednotlivých tříd těžitelnosti bude možné zjistit až po doplňujícím geologickém průzkumu pomocí vrtů a geofyzikálním měření, nebo až přímo při těžbě zářezu.

Další geotechnické charakteristiky v místě uvedených staveb, ale i v celé projektované trase rekonstrukce stávající silnice je možné vyhodnotit až po provedení doplňujících průzkumných kopaných sond, jádrových vrtů, polních zkoušek (penetračních sond a zatěžovacích zkoušek) a laboratorních rozborů zastižených zemin a hornin, které je **nutné realizovat v následných projekčních a průzkumných etapách.**

Na základě výše uvedených charakteristik projektovaných úseků je zřejmé, že nejsložitější geologické, hydrogeologické a geotechnické poměry lze očekávat v projektovaném zářezu nad Stájí zejména co se týče těžitelnosti skalních hornin. Hloubení ostatních mělčích zářezů v trase obchvatu by již nemělo být tak náročné na způsob realizace zemních prací, neboť vlastní těžbu těchto zářezů již nebudou ovlivňovat těžce těžitelné horniny třídy R3-R2.

Projektovaný nový most přes Zhořský potok bude zakládán v složitých geologických a hydrogeologických poměrech v důsledku výskytu měkkých povodňových jílu a silně zvodnělých štěrkopísků. Skalní podloží nebylo do hloubky 3,70m zastiženo. Od 3,30m až do konce sondy K1 v hloubce 3,70m se projevují silné přítoky podzemní vody, zřejmě ze silně napjatou hladinou.

## 5. Závěr

Provedené posouzení trasy stávající silnice II/353 v úseku Jamné-Zhoř-Stáj-hranice okresů zhodnotilo základní geologické, hydrogeologické a ve třech případech (průzkumné sondy K1-K3) i geotechnické poměry zájmového území. Budoucí staveniště obchvatu je možné označit jako **vhodné až podmíněně vhodné**. Základové prostředí v těsném okolí stávající silnice je z geotechnického hlediska jednoduché až mírně složitě.

Složitě základové poměry se budou projevovat zejména v podloží nově projektovaného mostku přes Zhořský potok v důsledku ověřených deluviofluviálních až fluviálních sedimentů a přítokům podzemní vody již od hloubky 1m od stávajícího terénu. Další mírně složitě geotechnické poměry je možné očekávat i v místě projektovaného 4m hlubokého zářezu mezi Zhoří a Stájí, kde od úrovně 2,00-2,20m byly zjištěny těžce rozpojitelné horniny skalního podkladu třídy R3-R2 s 5-6. třídou těžitelnosti. Z toho důvodu bude nutné zářez hloubit do vrchně a zřejmě i pomocí trhacích střelných prací. Lokálně se také může v budovaném zářezu objevit podzemní voda z puklinových kolektorů durbachitů a migmatitů.

Předpokládaný **vodní režim** v zemní pláni v okolí stávající silnice II/353 bude zřejmě **převážně difúzní**, v místech aluviálních niv **kapilární** nebo i nejméně příznivý-**pendulární**. Nejméně příznivý vodní režim se může lokálně projevit i v projektovaném 4m hlubokém zářezu v otevřených puklinových kolektorech.

## 6. Doporučení pro další etapy projektových prací

### 1.

V trase projektované rekonstrukce stávající silnice II/353 **je nutné** v budoucích projekčních etapách **realizovat i další etapy geologických průzkumných prací**, (minimálně podrobný inženýrskogeologický průzkum) zejména v těch úsecích, které se budou odchylovat od stávající trasy.

### 2.

V následné průzkumné etapě inženýrskogeologického průzkumu je třeba uskutečnit doplňující průzkumné práce v podobě sondy těžké penetrace a jádrového vrtu pro nově projektovaný mostní objekt přes Zhořský potok.



## 3.

Dále doporučuji odebrat i patřičný počet porušených, neporušených a technologických vzorků na příslušné laboratorní rozborů a zkoušky.

## 4.

V rámci následujících etap inženýrskogeologického průzkumu doporučuji také realizovat geofyzikální průzkum za účelem určení těžitelnosti skalních hornin z projektovaného 4m hlubokého zářezu a průzkum korozity v místě nového mostu přes Zhořský potok.

## 5.

### ***Ochrana vodních zdrojů podzemní pitné vody***

Největší pozornost při rekonstrukci silnice II/353 je třeba věnovat prameništi Na Horách, kde mělké kopané studny jsou jediným zdrojem pitné vody pro celou obec Stáj včetně Zemědělského družstva. Aby nedošlo ke zhoršení kvality podzemní pitné vody **doporučuji nadále užívat inertní posyp při zimní údržbě silnice II/353 ale i silnice na Chroustov.**

Jediným vhodným řešením pro bezpečné zachování kvalitních vodních zdrojů pitné vody v prameništi Na Horách pro obec Stáj je mírná změna trasy silnice II/353 lesem v dostatečné vzdálenosti za studnami S1-S3.

Pokud by silnice II/353 zůstala ve stejné trase přes II.PHO nad studnami S1-S3 a místo inertního posypu by byl v zimě používán chemický posyp chloridem sodným, zcela jistě dojde k zasolení uvedených studní a zřejmě i studní S6 a S7.

V tomto případě by musely být v předstihu nalezeny náhradní zdroje pitné vody nad silnicí II/353 v širším okolí studní S8 a S9 (nejlépe v podobě hlubších vrtaných studní). I pro případné náhradní vrtané studny musí být vykoupeny pozemky od soukromých majitelů, dále i v trase pro vodovod a navíc se k vrtům musí zavést zdroj energie pro čerpadla. Navíc se musí prokázat, že uvažované náhradní vrtané studny nesmí ovlivňovat, již zřízené nedaleké studny na pitnou vodu pro Rudolec a Bohdalov, které jsou vyhloubeny za rozvodím v prostoru kóty Sádek.

Z uvedených možností jak nejméně ovlivnit stávající kvalitní zdroje pitné vody pro obec Stáj je možné doporučit rekonstrukci nepropustných příkopů a v zimě nadále používat inertní posyp. Finančně náročnější je varianta obchvatu studní S1-S3 novou silnicí, ale ta by pro studny S1-S3 byla nejbezpečnější i z hlediska případných ropných havárií na silnici II/353.

K zachování kvalitní pitné vody pro obec Jamné v II.PHO studny SJ1 v aluviální nivě Lipinského potoka je možné doporučit následující opatření.

Vybudovat nepropustné silniční příkopy, tak aby splachy tavné vody ze silnice bylo možné odvést do nově navrženého nepropustného příkopu podél silnice směrem do Lipiny. Mimo II.PHO za lesem tento příkop zaústit do zasakovací rýhy, která by probíhala podél lesa směrem k Lipinskému potoku. Samozřejmě kvalitě vody by přispělo používání zimního inertního posypu obou silnic

**Literatura:**

- Březina St. (2009): Inženýrskogeologické posouzení přeložky silnice II/353, obchvat Stáje.  
– MS RNDr. Stanislav Březina Jihlava
- Březina St. (2009): Předběžný inženýrskogeologický průzkum pro přeložku silnice II/353,  
obchvat Rytířsko-Jamné. – MS RNDr. Stanislav Březina. Jihlava
- Demek J. et al. ( 1987 ): Zeměpisný lexikon ČSR . Hory a nížiny. - Academia Praha
- Michlíček E. et al. ( 1994 ): Hydrogeologické rajóny ČSR. Svazek 2. Povodí Moravy a Odry  
- Geotest Brno.
- Novotný J. (1997): Stáj – vodovod, provozní řád pro trvalý provoz. - MS AQA-CLEAN Jihlava
- Olmer M, Kessl et al. ( 1990 ): Hydrogeologické rajóny.- Výzkumný ústav vodohospodářský  
Praha a Český hydrometeorologický ústav Praha.
- Stárková I. et Zrůstek V. (1974): Zpráva o mapování pokryvných útvarů v oblasti pestré série  
strážeckého oblouku. – Geofond P31038 Praha
- Syrový S. et al. ( 1958 ): Klimatický atlas Československa. - ČSAV Praha
- Tůma W. (1979): Zpráva o provedení hydrologických prací na lokalitě Jamné, okres Jihlava.  
- MS. Vodní Zdroje Bylany u Chrudimi.
- Vykydal et Dvořáček A. (1975): Průvodní zpráva k rozšíření prameniště vodovodu Stáj.  
–MS Jihlava.

**Dále byly použity následující normy:**

- Technické podmínky – Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace, část A a B
- ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy .
- ČSN 73 3050 – Pojmenování a popis hornin
- ČSN 72 1002 – Klasifikace zemin pro dopravní stavby.
- ČSN 72 1002 – Klasifikace zemin pro dopravní stavby.
- ČSN 73 1215 – Betonové konštrukcie, klasifikácia agresivity prostredí
- ČSN ISO 9690 – Klasifikace podmínek agresivního prostředí působícího na beton  
a železobetonové konstrukce
- ČSN P ENV 206 – BETON. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení.