

## OBSAH

1	POUŽITÉ PODKLADY .....	3
2	PROPOJENÍ OTEVŘENÝM KORYTEM .....	4
2.1	Analýza návrhu nejvhodnější trasy .....	4
2.2	Návrh parametrů otevřeného koryta a jeho opevnění .....	8
2.3	Návrh vtokového objektu – uzávěr a most .....	15
3	PROPOJENÍ ŠTOLOU .....	21
3.1	Návrh trasy a dimenzí štol .....	21
3.2	Návrh funkčních objektů štol .....	24
4	PROPOJENÍ KOMBINACÍ OTEVŘENÉHO KORYTA A ŠTOLY .....	27
4.1	Paralelní uspořádání .....	27
4.2	Sériové uspořádání .....	28
5	POSOUZENÍ STABILITY SVAHŮ .....	29
5.1	Vstupní předpoklady řešení .....	30
5.2	Zatěžovací stavy .....	34
5.3	Metodika výpočtu proudění podzemní vody .....	36
5.4	Metodika výpočtu globální stability .....	37
5.5	Posouzení stability svahů jezera Libouš a svahů otevřeného koryta propojovacího kanálu .....	38
5.6	Shrnutí výsledků stabilitních výpočtů .....	38
6	VYVOLANÉ ÚPRAVY V NÁDRŽI JEZERA LIBOUŠ VLIVEM PROPOJENÍ S VD NECHRANICE .....	39
6.1	Stávající rekultivace území dotčeného těžbou Dolů Nástup Tušimice .....	40
6.2	Navrhované rekultivace při propojení VD Nechranice se zbytkovou jámou Libouš pomocí otevřeného přivaděče .....	49

6.3	Navrhované rekultivace při propojení VD Nechranice se zbytkovou jámou Libouš pomocí tlakové štoly .....	54
6.4	Porovnání rekultivačních prací podle variant propojení .....	59
6.5	Problematika těsnosti dna jezera Libouš .....	60
6.6	Charakteristika nádrže jezera Libouš .....	60
7	NÁVRH PŘELOŽKY VODNÍHO TOKU HUTNÁ .....	64
7.1	Varianta č. 1 – Přeložka Hutné otevřeným korytem .....	66
7.2	Varianta č. 2 – MVE.....	66
7.3	Srovnání obou variant .....	67
8	PŘÍLOHY .....	68

# **B TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PROPOJENÍ VD NECHRANICE A JEZERA LIBOUŠ**

## **1 POUŽITÉ PODKLADY**

- [1] Hodnocení rizik lokality sanačních a rekultivačních prací v prostoru Stodola u Elektrárny Tušimice, VÚHU a.s., 2019
- [2] Hydrogeologické a hydrochemické sledování, geotechnické sledování (výsledky měření za rok 2020), ČEZ Energetické produkty, s. r.o., 2020
- [3] Stavební technické osvědčení č. STO 242-107/2021-005 a Certifikát výrobku č. C242-107/2021-005 Deponát pro úpravu terénní deprese Stodola ve výsypce Libouš, VÚHU a.s., 2021
- [4] Doly nástup Tušimice – minulost a současnost, Severočeské doly a.s., 1996
- [5] VD Nechranice, náklady na běžnou údržbu v letech 2010 – 2019, Povodí Ohře, s.p., 2021
- [6] Poskytnutí dat digitálního modelu terénu zájmové oblasti, Povodí Ohře, s.p.
- [7] Informace o geologických a hydrogeologických poměrech zájmové oblasti, Severočeské doly a.s., 2021
- [8] Informace o strojní technice v dole Libouš, Severočeské doly a.s., 2021
- [9] Souhrnný plán sanace a rekultivace území dotčeného těžbou Dolů Nástup Tušimice, aktualizace, R-PRINCIP MOST, s.r.o., 2018
- [10] Prodloužení trasy A metra v Praze, úsek V.A, Dejvická – Motol, Metrostav a.s., 2011
- [11] Mapové podklady výsypek v zájmové oblasti, in PROJEKT LOUNY ENGINEERING s.r.o., 2021
- [12] Popisné údaje k VD Kryry a Nové Heřminovy, odhad finančních nákladů na výstavbu VD, Povodí Ohře, s.p., Povodí Odry, s.p., 2021
- [13] Mapové podklady území DNT – ortofotomapa a základní topografická mapa, Severočeské doly a.s., 2021
- [14] Manipulační řád VD Nechranice, Povodí Ohře, s.p., schválený KÚÚK OŽPZ Ústí nad Labem v r. 2009

## 2 PROPOJENÍ OTEVŘENÝM KORYTEM

Prvním ze tří prošetřovaných způsobů propojení VD Nechranice s jezerem Libouš je otevřený kanál. Toto nejpřirozenější řešení, které je schopno zajistit všechny požadované vodohospodářské funkce, komplikují terénní úpravy, které v území dobývacího prostoru dolu Nástup proběhly v druhé polovině minulého století. Údolí bývalého Lužického potoka, vlévajícího se zleva do Ohře nedaleko zaniklé obce Čachovice, bylo zavezeno skrývkovými materiály. Místo rozšíření a prohloubení původního koryta je tak třeba k realizaci záměru otevřené propojky prokopat přes dva kilometry široký terénní val, jehož hřeben se vypíná více než 50 výškových metrů nad hladinu nechranické nádrže.

### 2.1 Analýza návrhu nejvhodnější trasy

Nejvhodnější trasa vedení kanálu byla zvolena na základě studia aktuálních mapových podkladů digitálního modelu terénu rekultivací [9], digitálního modelu konečného stavu dobývacího prostoru po ukončení těžby [6], digitálního modelu konečného tvaru úložiště popelovin Stodola [11] a geologických podkladů Severočeských dolů a.s. [7]. Navržená trasa byla revidována při místním šetření pracovního týmu konaném dne 7. 5. 2021. Při návrhu nejvhodnější trasy kanálu byla zohledněna zejména tato kritéria:

1. celkové objemy těženého materiálu, jejich doprava a ukládání
2. možnosti využití důlní těžební techniky, postupů a technologií
3. rozsah zásahu do původní a přetvořené krajiny, zábor zemědělské půdy, dopady na stávající sídla a infrastrukturu

Na základě zhodnocení výše uvedených kritérií byla zvolena trasa vedoucí z „Policejní zátoky“ nechranické nádrže přes Čachovickou hrázku směrem na sever. Jedná se o nejkratší trasu mezi zbytkovou jámou Libouš a nádrží VD Nechranice, upravenou do mírného oblouku tak, aby byl co nejlépe využit stávající reliéf terénu a minimalizovány objemy zemních prací. Půdorysné uspořádání kanálu a jeho podélný a příčný řez dokumentují přílohy B.2.1, B.2.2 a B.2.3.

#### 2.1.1 Celkové objemy těženého materiálu, jejich doprava a ukládání

##### *Úkol:*

- a) *zajistit stabilitu svahů kanálu*
- b) *minimalizovat objem těženého materiálu a dopravní vzdálenosti*
- c) *veškerý vytěžený materiál uložit v prostoru dolu Nástup (zbytková jáma Libouš a přilehlé rekultivované plochy)*

**Řešení:***ad a) zajistit stabilitu svahů kanálu*

Geologické podmínky v celém zájmovém území jsou velmi komplikované (viz kap. 3.2 Souhrnné zprávy). Geotechnické parametry jak původních geologických vrstev, tak skrývkových zemin uložených na výsypkách, jsou pro zajištění stability svahů výkopů nepříznivé.

Řešení stability svahů kanálu je obsahem kapitoly 5. Na základě rozboru dostupných geologických podkladů a variantního modelování svahování byl navržen sklon svahů 1:8 s lavicemi širokými 10 m odstupňovanými po 10 výškových metrech.

*ad b) minimalizovat objem těženého materiálu a dopravní vzdálenosti*

Trasa kanálu byla v 3D modelu terénu řešena v několika desítkách variant s generováním odpovídajících objemů těženého materiálu. Výsledná trasa byla navržena v zóně s nejmenšími objemy těžby s mírným zakřivením údolnice tak, aby bylo možné do maximální míry využít těžkou důlní těžební techniku a trasa měla zároveň přírodě blízký organický tvar.

V rámci optimalizace trasy kanálu propojujícího „Policejní zátoku“ nechranické nádrže se zbytkovou jámou Libouš bylo prokázáno, že variantní umístění kanálu v daném území nemá podstatný vliv na dopravní vzdálenost mezi místem těžby a místem ukládání materiálu.

*ad c) veškerý vytěžený materiál uložit v prostoru dolu Nástup*

Část vytěženého materiálu musí být použita na stabilizaci břehů zbytkové jámy (viz kap. 5.5). Zemina určená ke stabilizaci svahů musí být ukládána a hutněna tak, aby bylo dosaženo uvažovaných geotechnických parametrů. Zbývající materiál bude transportován na dno budoucí nádrže bez požadavku hutnění.

Podle navrženého prostoru lze očekávat, že odtěžovaný materiál bude velmi pestrý (uhlí, nadložní i podložní jílovce, výsypkový materiál, vedlejší energetické produkty). Skrývkový materiál a jílovce budou použity pro stabilizaci svahů, těžené uhlí (nepředpokládá se, že by uhlí bylo vzhledem ke špatné kvalitě samostatně prodejné) bude směřováno do hloubkové etáže na dno nádrže a následně překryto zeminami, primárně těmi, které nelze použít na stabilizaci svahů. Vedlejší energetické produkty (VEP - popílek a směsi s popílkem, deponát pro úpravu terénní deprese Stodola ve výsypce Libouš výrobce ČEZ a.s., Elektrárna Tušimice) budou ukládány na plochy nad hladinou jezera (nad kótou 273,00 m n. m.), především v prostorech nad jeho západními břehy.

**Tab. 2.1** Přehled vytěžených materiálů a způsob jejich uložení

vytěženo v trase kanálu		uloženo v prostoru dolu Nástup	
skrývkové materiály a rostlý terén	64,036 mil. m <sup>3</sup>	stabilizace svahů	33,869 mil. m <sup>3</sup>
		dno budoucího jezera	30,167 mil. m <sup>3</sup>
popílkový deponát	15,513 mil. m <sup>3</sup>	západně od jezera	15,513 mil. m <sup>3</sup>
celkem	79,549 mil. m <sup>3</sup>		79,549 mil. m <sup>3</sup>

### 2.1.2 Možnosti využití stávající důlní těžební techniky, postupů a technologií

#### Úkol:

- posoudit možnosti nasazení stávající důlní těžební techniky, postupů a technologií
- zohlednit limity využití důlní techniky
- zhodnotit ekonomickou výhodnost nasazení důlní techniky k výkopu kanálu

#### Řešení:

*ad a) posoudit možnosti nasazení stávající důlní těžební techniky, postupů a technologií*

Možnosti nasazení stávající důlní techniky byly konzultovány s provozními pracovníky Severočeských dolů a.s. Rozsah těžby a reliéf terénu nasazení techniky umožňuje, samozřejmě s jistými omezeními v okrajích těženého zemního tělesa (svahy a dno kanálu), kde je třeba k dotěžení použít běžnou mechanizaci pro zemní práce. K těžbě materiálu lze uvažovat rýpadlo ze stávajícího 1. skrývkového řezu SchRs 1550.1/109 ve spojení s pásovou dopravou šíře 1800 mm v délce jednotlivých sekcí max. do cca 1200 m v napojení na zakladač ZP 6800.1 při dodržení parametrů stroje (viz příloha č. B.2.4). V základní variantě lze uvažovat se zahájením těžby po ukončení činnosti stávajícího lomu (1. skrývkový řez samozřejmě ukončí těžbu jako první). Následovat musí transport stroje do předmětné oblasti (variantní řešení – přes uhelný lom nebo po plošině 1. skrývkového řezu, bude-li včas rozhodnuto o realizaci kanálu navrženým způsobem). Pouze okrajově lze uvažovat s využitím dalšího skrývkového stroje SchRs 1320.1/110, který by pro tento účel musel být rekonstruován do podmínek těžby lepkavého materiálu s nutným napojením na odtahové dopravníky na severních svazích lomu.

Hutněné zeminy určené pro stabilizaci břehů jezera nebude možné ukládat s pomocí zakladače, návoz a hutnění po vrstvách bude třeba provádět běžnou technologií pro zemní práce (nákladní vozy, buldozery apod.).

*ad b) zohlednit limity využití důlní techniky*

Limity využití těžké důlní techniky vyplývají z možností nasazení rýpadla SchRs 1550. Tvar kanálu by měl být přizpůsoben uvažované technologii (pásové dopravníky fungují pouze v přímce, lomové body jsou možné pouze při vsazení dalšího dopravníku). Na odtahové dopravníky by vzhledem k šířce zářezu pravděpodobně navazoval porubní dopravník.

Popis velkostroje SchRs 1550 a jeho hlavní technologické parametry jsou doloženy v příloze č. B.2.4. Přípustný sklon stroje (svahová dostupnost) je během provozu 5,8%, při transportu 7%. Maximální šířka záběru je 90 m, minimální šířka záběru (v nejnižší lavici kanálu ohraničené svahy z obou stran) je 71 m.

**Obr. 2.1** Minimální šířka pracovní plošiny rýpadla SchRs 1550



Z rozboru technických možností nasazení rýpadla SchRs 1550 na hloubení kanálu vyplývá, že důlním velkostrojem je možné odtěžit více než 80 % objemu těženého zemního tělesa kanálu.

*ad c) zhodnotit ekonomickou výhodnost nasazení důlní techniky k výkopu kanálu*

**Tab. 2.2** Jednotkové souhrnné ceny pro různé druhy těžby, dopravy a ukládání (dopravní vzdálenost 5-6 km, cenová úroveň 2021):

technologie	jednotková cena	koeficient pro ztížené podmínky těžby v kanálu	výsledná jednotková cena
rýpadlo, pásový dopravník, zakladač	71 Kč/m <sup>3</sup>	1,4	100 Kč/m <sup>3</sup>
bagr, nákladní vozidla	330 Kč/m <sup>3</sup>	1,0	330 Kč/m <sup>3</sup>
rozprostření do vrstev tl. do 0,5 m + hutnění	100 Kč/m <sup>3</sup>	1,0	100 Kč/m <sup>3</sup>

**Tab. 2.3** Odhad celkové ceny hloubení kanálu pro různé druhy těžby, dopravy a ukládání (dopravní vzdálenost 5-6 km):

Pro rýpadlo, pásový dopravník + zakladač

způsob ukládání	jednotková cena	objem materiálu	celková cena
bez hutnění	100 Kč/m <sup>3</sup>	45,680 mil. m <sup>3</sup>	4 568,0 mil. Kč
s hutněním	200 Kč/m <sup>3</sup>	33,869 mil. m <sup>3</sup>	6 773,8 mil. Kč
celkem		79,549 mil. m <sup>3</sup>	11 341,8 mil. Kč

Pro bagr, nákladní vozy a buldozer

způsob ukládání	jednotková cena	objem materiálu	celková cena
bez hutnění	330 Kč/m <sup>3</sup>	45,680 mil. m <sup>3</sup>	15 074,4 mil. Kč
s hutněním	430 Kč/m <sup>3</sup>	33,869 mil. m <sup>3</sup>	14 563,7 mil. Kč
celkem		79,549 mil. m <sup>3</sup>	29 638,1 mil. Kč

Uvedené ceny vycházejí z aktuálních dat Severočeských dolů a.s. a z cenové soustavy ÚRS v cenové úrovni 2/2021.

Z porovnání nákladů na těžbu, transport a uložení skrývkových materiálů důlní technikou a běžnou technologií zemních prací bylo prokázáno, že pro hloubení kanálu je využití důlní techniky ekonomicky výhodné.

### 2.1.3 Rozsah zásahu do původní a přetvořené krajiny, zábor zemědělské půdy, dopady na stávající sídla a infrastrukturu

#### Úkol:

- a) *minimalizovat zásahy do původní krajiny*
- b) *minimalizovat zábory zemědělské půdy*
- c) *minimalizovat vliv stavby na stávající sídla a dopravní a technickou infrastrukturu*

#### Řešení:

##### *ad a) minimalizovat zásahy do původní krajiny*

Návrh trasy kanálu propojujícího nádrž VD Nechranice s budoucím jezerem Libouš zohledňuje požadavek minimalizace zásahu do původní krajiny. Celý zábor kanálu zasahuje výhradně do krajiny přetvořené ukládáním skrývkových materiálů (vysypky) a produktů spalování uhlí (úložiště popílku a směsí s popínkem).

##### *ad b) minimalizovat zábory zemědělské půdy*

Návrh trasy kanálu propojujícího nádrž VD Nechranice s jezerem Libouš zohledňuje požadavek minimalizace záboru zemědělské půdy. Zájmové území je charakteristické omezeným zemědělským využitím.

celková výměra kanálu: 283,6 ha  
z toho zábor orné půdy: 69,9 ha (24,7%)

##### *ad c) minimalizovat vliv stavby na stávající sídla a dopravní a technickou infrastrukturu*

Návrh trasy kanálu propojujícího nádrž VD Nechranice s budoucím jezerem Libouš zohledňuje požadavek minimalizace vlivu stavby na stávající sídla a dopravní a technickou infrastrukturu. V zájmovém území není žádné osídlení. Sřet se stávající dopravní a technickou infrastrukturou je omezen na křížení dopravního koridoru (silnice vedoucí po koruně Čachovické hráze a souběžná vlaková vlečka) s vyústěním propojovacího kanálu do „Policejní zátoky“ nechranické nádrže. Křížení uvedeného dopravního koridoru s kanálem je řešeno v kap. 2.4.

## 2.2 Návrh parametrů otevřeného koryta a jeho opevnění

Parametry otevřeného koryta, charakterizované jeho vzorovým příčným řezem a niveletou dna, byly navrženy na základě:

1. výpočtů stability (sklony svahů koryta)
2. analýzy vodohospodářských funkcí (výškové umístění, průřezová plocha, sklon nivelety dna)
3. požadavku zajištění podmínek pro plavbu (šířka ve dně, zabezpečení plavební hloubky)
4. potřeby zajištění odolnosti břehů (způsob a rozsah opevnění)



Výsledkem návrhu je složený lichoběžníkový profil následujících parametrů:

tvar koryta:	lichoběžníkové
sklon svahů:	1:8 s lavicemi širokými 10 m odstupňovanými po 10 výškových metrech, první na kótě 270,00 m n. m.
šířka ve dně:	15 m
kóta dna:	261,50 m n. m.
sklon osy koryta:	0 % (dno koryta je vodorovné)
opevnění svahů koryta:	kamenný pohoz
opevnění dna:	bez opevnění

### 2.2.1 Sklony svahů

#### Úkol:

- a) zajistit stabilitu svahů*
- b) zajistit dopravní obslužnost svahů pro jejich údržbu*

#### Řešení:

Sklony svahů kanálu byly navrženy tak, aby byla při všech reálných zatěžovacích stavech zajištěna stabilita odpovídající požadavkům kladeným na tělesa zemních hrází vodních děl. Na základě stabilitní analýzy a provozních požadavků (obslužnost, údržba) byl navržen složený příčný profil kanálu se svahy ve sklonu 1:8, přerušovanými lavicemi širokými 10 m po každých deseti výškových metrech (průměrný sklon svahu 1:9).

Posouzení stability navržených svahů je doloženo v kapitole 2.3.

### 2.2.2 Zajištění vodohospodářské funkce kanálu

#### Úkol:

- a) posílit zásobní funkci pro nadlepšování průtoků Ohře pod VD Nechranice za hydrologicky suchých období*
- b) posílit retenční funkci VD Nechranice při transformaci povodňových průtoků*

#### Řešení:

Vodohospodářským řešením a hydraulickými výpočty kanálu se podrobně zabývá samostatná část C této studie. Za účelem návrhu a posouzení parametrů kanálu byl v systému HEC-RAS (verze 6.0.0 2021, US Army Corps of Engineers) sestaven matematický model celého otevřeného koryta délky 3,2 km (včetně uzávěru a navazujících úseků zátoky v nádrži Nechranice) propojený s výpočetním modelem zásobní a ochranné funkce nádrží. Modely byly sestaveny jako otevřené s možností úprav vstupních parametrů a okrajových podmínek. Zásady manipulací na výpustných objektech VD Nechranice byly zadávány podle platného Manipulačního řádu.

Desítkami simulací různých provozních situací byla provedena citlivostní analýza vstupních parametrů a stanoveny základní parametry kanálu, při kterých je soustava schopna plnit poža-

dované vodohospodářské funkce (nadlepšování a retence). Na základě těchto údajů, požadavků na stabilitu svahů a zajištění podmínek pro plavbu (viz dále) byl navržen výsledný příčný profil kanálu a potvrzen jako optimální jeho nulový podélný sklon (dno vodorovné v příčném i podélném směru). Výsledný návrh byl podroben komplexnímu souhrnnému posouzení, které je doloženo v části C studie.

### 2.2.3 Zajištění podmínek pro plavbu

Jakousi „přidanou hodnotou“ záměru je umožnění využívat propojovací kanál a obě vodní plochy k plavbě. To by v budoucnu mělo zvýšit rekreační atraktivitu celé oblasti a podpořit rozvoj turismu.

#### Úkol:

- navrhnout třídu plavební cesty
- provést rozbor zabezpečení plavby a stanovit minimální a maximální hladinu pro plavbu kanálem

#### Řešení:

ad a) navrhnout třídu plavební cesty

Předpokladem návrhu je rekreační využití plavební cesty. Pro tento účel byla zvolena vodní cesta třídy I (plavební cestou třídy I je např. úsek Vltavy mezi Českými Budějovicemi a Týnem nad Vltavou).

Parametry plavebních cest jsou uvedeny ve Vyhlášce Ministerstva dopravy 222/1995 Sb., o vodních cestách, plavebním provozu v přístavech, společné havárii a dopravě nebezpečných věcí. Základní parametry vodní cesty třídy I jsou uvedeny v následující tabulce a dále v textu.

**Tab. 2.4** Základní parametry vodní cesty třídy I

Druh cesty	Třída cesty	Hlavní charakteristika plavidla				Nejmenší výška pod mosty
		délka	šířka	ponor	nosnost	
		m	m	m	t	
Místního významu	I	38,5	5,05	1,80- 2,20	250 - 400	4,00

Nejmenší podjezdná výška nově stavěných nebo rekonstruovaných mostů, u nichž dochází k výměně nebo zásadní stavební úpravě nosné konstrukce, je na vodní cestě dopravně významné klasifikační třídy I 5,25 m nad nejvyšší plavební hladinou.

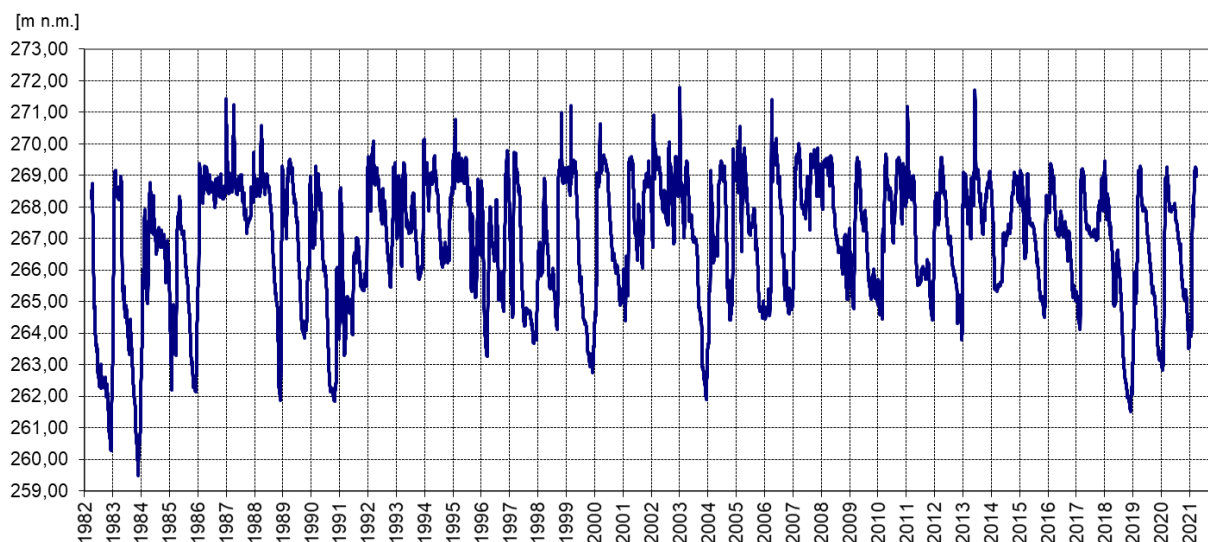
Nejmenší šířka přímé plavební dráhy v hloubce odpovídající ponoru návrhového plavidla pro klasifikační tř. I. je 15 m.

U nových vodních cest třídy I je nejmenší plavební hloubka 2,20 m + bezpečnostní marže 0,5 m, tedy 2,70 m.

*ad b) provést rozbor zabezpečení plavby a stanovit minimální a maximální hladinu pro plavbu kanálem*

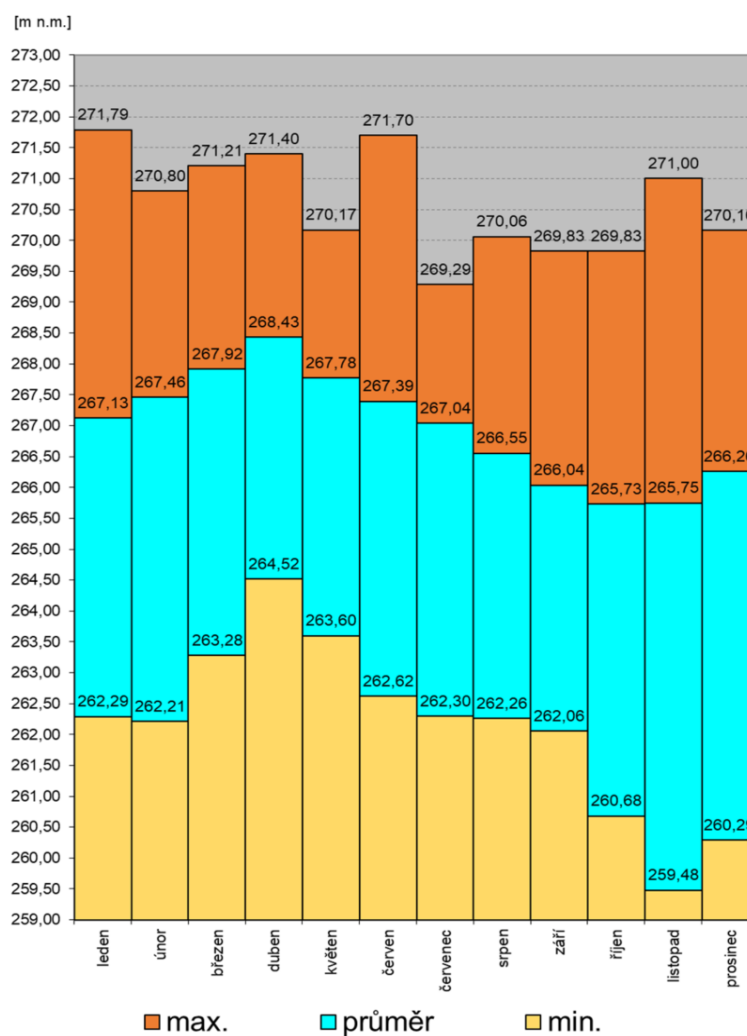
Rozbor zabezpečení plavby vychází z údajů o průběhu hladiny v nádrži Nechranice za roky 1982 – 2020.

**Graf 2.1** VD Nechranice - průběh hladiny vody v nádrži v letech 1982 - 2020



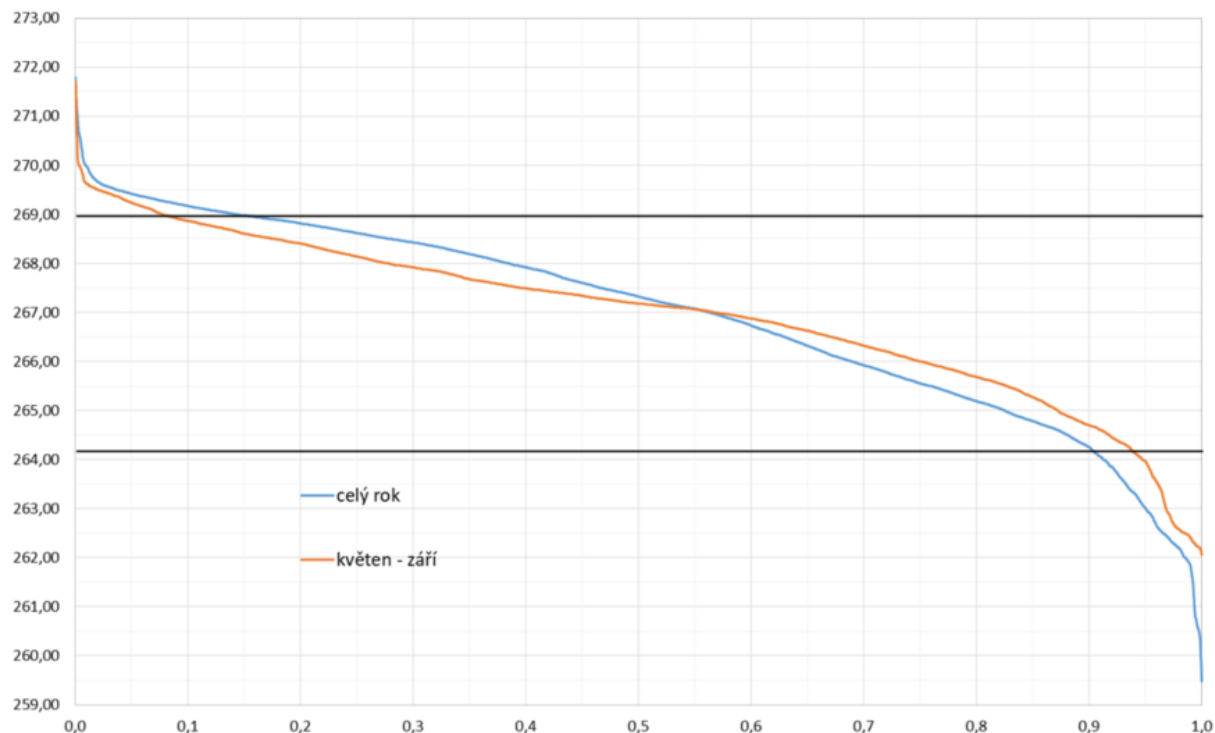
Jsme si vědomi, že po spojení obou vodních ploch by měla při stejné přítokové řadě hladina vyrovnanější průběh, minima i maxima by nedosahovala tak extrémních hodnot. Proti tomuto „příznivému“ faktoru je ale třeba v budoucnu počítat s „nepříznivým“ faktorem klimatické změny, která naopak extrémní hodnoty prohlubuje. Podle výpočtů uvedených v části C studie, ve které je klimatická změna hodnocena, se dají v horizontu roku 2100 očekávat u propojených nádrží obdobné extrémy dosažených hladin jako v současné době u samotné nádrže VD Nechranice. Dále vyčíslené hodnoty zabezpečení plavby odvozené z výše uvedené časové řady lze proto v blízké budoucnosti považovat za mírně podhodnocené, v daleké budoucnosti by měly přibližně odpovídat skutečnosti.

Z časové řady průběhu hladiny v letech 1982 – 2020 byl sestrojen sloupcový graf nejnižší, průměrné a nejvyšší hladiny v jednotlivých měsících, který charakterizuje roční cyklus průběhu hladiny vody v nádrži (graf 2.2), a čára překročení denních hodnot výšky (graf 2.3).

**Graf 2.2** VD Nechranice – hladina vody v jednotlivých měsících v letech 1982 - 2020

Nejvyšší hladina: 271,79 m n. m. – leden 2003; 271,70 m n. m. – červen 2013

Nejnižší hladina: 259,48 m n. m. – listopad 1983

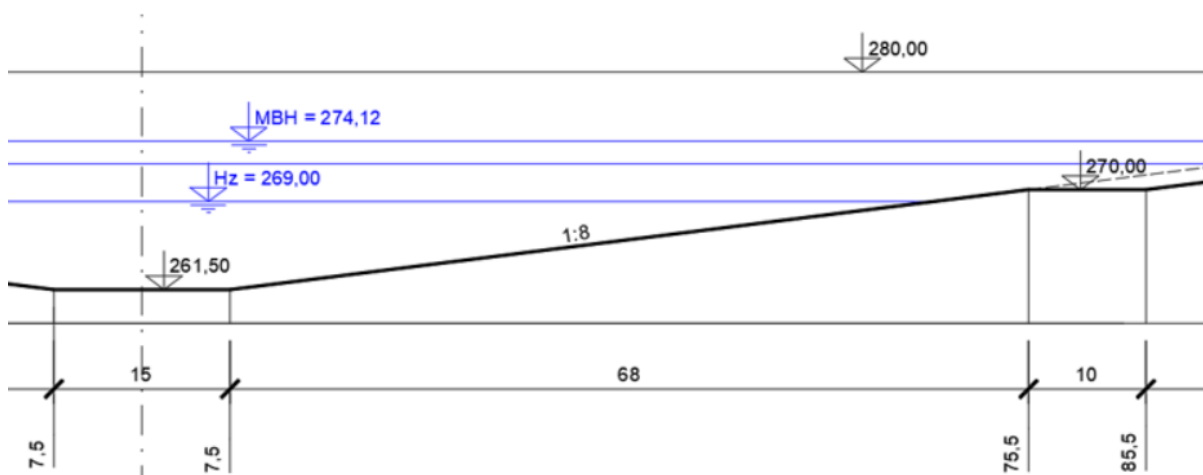
**Graf 2.3** Čára překročení úrovně hladiny vody v nádrži VD Nechranice z let 1982 - 2020

V grafu 2.3 jsou vyneseny dvě čáry překročení denní úrovně výšky hladiny, a to pro celý rok a pro období od května do září, které bylo určeno jako turistická „plavební sezóna“. V grafu je zároveň černými vodorovnými čarami vymezeno rozpětí hladin, ve kterém je plavba kanálem zajištěna. Dolní hranici určuje navržená kóta dna kanálu a plavební hloubka s bezpečnostní marží ( $261,50 + 2,20 + 0,50 = 264,20$  m n. m.), horní hranice 269,00 m n. m. (nejvyšší plavební hladina) je totožná s horní hranicí zásobního prostoru nádrže. Přičteme-li k ní podjezdovou výšku doporučenou pro plavební cesty klasifikační třídy I 5,25 m, dostaneme minimální kótu dolní hrany přemostění 274,25 m n. m.

Z vynesných čar překročení se dá odvodit, že při navržené úrovni dna kanálu na kótě 261,50 m n. m. je v období od května do září zabezpečení plavby 93%.

Za předpokladu, že při povodních (hladina vody v retenčním prostoru, tedy nad horní hranicí zásobního prostoru 269,00 m n. m.) nebude plavba provozována, je zabezpečení plavby v období od května do září 85%.

Jak již bylo uvedeno v úvodu tohoto rozboru, bude po propojení nádrže VD Nechranice s jezerem Libouš průběh hladiny vlivem většího celkového zásobního a retenčního objemu vyrovnanější a zabezpečení plavby kanálem vyšší, než výše uvedené hodnoty. Navržené parametry koryta tak považujeme z pohledu plavby za vyhovující.

**Obr. 2.2** Výsledný příčný profil kanálu (symetricky druhý břeh)

Pozn.: MBH ... mezní bezpečná hladina pro VD Nechranice  
 Hz... horní hranice zásobního prostoru nádrže VD Nechranice

## 2.2.4 Opevnění kanálu

### Úkol:

- navrhnout způsob opevnění břehů
- zhodnotit potřebu opevnění dna

### Řešení:

ad a) navrhnout způsob opevnění břehů

Kanál je, vzhledem k navrženému sklonu svahů (břehů) 1:8, zvláště při vyšších stavech hladiny, poměrně rozměrný. Opevnění břehů tak musí odolávat nejen účinkům vln vyvolaných plavidly, ale i účinkům vln větrových. Bylo navrženo přírodě blízké pružné opevnění kamenným pohozením, identické s opevněním břehů budoucího jezera Libouš. Opevnění bude realizováno kamenným pohozením se strojním urovnáním líce v tloušťce 0,5 m, který bude od terénu odseparován netkanou geotextilií. Kamenné opevnění je navrženo ode dna kanálu (261,50 m n. m.) až do úrovně lavice na kótě 270,00 m n. m.

Nad kótu 270,00 m n. m. vystoupí hladina vody jen velmi zřídka a krátce, opevnění lavice s obslužnou komunikací a terénu nad ní bude proto již jen vegetační (opět shodně s břehy jezera Libouš).

*ad b) zhodnotit potřebu opevnění dna*

Dno kanálu je vodorovné. Z pohledu plavby a údržby plavební cesty je výhodnější dno neopevňovat, snadněji se tak udržuje plavební hloubka a odstraňují případné nánosy (např. erozní splachy ze svahů apod.). Vzhledem k tomu, že rychlost proudění v kanálu je při všech provozních stavech velmi nízká a nehrozí překročení nevymílacích rychlostí (nejvyšší průřezová rychlost při transformaci PV 100 je  $0,32 \text{ m.s}^{-1}$ , viz část C, kap. 2.2), je možné vyhovět potřebám údržby plavební cesty a dno kanálu neopevňovat.

## 2.3 Návrh vtokového objektu – uzávěr a most

V rámci návrhu uzávěru je třeba nejdříve určit, jaké má uzávěr na kanálu plnit funkce a zda je vůbec třeba uzávěr (nebo i více uzávěrů) budovat. K tomu je nutné provést rozbor všech reálných provozních stavů a to nejen v budoucím provozu kanálu po napuštění jezera Libouš, ale i v průběhu jeho plnění. Při technickém návrhu uzávěru může být výhodné jeho konstrukci sdružit s přemostěním komunikace II/568, která v současné době vede po Čachovické hrázi uzavírající „policejní“ zátoku, do které má propojovací kanál na straně VD Nechranice ústít.

Z důvodu očekávaných zvýšených deformací terénu v prostoru bývalého dolu Nástup Tušimi- ce se doporučuje, pokud to bude provozně vyhovující, preferovat umístění uzávěru na nechrani- cké straně kanálu.

### 2.3.1 Rozbor provozních stavů

**Úkol:**

- a) provést výčet všech reálných provozních stavů a stanovit podmínky pro zajištění požadovaných funkcí a bezpečnosti*
- b) navrhnout umístění a hlavní parametry uzávěrů pro splnění stanovených podmínek*

**Řešení:**

- ad a) provést výčet všech reálných provozních stavů a stanovit podmínky pro zajištění požadovaných funkcí a bezpečnosti*

Výčet reálných provozních stavů musí pokrývat nejen provoz nádrže po napuštění jezera Libouš a propojení vodních ploch, ale i etapu napouštění jezera, neboť kanál bude k plnění jezera Libouš sloužit.

Z desítek reálných provozních stavů byly pro hodnocení vybrány ty, které jsou pro návrh a posouzení objektů na kanálu rozhodující:

1) Plnění jezera

Plnění jezera musí být plně regulovatelné – nesmí dojít k nekontrolovanému průtoku kanálem, a to ani v případě povodňových stavů. Při plnění musí být zajištěna erozní stabilita kanálu a svahů plněného jezera. V případě neočekávaných komplikací (ohrožení stability svahů

kanálu nebo břehů jezera, porušení filtrační stability kanálu apod.) musí být umožněno uzavření přítoku do kanálu při jakémkoli stavu hladiny vody v nádrži VD Nechranice.

#### 2) Běžný provoz a nadlepšování z budoucího jezera Libouš do Nechranice

Při běžném provozu, kdy spolu obě nádrže volně komunikují, by v kanálu neměly být žádné překážky omezující průtok, a měly by být zajištěny podmínky pro plavbu.

#### 3) Povodňový stav na Ohři

Pro plné využití retenčního objemu jezera Libouš pro transformaci povodňových vln na Ohři musí být zajištěna dostatečná kapacita propojovacího kanálu. Případný uzávěr na kanálu nesmí být omezujícím prvkem pro převedení požadovaného objemu povodně do jezera Libouš.

#### 4) Potřeba snížení hladiny vody v nádrži VD Nechranice

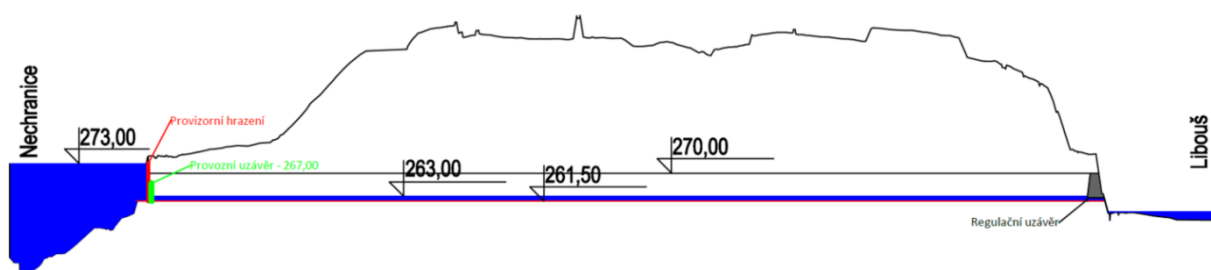
V případě potřeby snížení hladiny vody v nádrži VD Nechranice, a to ať plánovaně při potřebě revizí nebo oprav objektů přehrady, nebo operativně v případě ohrožení bezpečnosti VD, je z hlediska hospodaření s vodou (zásobní funkce, energetické využití) výhodné mít umožněno zadržet vodu v jezeře Libouš a vypouštět pouze nechranickou nádrž. V případě řešení kritické situace na díle urychleným vypouštěním vody z nádrže dochází při zadržení vody v jezeře Libouš při stejném odtoku k rychlejšímu poklesu hladiny.

*ad b) navrhnout umístění a hlavní parametry uzávěrů pro splnění stanovených podmínek*

##### 1) Plnění jezera

Plnění jezera musí být plně regulovatelné – nesmí dojít k nekontrolovanému průtoku kanálem, a to ani v případě povodňových stavů. Na straně VD Nechranice proto musí být objekt, který zajistí úplné uzavření kanálu až do maximální hladiny vody v nádrži a umožní regulaci průtoku do kanálu. Přerušení napouštění v případě neočekávaných komplikací musí také zajistit uzávěr na nechranické straně kanálu. Pro zajištění erozní stability kanálu a svahů plněného jezera je třeba, aby byla voda proudící kanálem před vyústěním do napouštěného jezera koncentrována do opevněného koryta nebo potrubí a svedena až na dno jezera. K tomuto účelu se jeví jako optimální ukončit kanál zemní hrázkou a dále vést vody potrubím uloženým na svah budoucího jezera a opatřeným návodním uzávěrem a zavzdušněním.

**Obr. 2.3** Provozní schéma napouštění jezera – povodňový stav



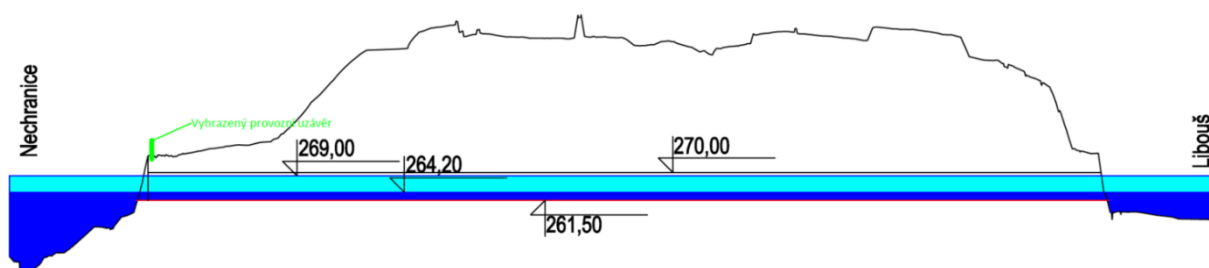


Napouštěcí potrubí může být v průběhu plnění jezera odspoda postupně rozebíráno. Po napuštění jezera na kótu dna kanálu (261,50 m n. m.) bude zemní hrázka na straně Libouše odstraněna a dokončeno opevnění svahů kanálu.

## 2) Běžný provoz a nadlepšování z jezera Libouš do Nechranic

Při běžném provozu by v kanálu neměly být žádné překážky omezující průtok, a měly by být zajištěny podmínky pro plavbu. Na straně VD Nechranice je provozní uzávěr, který je v běžném provozu vyhrazený. Jeho práh je v úrovni dna kanálu (261,50 m n. m.). Pokud bude uzávěrem stavidlo, je třeba, aby byla při úplném vyhrazení zajištěna dostatečná podjezdná výška i při plném zásobním prostoru (hladina na kótě 269,00 m n. m., potřeba vyhrazení nad 274,25 m n. m.).

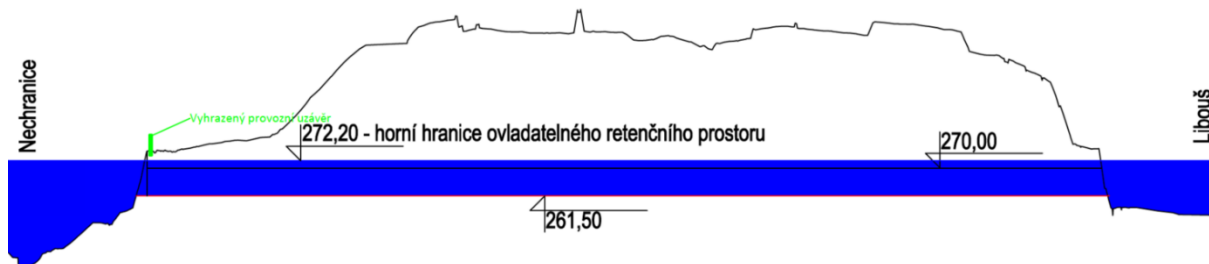
**Obr. 2.4** Provozní schéma běžného provozu se zajištěním plavebních podmínek v rozmezí hladin 264,20 – 269,00 m n. m.



## 3) Povodňový stav na Ohři

Pro plné využití retenčního objemu jezera Libouš pro transformaci povodňových vln na Ohři musí být zajištěna dostatečná kapacita propojovacího kanálu. Pole s pohyblivým uzávěrem tak musí být doplněno pevnými přelivy, které při povodních posílí kapacitu uzávěrového objektu. Hydraulickými výpočty v části C bylo prokázáno, že dvě přelivná pole šířky 2×16,5 m s přelivnou hranou na kótě 267,00 m n. m., spolu s vyhrazeným provozním uzávěrem šířky 10 m požadovanou kapacitu zajistí.

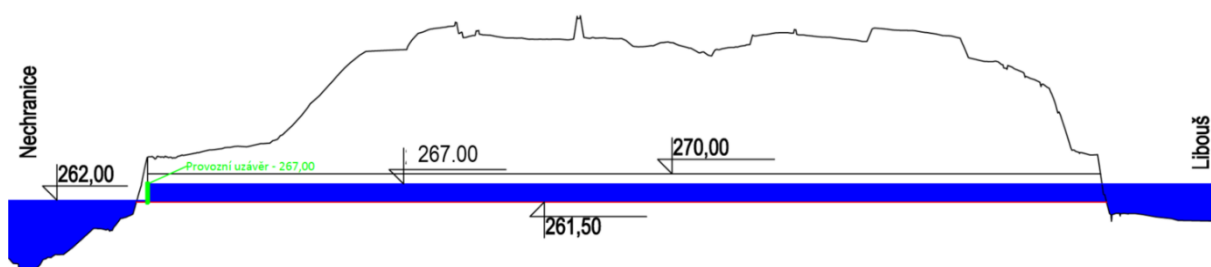
**Obr. 2.5** Zaplněný ovladatelný retenční prostor při povodni



#### 4) Potřeba snížení hladiny vody v nádrži VD Nechanice

V případě potřeby snížení hladiny vody v nádrži VD Nechanice je třeba přerušit plavbu a uzavřít provozní uzávěr (s ohledem na mimořádnost takové situace není výstavba plavební komory pro zajištění plavebních podmínek i při rozdílných hladinách v nádrži VD Nechanice a v budoucím jezeře Libouš ekonomicky zdůvodnitelná). Při uzavření uzávěru musí být hladina v nádrži pod kótou přelivné hrany pevných přelivů (267,00 m n. m. – průměrná hladina v nechanické nádrži v období let 1982 – 2020). Otevření provozního uzávěru se předpokládá až po vyrovnání hladin v obou částech nádrže, tj. po nastoupení hladiny vody v nechanické nádrži na aktuální úroveň hladiny v jezeře Libouš (v případě potřeby nadlejšování je možné přepouštět uzávěrovým objektem malé průtoky i při nevyrovnaných hladinách).

**Obr. 2.6** Snížená hladina vody v Nechanicích



#### 2.3.2 Návrh objektu uzávěru

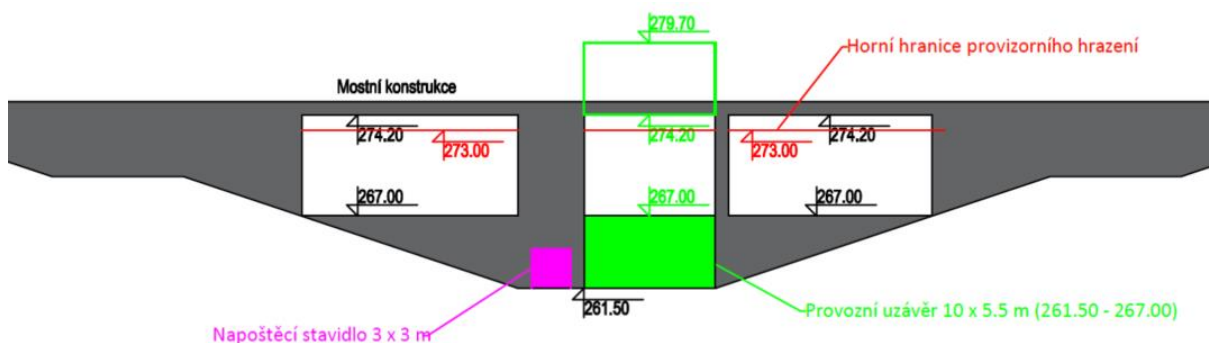
Jak již bylo nastíněno v předcházející kapitole, všem provozním požadavkům vyhoví uzávěr situovaný na nechanické straně kanálu, který bude v etapě napouštění jezera doplněn zemní hrázkou na straně Libouše pro svedení průtoku do napouštěcího potrubí.

Uzávěr se musí skládat z hrazeného napouštěcího okna, které bude provozuschopné i pod plným zatížením a při instalovaném provizorním hrazení, provozního uzávěru a pevného přelivu (navržena 2 pole šířky 16,5 m). Pole provozního uzávěru a pevného přelivu musí být při napouštění jezera uzavřeny provizorním hrazením uzavírajícím otvory až do výšky 273,00 m n. m. (maximální hladina vody v nádrži VD Nechanice je 273,05 m n. m.). Součástí objektu by mělo být také přemostění kanálu komunikací II/568, která v současné době vede po Čachovické hrázi uzavírající „policejní“ zátoku nechanické nádrže.

Návrh objektu sdružujícího uzávěry kanálu a most předpokládá, že stávající vlečka Březno – Tušimice bude zrušena. Pokud tomu tak nebude (podle sdělení zástupců Severočeských dolů a.s. může být vlečka i po ukončení provozu elektrárny Tušimice využívána v souvislosti s projekty na těžbu Lithia, příp. výstavbu solární elektrárny na výsypce Stodola), doporučujeme oddělit obě přemostění od uzávěrového objektu podle alternativního prostorového řešení uvedeného v kap. 2.3.3.

**Tab. 2.5** Funkční požadavky na manipulovatelné hradicí konstrukce

uzávěr	napouštěcí stavidlo	provozní uzavěr	provizorní hrazení
rozmezí hrazených kót	261,5 – 273,0	261,5 – 267,0	261,5 – 273,0
manipulace do průtoku	ANO	ANO (omezeně)	NE
směr zatížení	oba	L → N	N → L

**Obr. 2.7** Schéma hradicích uzavěrů a přelivných bloků sdruženého objektu

*Konstrukční řešení provozního uzavěru (na obr. 2.7 zelená barva):*

stavidlo nebo vzpěrná vrata (uzávěry sklápěné nebo zásuvné do dna byly z provozních důvodů vyloučeny)

stavidlo – výhody: zatížení z obou stran, uzavírání do průtoku, nevýhody: nutno vyhradit až nad mostní konstrukci pro dodržení podjezdové výšky

vzpěrná vrata – výhody: není třeba řešit podjezdnou výšku, nevýhody: přípustné zatížení jen z jedné strany (od Libouše), nemožnost uzavírání do průtoku

*Konstrukční řešení napouštěcího stavidla (na obr. 2.7 purpurová barva):*

zdvižné stavidlo oboustranně zatížitelné

*Konstrukční řešení pevných přelivů (na obr. 2.7 obě krajní pole):*

betonový blok – Jamborův práh uzpůsobený pro přepad vody oběma směry

*Konstrukční řešení provizorního hrazení (na obr. 2.7 červeně vyznačena výška hrazení):*

konstrukce obdobná provizornímu hrazení krajních polí BP na Nechranicích – svislé nosné tránce profilu I s vsazenými hradidly

**Konstrukční řešení spodní stavby objektu:**

masivní dilatovaná železobetonová deska s ozuby pro eliminaci posunutí s těsnicí clonou do podloží. Stabilita objektu musí být prokázána pro všechny reálné zatěžovací stavy. Je třeba počítat s oboustranným zatížením vodou a tomuto nestandardnímu schématu přizpůsobit prvky omezující vztlak na základovou spáru

**Konstrukční řešení mostu:**

Most na pozemní komunikaci přes stavidlový objekt o třech polích, jednopatrový, s horní mostovkou. Masivní deskový most z předpjatého betonu, bez přesypávky, s vozovkovým souvrstvím, nepohyblivý, trvalý, půdorysně v přímé a v konstantním podélném sklonu, kolmý, otevřeně uspořádaný s neomezenou volnou výškou.

Délka přemostění: 49,00 m

Délka mostu: 53,20 m

Délka nosné konstrukce: 1,20 m

Rozpětí: 17,5+15,0+17,5 m

Šikmost mostu: kolmý

Volná šířka mostu mezi zábradlími: 12,00 m

Volná šířka mostu mezi obrubami: 9,50 m (kategorie komunikace S9,5)

Šířka průchozího prostoru:  $2 \times 0,75$  m

Šířka mostu: 12,70 m

Stavební výška: 0,935 m v ose mostu

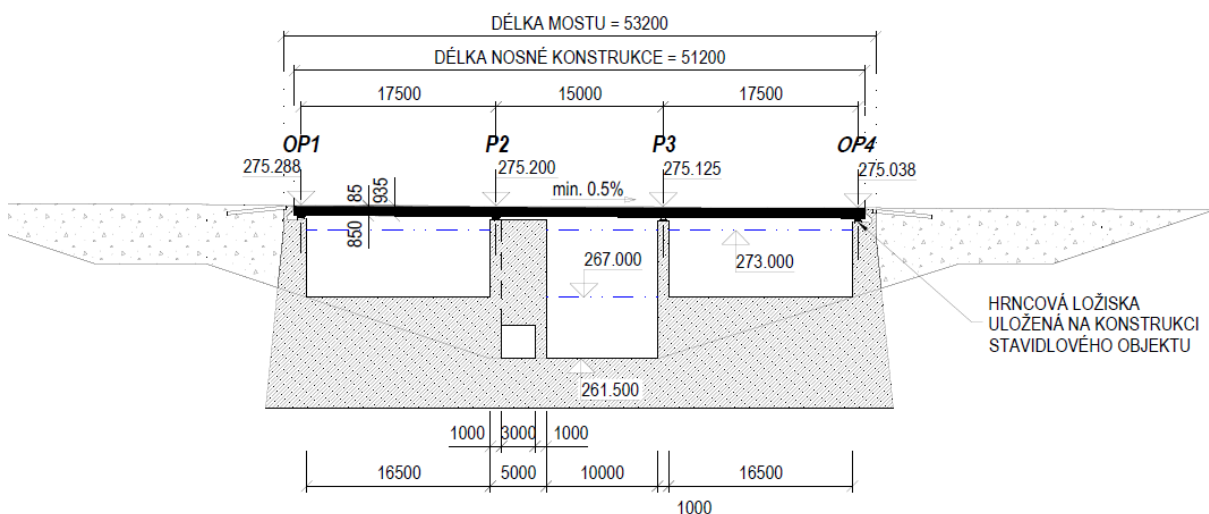
Volná výška: 13,70 m (nad dnem kanálu)

Plocha nosné konstrukce:  $51,20 \times 12,20 = 624,64 \text{ m}^2$

Zatížení mostu: normové

Mostní konstrukce musí být navržena tak, aby byla schopna přenášet vodorovné zatížení od svislých nosníků provizorního hrazení.

**Obr. 2.8** Podélný řez mostní konstrukcí



### 2.3.3 Alternativní prostorové uspořádání uzávěrového objektu a mostních konstrukcí

V případě nutnosti zachování stávající vlečky Březno – Tušimice (podle sdělení zástupců Severočeských dolů a.s. může být vlečka i po ukončení provozu elektrárny Tušimice využívána v souvislosti s projekty na těžbu Lithia, příp. výstavbu solární elektrárny na výsypce Stodola), není prostorové uspořádání uvedené v kapitole 2.3.2 vhodné. V takovém případě doporučujeme řešit objekt uzávěru a obě mostní konstrukce (silniční a železniční) samostatně.

Objekt uzávěru by se v takovém případě skládal z uzávěrové části se vzpěrnými vraty s obtoky a pevného přelivu. Objekt by nebyl přemostěn, mostní konstrukce sinice a vlečky by byly budovány samostatně. Výstavba objektů a napouštění jezera Libouš by probíhaly pod ochranou Čachovické hráze, ve které by musel být pro napouštění vybudován napouštěcí objekt (potrubí s uzávěrem). Teprve po napouštění jezera by byla Čachovická hráz odstraněna a dokončeno vyústění kanálu do Nechranic.

## 3 PROPOJENÍ ŠTOLOU

Druhým ze tří prošetřovaných způsobů propojení VD Nechranice s jezerem Libouš je štolový přivaděč. Štola výhodně překoná přes dva kilometry široký terénní val výsypkových materiálů, který stojí otevřenému kanálu v cestě. Při její výstavbě by byl vytěžen jen zlomek zemního materiálu v porovnání s výkopem propojovacího koryta. Oproti otevřenému kanálu ale nedokáže splnit všechny požadované vodohospodářské funkce a při její výstavbě a provozu lze očekávat komplikace související se složitou geologickou stavbou podloží. Velkým otazníkem je způsob provádění její provozní kontroly a údržby.

### 3.1 Návrh trasy a dimenzí štoly

Nejvhodnější trasa štoly je trasa přímá, spojující nejbližší části nádrže VD Nechranice a zbytkové jámy Libouš. S ohledem na geologickou stavbu v této oblasti (viz část A, kap. 3.4) není bez podrobnějšího geologického průzkumu možné trasu detailněji korigovat. Zásadní pro návrh umístění štoly je skutečnost, že je vedena v rostlém terénu, nikoli v nadložních výsypkových materiálech.

Při návrhu dimenzí štoly, jejího výškového umístění a případně podélného sklonu byla zohledněna zejména tato kritéria:

4. splnění požadovaných vodohospodářských funkcí
5. technické možnosti ražby a výběr nejvhodnější technologie

#### 3.1.1 Splnění požadovaných vodohospodářských funkcí

**Úkol:**

- a) shrnout závěry vodohospodářského řešení propojení nádrží štolou
- b) aplikovat závěry vodohospodářského řešení propojení nádrží štolou na návrh dimenzí a výškového umístění štoly

**Řešení:***ad a) shrnout závěry vodohospodářského řešení propojení nádrží štolou*

Vodohospodářské řešení propojení nádrží štolou je podrobně zpracováno v části C, kap. 2.3. Byla posuzována jak zásobní funkce pro nadlepšování minimálních průtoků tak i ochranná (retenční) funkce při povodních. Ze závěrů modelování různých variant umístění a průřezových ploch štol vyplývá, že:

- Štola o průměru  $D=3,0$  m je plně dostačující pro zajištění komunikace nádrže VD Nechranice s jezerem Libouš při plnění zásobní funkce soustavy. Zvolený profil nijak nelimituje výměnu vody v zásobním prostoru a umožňuje alokovat zásobní prostor jezera Libouš pro nadlepšování průtoků v Ohři. Při propojení štolou o průměru alespoň  $D=3,0$  m je komunikace hladiny v nádrži Nechranice a v jezeře Libouš prakticky paralelní a ve sledovaném suchém období by toto propojení téměř zcela zamezilo podkročení minimální dispečerské hladiny 263,00 m n. m. oproti současnému stavu, kdy by k tomuto podkročení došlo.
- Štola s průměrem  $D=3,0$  m nemá na retenční potenciál nádrže VD Nechranice téměř žádný příznivý vliv. Je to dáno skutečností, že komunikace jezera Libouš s nádrží VD Nechranice není při povodňových průtocích dostatečná z důvodu omezené kapacity. Určité zlepšení by přinesla teprve realizace dvou štol průměru  $D=5,0$  m. Ani toto propojení však není vyhovující.
- Štolu je třeba výškově umístit tak, aby byla zajištěna její plnohodnotná funkce od úrovně hladiny 263,00 m n. m. V tlakovém režimu nemá podélný sklon štol na její funkci vliv.

*ad b) aplikovat závěry vodohospodářského řešení propojení nádrží štolou na návrh dimenzí a výškového umístění štol*

Na základě výše uvedených závěrů je zřejmé, že posílení retenční funkce propojením nádrží štolou je omezené i při větších dimenzích světlého průměru tunelu, pro splnění zásobní funkce je dostatečný průměr štol 3 m. Volbu, zda budovat štolu o průměru 3 m nebo větší je tak možno podřídit technologii výstavby.

S ohledem na potřebu případného vypuštění štol pro revize či opravy je žádoucí umístit dno štol co nejvýše. Podélný sklon směrem do budoucího jezera Libouš není možný (štola by se nedala vypustit), podélný sklon směrem do Nechranic by pro její vypuštění znamenal potřebu ještě většího zaklesnutí hladiny v nechranické nádrži, než při vodorovné niveletě. Štola bez podélného sklonu je v tomto případě nejlepším řešením. Výšková úroveň dna by měla zajistit dostatečný průtok pro hladiny v nádrži od 263,00 m n. m.

Pro další rozpracování problematiky propojení nádrží štolou byla navržena štola světlého průměru 5 m s nulovým podélným sklonem a dnem na kótě 259,00 m n.m. Situační umístění štol je v příloze č. B.3.1, geologický řez se zakreslením její trasy je v příloze č. B.3.2.

### 3.1.2 Technické možnosti ražby a výběr nejvhodnější technologie

#### Úkol:

- posoudit technické možnosti ražby štoly
- navrhnout nejvhodnější technologii ražby

#### Řešení:

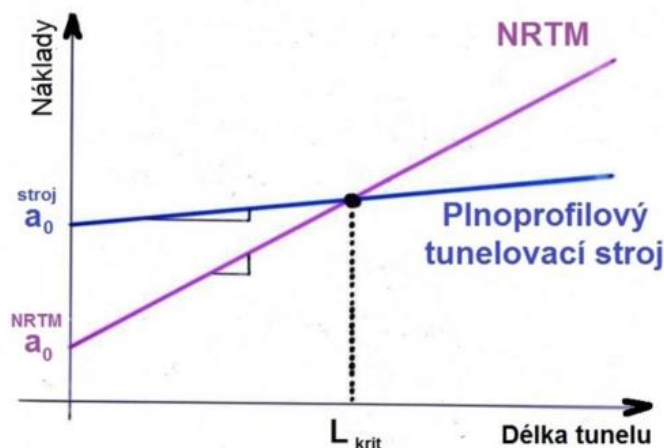
*ad a) posoudit možnosti nasazení stávající důlní těžební techniky, postupů a technologií*

Zhodnocení realizovatelnosti záměru vybudovat štolu o průměru okolo 5 m v daných geologických podmínkách provedl Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc., autorizovaný inženýr pro obor geotechnika a soudní znalec se specializací zakládání staveb a podzemní stavby. Jeho práce je v plném znění přílohou č. B.3). Závěrem posudku je konstatování, že za současných znalostí o geologických poměrech v zájmové lokalitě je možno konstatovat, že ražba hydrotechnického tunelu o průměru šesti metrů zeminovým štítem je proveditelná a dosažení rychlosti ražby 10 m/den je dle stávajících zkušeností zcela reálné.

*ad b) navrhnout nejvhodnější technologii ražby*

Z výše uvedeného posudku Prof. Bartáka vyplývá, že v daných geologických podmínkách je pro vybudování propojovací štoly nejvhodnější technologií ražba zeminovým štítem. Ekonomická výhodnost nasazení této technologie je zřejmá z následující grafické interpretace.

**Obr. 3.1** Grafické znázornění závislosti celkových nákladů na délce tunelu pro novou rakouskou tunelovací metodu (NRTM) a plnoprofilový tunelovací stroj



Kritická délka ( $L_{krit}$ ) se v naší ekonomice pohybuje okolo 2 km. Pro podmínky propojení jezer štolou délky 2,7 km je tedy nasazení plnoprofilového tunelovacího stroje možno považovat za ekonomicky výhodné.

## 3.2 Návrh funkčních objektů štol

V rámci návrhu funkčních objektů štol je třeba nejdříve určit, jaké mají objekty plnit funkce. K tomu je nutné, stejně jako u varianty otevřeného kanálu, provést rozbor všech reálných provozních stavů a to nejen v budoucím provozu kanálu po napuštění jezera Libouš, ale i v průběhu jeho plnění.

### 3.2.1 Rozbor provozních stavů

#### Úkol:

- a) *provést výčet všech reálných provozních stavů a stanovit podmínky pro zajištění požadovaných funkcí a bezpečnosti*
- b) *navrhnout umístění a hlavní parametry uzávěrů pro splnění stanovených podmínek*

#### Řešení:

*ad a) provést výčet všech reálných provozních stavů a stanovit podmínky pro zajištění požadovaných funkcí a bezpečnosti*

Výčet reálných provozních stavů musí pokrývat nejen provoz nádrže po napuštění jezera Libouš propojením vodních ploch, ale i etapu napouštění jezera, neboť štola bude k plnění jezera Libouš sloužit.

Z desítek reálných provozních stavů byly pro hodnocení vybrány ty, které jsou pro návrh a posouzení objektů štol rozhodující:

#### 1) Plnění jezera Libouš

Plnění jezera musí být plně regulovatelné – nesmí dojít k nekontrolovanému průtoku štolou, a to ani v případě povodňových stavů. Při plnění musí být zajištěna erozní stabilita nátoků do štol a svahů plněného jezera. V případě neočekávaných komplikací (ohrožení stability břehů jezera, deformace štol apod.) musí být umožněno uzavření přítoku do štol při jakémkoli stavu hladiny vody v nádrži VD Nechranice.

#### 2) Běžný provoz a nadlepšování z jezera Libouš do Nechranic

Při běžném provozu mohou spolu obě nádrže volně komunikovat. Je ale žádoucí, aby bylo umožněno v zásobním prostoru jezera Libouš vodu pomocí uzávěrů zadržovat, např. při požadavku minimalizovat pohyb hladiny vody v jezeře.

#### 3) Povodňový stav na Ohři

Pro alespoň částečné využití retenčního objemu jezera Libouš při transformacích povodňových vln na Ohři musí být zajištěna plná průtočná kapacita štol. Objekty (uzávěry) nesmí omezovat průtok štolou.

#### 4) Potřeba snížení hladiny vody v nádrži VD Nechranice

V případě potřeby snížení hladiny vody v nádrži VD Nechranice, a to ať plánovaně při revizích nebo opravách objektů přehrady, nebo operativně v případě ohrožení bezpečnosti VD, je



výhodné z hlediska hospodaření s vodou (zásobní funkce, energetické využití) mít možnost zadržet vodu v jezeře Libouš a vypouštět pouze nechranickou nádrž.

#### 5) Revize či opravy štol

Pro potřeby revizí či oprav samotné štol je výhodné vypustit štolu společně s nechranickou nádrží a v jezeře Libouš vodu zadržet, nebo štolu uzavřít z obou stran a vodu vyčerpat.

#### *ad b) navrhnout umístění a hlavní parametry uzávěrů pro splnění stanovených podmínek*

Z hlediska tlakového zatížení štol a komunikace vody s okolním prostředím (netěsnosti a případně i poruchy) je při rozdílu hladin v nádržích žádoucí, aby tlakový horizont ve štolě odpovídal pokud možno nižší hladině z obou vodních ploch. Z tohoto důvodu je třeba, aby byla štola opatřena uzávěry na obou koncích. Požadavek uzávěrů na obou koncích vyplývá i z řešení vybraných provozních stavů, viz dále.

#### 1) Plnění jezera Libouš

Plnění jezera musí být plně regulovatelné – nesmí dojít k nekontrolovanému průtoku štolou, a to ani v případě povodňových stavů. Na straně VD Nechranice proto musí být objekt, který zajistí plnou regulaci průtoku až do úrovně maximální hladiny vody v nechranické nádrži. Pro zajištění erozní stability svahů plněného jezera je třeba, aby byla voda na konci štol koncentrována do opevněného koryta nebo potrubí a svedena až na dno jezera. K tomuto účelu se jeví jako optimální vést vody od uzávěrového objektu na straně budoucího jezera Libouš potrubím uloženým na svah jezera.

Napouštěcí potrubí může být, stejně jako u varianty otevřeného kanálu, v průběhu plnění jezera odspoda postupně rozebíráno. Po napuštění jezera na kótu dna štol (259,00 m n. m.) bude potrubí zcela odstraněno a voda bude od uzávěrového objektu do jezera proudit otevřeným opevněným korytem.

#### 2) Běžný provoz a nadlepšování z jezera Libouš do Nechranic

Při běžném provozu mohou spolu obě nádrže volně komunikovat, nebo se mohou pomocí uzávěrů udržovat rozdílné hladiny, např. při požadavku minimalizovat pohyb hladiny v jezeře Libouš. Při nadlepšování se přepouští voda ze zásobního prostoru jezera Libouš do nechranické nádrže.

#### 3) Povodňový stav na Ohři

Pro alespoň částečné využití retenčního objemu jezera Libouš pro transformaci povodňových vln na Ohři musí být zajištěna plná kapacita štol. Uzávěry na obou koncích štol proto musí být konstruovány tak, aby neomezovaly průtok štolou.

#### 4) Potřeba snížení hladiny vody v nádrži VD Nechranice

V případě potřeby snížení hladiny vody v nádrži VD Nechranice je v souladu s důvody uvedenými v úvodu části *ad b)* třeba použít uzávěr na straně jezera Libouš. Otevření uzávěru se předpokládá po vyrovnání hladin v obou vodních plochách, tj. po nastoupení hladiny vody v nechranické nádrži na aktuální úroveň hladiny v jezeře Libouš. Na rozdíl od propojení otevřeným kanálem je v případě potřeby možné přepouštět vodu v obou směrech v podstatě bez omezení i při nevyrovnaných hladinách.

### 5) Revize či opravy štol

Pro potřeby revizí či oprav samotné štol je výhodné vypustit štolu společně s nechranicou nádrží a v jezeře Libouš vodu zadržet, nebo štolu uzavřít z obou stran a vodu vyčerpát. Především v případě čerpání je třeba na obou stranách osadit i provizorní hrazení pro zajištění bezpečnosti osob pracujících ve štolě.

### 3.2.2 Návrh uzávěrů a vtokových objektů

Jak již bylo nastíněno v předcházející kapitole, pro splnění všech provozních požadavků je třeba štolu opatřit uzávěry na obou stranách.

Oba uzávěry budou situovány v tlakově otevřené železobetonové uzávěrové šachtě zajišťující dokonalé zavzdušnění štol a vyrovnávání případných tlakových rázových vln. Budou opatřeny oboustranně zatížitelnými stavidly průřezové plochy odpovídající průřezové ploše štol a provizorním hrazením. Uzávěry musí být dimenzovány na nejvyšší možný hydrostatický tlak odpovídající rozdílu úrovně dna štol a mezní bezpečné hladině ve VD Nechranice ( $H = 274,12 - 259,00 = 15,12$  m).

**Tab. 3.1** Funkční požadavky na hradící konstrukce štol

uzávěr	stavidlo Nechranice	provizorní hrazení Nechranice	stavidlo Libouš	provizorní hrazení Libouš
rozmezí hrazených kót	259,00 – 274,12 m n. m.			
manipulace do průtoku	ANO	NE	ANO	NE
směr zatížení	oba	N → L	oba	L → N

Na straně VD Nechranice bude vtoková část k uzávěrové šachtě řešena tunelovým přivaděčem. Stávající komunikace II/568 vedoucí po Čachovické hrázi a ani souběžná vlaková vlečka, pokud bude zachována, tak nebudou stavbou dotčeny. Ze strany jezera Libouš bude k uzávěrové šachtě štol vybudován přírodní otevřený kanál se dnem v úrovni dna štol (259,00 m n. m.).

Umístění navrhovaných uzávěrových šachet na obou koncích štol je patrné z půdorysu v příloze B.3.1 a podélného řezu v příloze B.3.2.

### 3.2.3 Postup výstavby štolového přivaděče a souvisejících objektů

Aby byl stavbou štol co nejméně ovlivněn provoz VD Nechranice a minimalizovány dopravní vzdálenosti vytěžené zeminy, byl navržen následující postup výstavby:

- 1) přípravné práce pro realizaci ražby na straně budoucího jezera Libouš
- 2) ražba štol ze strany budoucího jezera Libouš, transport výrubu do prostoru dna nádrže Libouš

- 3) ražba štoly a výstavba uzávěrové komory na straně VD Nechranice
- 4) snížení hladiny vody v nechranické nádrži a napojení tunelového přivaděče do VD Nechranice
- 5) zahrazení uzávěrů v dokončené nechranické komoře, napouštění nádrže VD Nechranice, dokončení objektů na straně budoucího jezera Libouš a instalace dočasného napouštěcího potrubí na svah jezera
- 6) napouštění jezera Libouš regulované uzávěrem na straně VD Nechranice; po dosažení hladiny v jezeře Libouš kóty 259,00 m n. m. odstranění posledního úseku napouštěcího potrubí

## 4 PROPOJENÍ KOMBINACÍ OTEVŘENÉHO KORYTA A ŠTOLY

Zadáním studie bylo prošetřit a posoudit také varianty propojení nádrže VD Nechranice s jezerem Libouš kombinující otevřený kanál a štolový přivaděč. Tato kombinace nabízí dva základní typy uspořádání:

- 1) paralelní uspořádání (vedle sebe, dvě samostatné trasy propojky)
- 2) sériové uspořádání (za sebou, jedna trasa propojky)

### 4.1 Paralelní uspořádání

Varianta propojení VD Nechranice s jezerem Libouš pomocí paralelního vedení otevřeného kanálu a štoly má opodstatnění pouze při zajištění stejných funkcí jako má varianta samostatného otevřeného kanálu. Jak vyplývá ze závěrů vodohospodářského řešení propojení VD Nechranice a jezera Libouš, plní propojení vodních ploch dvě základní funkce, a to funkci zásobní a retenční. Pokud má mít kombinace otevřeného koryta a štoly v paralelním uspořádání ekonomický přínos oproti samostatnému kanálu podle návrhu v kapitole 2, který dokáže plně pokrýt obě požadované vodohospodářské funkce, musí kombinace kanálu a otevřeného koryta rovněž splnit obě funkce a náklady na výstavbu a provoz musí být nižší.

Rozhodující ekonomická úvaha vychází z následujících předpokladů:

- Otevřený kanál dokáže plnit zásobní funkci, pokud bude schopen převádět mezi vodními plochami průtok v hodnotě okolo  $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  od kóty hladin 263,00 m n. m.
- Otevřený kanál dokáže plnit retenční funkci, pokud dokáže převést z nechranické nádrže do jezera Libouš část povodňových průtoků tak, aby byl časový odstup kulminace hladiny v nechranické nádrži a v jezeře Libouš co nejmenší. Z variantních hydraulických výpočtů vyplývá, že tuto funkci je schopno splnit koryto s kótou dna na kótě 267,00 m n. m. (při obdobném příčném řezu jako v návrhu v kap. 2).
- Štolový přivaděč dokáže plnit zásobní funkci, pokud bude schopen převádět mezi vodními plochami průtok v hodnotě okolo  $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  od kóty hladin 263,00 m n. m.

- Štolový přivaděč nedokáže plnit v požadovaném rozsahu retenční funkci.

Z výše uvedených předpokladů bylo pro ekonomické zhodnocení paralelního vedení otevřeného kanálu a štolového přivaděče stanoveno následující uspořádání:

- 1) Otevřený kanál – dno kanálu je uvažováno na kótě 267,00 m n. m., trasa a ostatní parametry (šířka dna, sklony svahů, lavičky, opevnění, atd.) jsou shodné s návrhem otevřeného kanálu popsáné v kapitole 2.
- 2) Štolový přivaděč – dno štolý je uvažováno na kótě 263,00 m n. m. při průměru 3 m. Trasa štolý a manipulační objekty budou podobné jako u návrhu samostatné štolý popsáné v kapitole 3.

Otevřený kanál vedený souběžně se štolou, plnící pouze retenční funkci, může mít dno přibližně o 5 m výš než kanál, který plní i funkci zásobní. Jeho vybudování tak bude levnější. Zda by byla v daných geologických poměrech tato úspora vyšší, než vybudování souběžné štolý pro zajištění zásobní funkce, je vyčísleno v tabulce 4.1.

**Tab. 4.1** Porovnání nákladů samostatného otevřeného kanálu a kombinace otevřeného kanálu a štolý

položka	samostatný otevřený kanál	kombinace kanálu a štolý	
		kanál	štolá
náklady na zemní práce	11 341 mil. Kč	9 922 mil. Kč	2 160 mil. Kč
náklady na objekty	450 mil. Kč	340 mil. Kč	350 mil. Kč
celkem	11 791 mil. Kč	10 262 mil. Kč	2 510 mil. Kč
		12 772 mil. Kč	

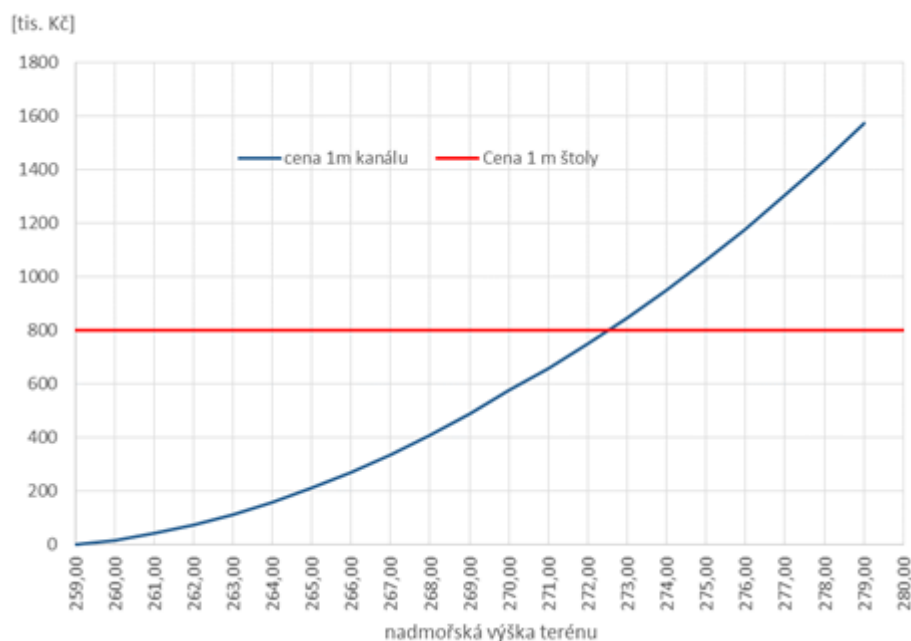
Jak vyplývá z výše uvedené tabulky, jsou náklady na vybudování samostatného kanálu plnícího obě vodohospodářské funkce zhruba o 1,0 miliardu Kč nižší, než vybudování kanálu s paralelním štolovým přivaděčem. Proti kombinovanému řešení by byly logicky i výrazně vyšší náklady na provoz a údržbu a otevřený kanál by neumožňoval plavbu mezi vodními plochami.

## 4.2 Sériové uspořádání

Druhou možností kombinace otevřeného koryta a štolý je sériové uspořádání, ve kterém je část (případně části) propojky vedena otevřeným korytem a část štolou. Vzhledem k tomu, že kapacita štolý je závislá především na průtočné ploše a jen velmi málo na délce štolý, je jasné, že vodohospodářské funkce tohoto řešení budou v podstatě totožné s funkcemi samostatné štolý. Kombinace tak bude mít ekonomický přínos oproti samostatné štolé jen v případě, že budou náklady na její vybudování nižší, než u varianty popsáné v kapitole 3.

Rozhodující ekonomická úvaha vychází z určení limitní hloubky kanálu, při které je jeho vybudování v daných geologických podmínkách levnější než ražba štolý, a porovnání odvozené limitní hloubky s hloubkou štolý vybudované podle návrhu v kapitole 3.

**Graf 4.1** Grafické znázornění nákladů na 1 m tunelu a 1 m otevřeného koryta s šířkou ve dně 6 m a sklony svahů 1:8 včetně opevnění (do kóty 270,00 m n. m. kamenný pohoz, nad kótou 270,00 m n. m. vegetační opevnění) v závislosti na nadmořské výšce terénu



Z obrázku je patrné, že při úrovni dna štolý a navazujícího kanálu na kótě 259,00 m n. m. jsou od kóty terénu 271,50 m n. m. náklady na ražbu tunelu nižší, než náklady na vybudování otevřeného koryta s šířkou ve dně 6 m a sklony svahů 1:8 (včetně opevnění).

Kóta 271,50 m n. m. je pod úrovní horní hranice retenčního prostoru VD Nechranice a veškerý stávající terén předělu mezi nechranickou nádrží a budoucím jezerem Libouš se nachází nad touto kótou. V daných geologických podmínkách proto nemá smysl uvažovat o propojení vodních ploch kombinací otevřeného koryta a štolý v sériovém uspořádání, neboť propojení štolou podle návrhu v kapitole 3 je při splnění stejných vodohospodářských funkcí prokazatelně ekonomicky výhodnější.

## 5 POSOUZENÍ STABILITY SVAHŮ

Statické posouzení stability břehů a otevřeného koryta propojení bylo provedeno pro zatěžovací stavy, které mohou reálně vzniknout při vodohospodářském využívání prostoru zbytkové jámy Libouš. Na základě tvaru zbytkové jámy Libouš po dokončení těžby, geologických profilů lokality, návrhu tvaru koryta propojení, návrhu tvaru břehů a dna zbytkové jámy byl vygenerován matematický model, na kterém byly simulovány a následně posouzeny jednotlivé profily při vybraných zatěžovacích stavech. Statický posudek je zpracován na základě parametrů zemín, které byly poskytnuty a.s. Severočeské doly [7]. Geotechnické parametry

byly převzaty v plném rozsahu a nebylo provedeno jejich ověření doplňujícím geotechnickým průzkumem, jehož realizace se předpokládá v dalších stupních projektové dokumentace.

Výpočty proudění podzemní vody metodou konečných prvků a výpočty stability metodami mezní rovnováhy byly provedeny v programu GeoStudio 2012 (moduly SEEP/W a SLOPE/W). Software GeoStudio je produkován kanadskou společností GEO – SLOPE INT. Výsledky řešených zatěžovacích stavů v jednotlivých profilech jsou uvedeny na grafických schématech, časový vývoj stupně bezpečnosti (stability) v závislosti na pohybu hladiny v nádrži v přehledném grafu.

## 5.1 Vstupní předpoklady řešení










### 5.1.1 Geotechnické parametry



Geotechnické parametry byly poskytnuty a.s. Severočeské doly a byly převzaty v plném rozsahu bez doplňujícího geotechnického průzkumu, který nebyl předmětem této studie. Dále upozorňujeme, že poskytnuté geotechnické parametry zemin byly odvozeny při vrtných pracích v zájmovém území. Přehled vrtných profilů a jejich situační umístění je uvedeno v přílohách A.2.1 a A.2.2. Poskytnuté smykové parametry byly podle informací geologa a.s. SD převzaty podle dnes již neplatné ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“. Pro získání validních geotechnických parametrů materiálů bude nutné provést podrobným inženýrskogeologickým průzkumem zájmového území. Následně pak aktualizovat stabilitní výpočty a případně verifikovat výsledný sklon svahů, a to jak v místě propojení otevřeným přivaděčem, tak i u svahů v nádrži Libouš. Tato skutečnost může mít zásadní dopady na kvantifikaci zemních prací a cenu díla. Zpracovatel studie předpokládá, že výsledkem upřesněných stabilitních výpočtů bude výsledný strmější sklon svahů, který se může pohybovat v rozmezí 1:4 až 1:6, což by vedlo k podstatné úspoře finančních nákladů na realizaci stavby.

Skladby vrstev v jednotlivých posuzovaných profilech jsou uvedeny v následujících obrázcích. Skladby vrstev v jednotlivých posuzovaných profilech jsou převzaty z geologických profilů zájmové lokality. Poskytnuté geologické profily zájmovou oblastí nejsou vedeny ve stejných trasách, proto byl vždy zvolen nejbližší geologický řez a jeho jednotlivé geologické vrstvy byly modifikovány podle modelu terénu konečného stavu zbytkové jámy Libouš.

Protože byla modelována jak nasycená, tak nenasycená zóna neustáleného proudění podzemní vody, bylo nutno v modulu SEEP/W zadat hydraulickou vodivost pro plně nasycený stav zeminy, funkci hydraulické vodivosti na tlakové výšce a retenční křivku pro všechny jednotlivé materiály v modelu. Tyto hodnoty a funkce byly převzaty, resp. vygenerovány z podkladů **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, [6] a [7]. Parametry smykové pevnosti zemin stupující do výpočtu, objemové hmotnosti a hydraulická vodivost nasycené zeminy jsou uvedeny v následující tabulce.

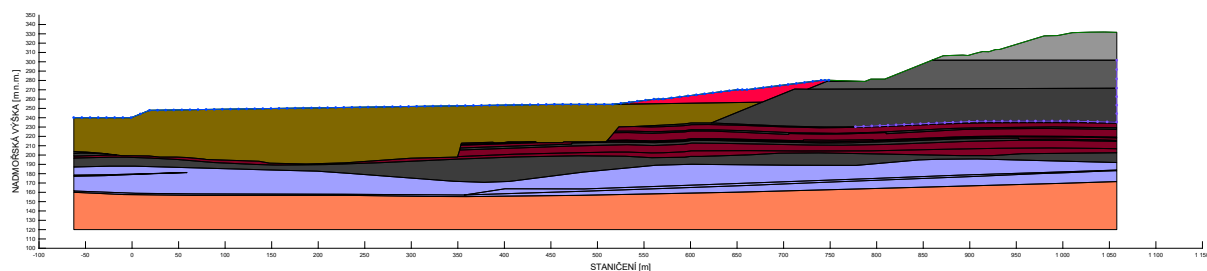
Tab. 5.1 Použité geotechnické parametry zemin

Geologická vrstva	Označení materiálu v příčných profilech	Materiál	Efektivní parametry smykové pevnosti	Hydraulická vodivost nasycené zeminy
NADLOŽÍ 0 – 30 m		JÍLY	$\varphi_{ef} = 12^\circ$	$k_{sat} = 1.10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 20 \text{ kPa}$	
			$\gamma_n = 18,5 \text{ kN.m}^{-3}$	
NADLOŽÍ 30 – 60 m		JÍLY	$\varphi_{ef} = 16^\circ$	$k_{sat} = 3.10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 50 \text{ kPa}$	
			$\gamma_n = 19,0 \text{ kN.m}^{-3}$	
NADLOŽÍ >60 m		JÍLY	$\varphi_{ef} = 18^\circ$	$k_{sat} = 3.10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 20 \text{ kPa}$	
			$\gamma_n = 20,5 \text{ kN.m}^{-3}$	
UHELNÁ SLOJ		UHLÍ	$\varphi_{ef} = 25^\circ$	$k_{sat} = 3.10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 20 \text{ kPa}$	
			$\gamma_n = 13,0 \text{ kN.m}^{-3}$	
KVARTÉR HLÍHY		HLINITÉ ZEMINY	$\varphi_{ef} = 15^\circ$	$k_{sat} = 1.10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 20 \text{ kPa}$	
			$\gamma_n = 19,0 \text{ kN.m}^{-3}$	
KVARTÉR ŠTĚRKY		ŠTĚRKY	$\varphi_{ef} = 20^\circ$	$k_{sat} = 1.10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 10 \text{ kPa}$	
			$\gamma_n = 19 \text{ kN.m}^{-3}$	
MIOCÉN PÍSKY		ULEHLÉ PÍSKY	$\varphi_{ef} = 21^\circ$	$k_{sat} = 1.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 30 \text{ kPa}$	
			$\gamma_n = 22,0 \text{ kN.m}^{-3}$	
MIOCÉN AŽ OLIGOCÉN		TUFY, TUFITY, BREKCIE, ZVĚTRALÉ ČEDIČE	$\varphi_{ef} = 25^\circ$	$k_{sat} = 1.10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 100 \text{ kPa}$	
			$\gamma_n = 22,0 \text{ kN.m}^{-3}$	
PROTEROZ OIKUM		ORTORULA	$\varphi_{ef} = 25^\circ$	$k_{sat} = 1.10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 40 \text{ kPa}$	

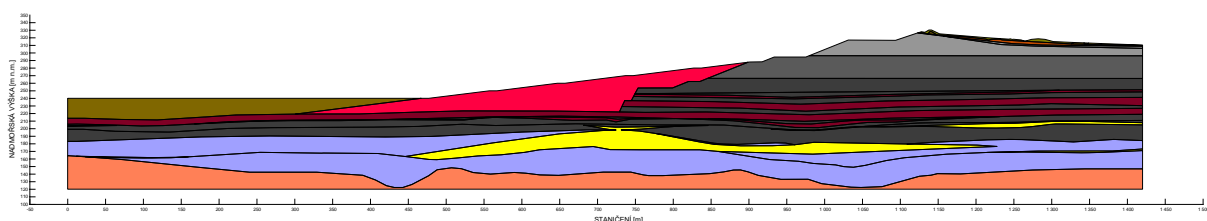
			$\gamma_n = 21,0 \text{ kN.m}^{-3}$	
<b>PŘÍSYP</b>		<b>JÍLY, JÍLOVCE</b>	$\phi_{ef} = 12^\circ$	$k_{sat} = 1.10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 10 \text{ kPa}$	
			$\gamma_n = 17,5 \text{ kN.m}^{-3}$	
<b>VÝSYPKA</b>		<b>JÍLY, JÍLOVCE</b>	$\phi_{ef} = 12^\circ$	$k_{sat} = 1.10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$
			$c_{ef} = 10 \text{ kPa}$	
			$\gamma_n = 17,5 \text{ kN.m}^{-3}$	

Vysvětlivky:

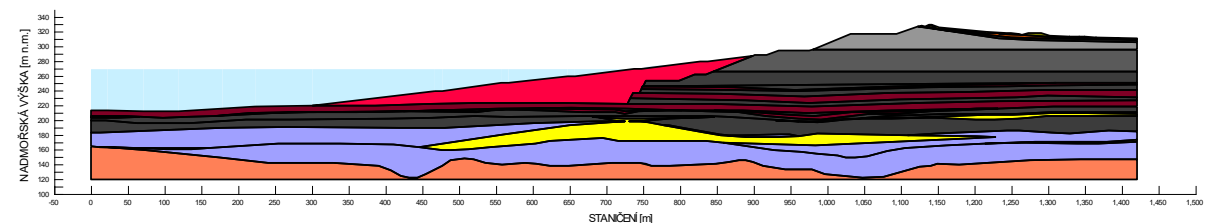
$\phi_{ef}$  je efektivní úhel vnitřního tření zeminy ve stupních,  $c_{ef}$  je efektivní koheze (soudržnost) v kPa,  $\gamma_n$  je objemová tíha zeminy v přirozeném stavu v  $\text{kN/m}^3$  nad hladinou podzemní vody (HPV).



**Obr. 5.1** PF1 – schématické zobrazení materiálových rozhraní - svah jezera Libouš (varianta propojení štola, otevřené koryto)

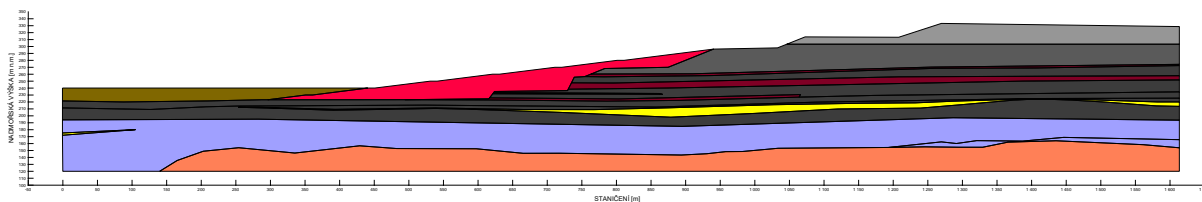


**Obr. 5.2** PF2 – schématické zobrazení materiálových rozhraní - svah jezera Libouš (varianta propojení otevřené koryto)

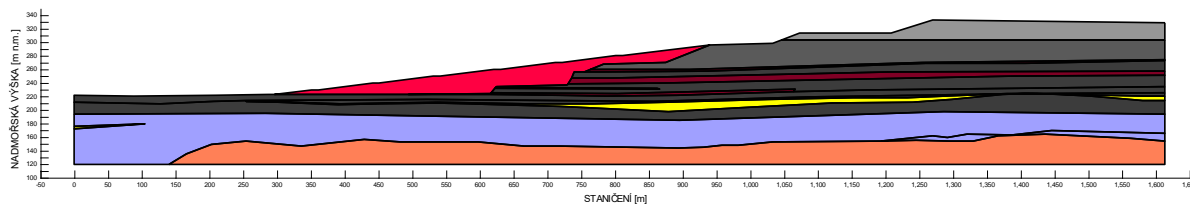


**Obr. 5.3** PF2 – schématické zobrazení materiálových rozhraní - svah jezera Libouš (varianta propojení štola)

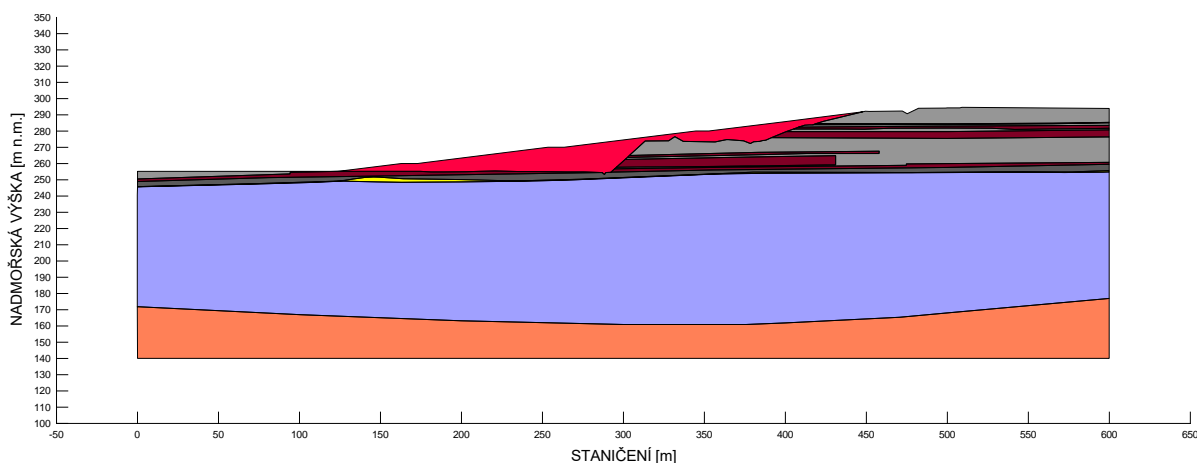




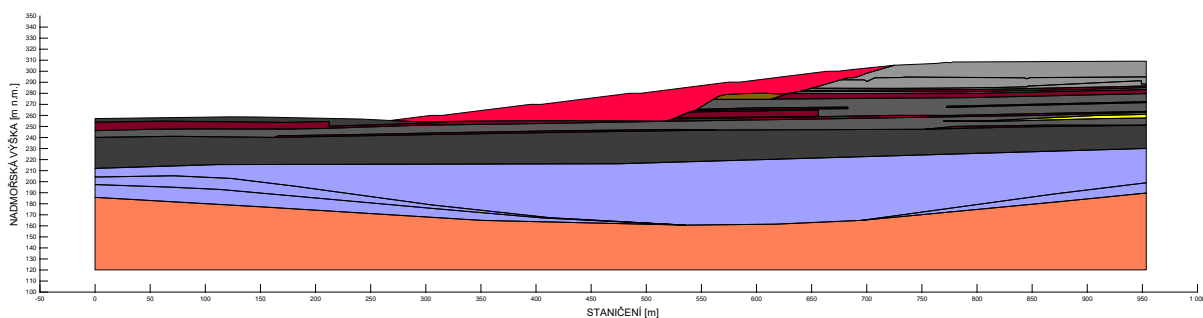
**Obr. 5.4** PF3 – schématické zobrazení materiálových rozhraní - svah jezera Libouš (varianta propojení otevřené koryto)



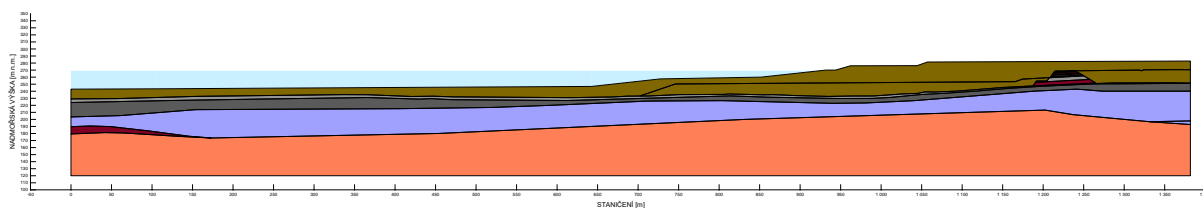
**Obr. 5.5** PF3 – schématické zobrazení materiálových rozhraní - svah jezera Libouš (varianta propojení štola)



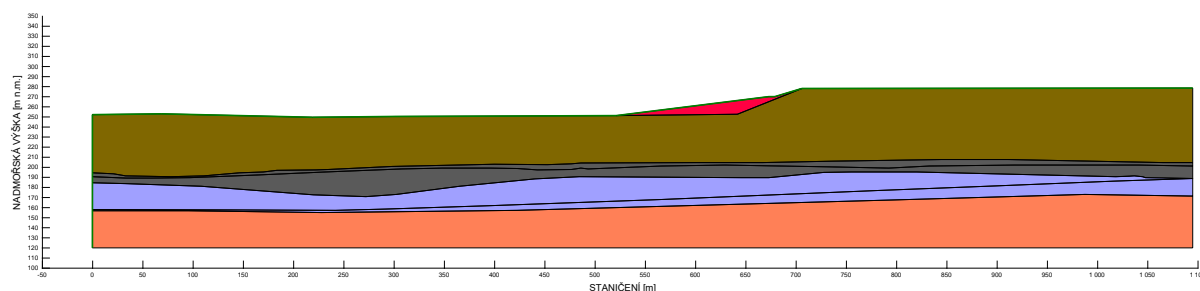
**Obr. 5.6** PF4 – schématické zobrazení materiálových rozhraní - svah jezera Libouš (varianta propojení štola, otevřené koryto)



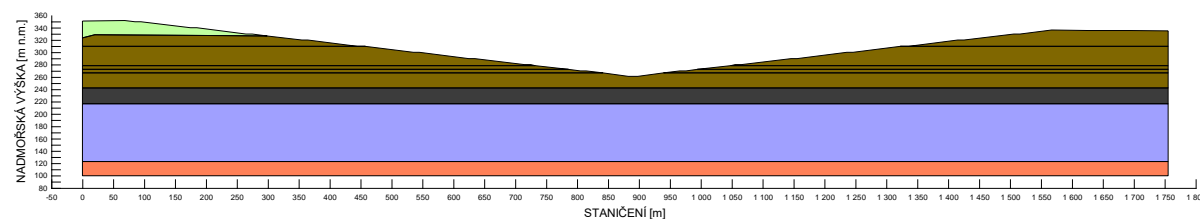
**Obr. 5.7** PF5 – schématické zobrazení materiálových rozhraní - svah jezera Libouš (varianta štola, otevřené koryto)



**Obr. 5.8** PF6 – schématické zobrazení materiálových rozhraní - svah jezera Libouš (varianta štola, otevřené koryto)



**Obr. 5.9** PF7 – schématické zobrazení materiálových rozhraní - svah jezera Libouš (varianta štola, otevřené koryto)



**Obr. 5.10** PF8 – schématické zobrazení materiálových rozhraní - profil otevřeného koryta

Pozn.:

- jednotlivé příčné profily, u kterých byla posouzena stabilita svahů, jsou vyznačeny v přílohách B.5.1. a B.5.2.
- PF 2 a 3 jsou řešeny zvlášť pro propojení otevřeným korytem (zasypané dno) a štolu (nezasypané dno)

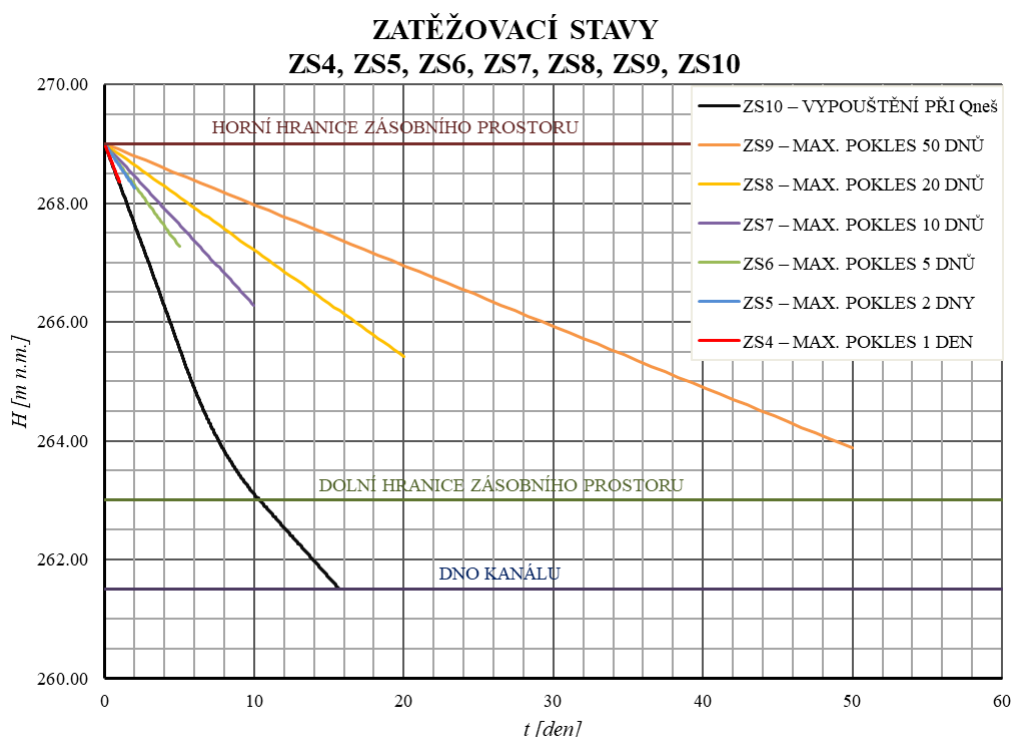
## 5.2 Zatěžovací stavy

Výpočty ustáleného a neustáleného proudění podzemní vody a navazující výpočty stability svahů propojení a břehů zbytkové jámy Libouš byly provedeny pro zatěžovací stavy, které vycházejí z rozdělení prostoru nádrže VD Nechranice, ze zaznamenaných pohybů hladin ve VD Nechranice (ze statistického vyhodnocení za období 1982 – 2000) a teoretického průběhu hladiny při průchodu PV100 (s uvažováním retenčního prostoru zbytkové jámy Libouš). Pohyby hladin při zatěžovacích stavech 4) až 10) byly uvažovány v rozmezí zásobního prostoru nádrže.

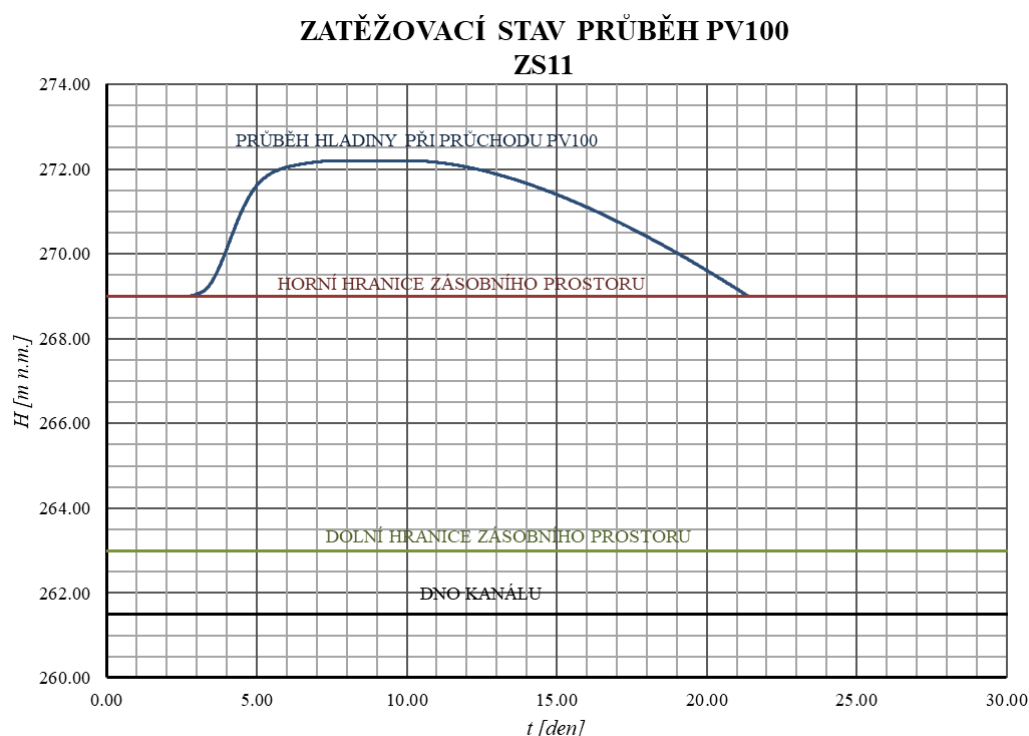
Zatěžovací stavy byly následující:

- 1) Nádrž prázdná (před zahájením napouštění)
- 2) Nádrž naplněná na úroveň 263,00 m n.m. (dolní hranice zásobního prostoru)
- 3) Nádrž naplněná na úroveň 269,00 m n.m. (horní hranice zásobního prostoru)
- 4) Maximální pokles vody ve VD Nechranice za 1 den
- 5) Maximální pokles vody ve VD Nechranice za 2 dny
- 6) Maximální pokles vody ve VD Nechranice za 5 dní
- 7) Maximální pokles vody ve VD Nechranice za 10 dní
- 8) Maximální pokles vody ve VD Nechranice za 20 dní
- 9) Maximální pokles vody ve VD Nechranice za 50 dní
- 10) Vypouštění VD Nechranice při zachování  $Q_{neš}$  (přítok  $Q_a$ )
- 11) Průchod teoretické povodňové vlny s dobou opakování  $N = 100$  let ( $PV_{100}$ )

V následujících grafech jsou uvedeny průběhy hladin  $T = f(H)$  pro zatěžovací stavy 4) až 11):



**Graf 5.1** Zatěžovací stavy ZS4 – ZS10



Graf 5.2 Zatěžovací stav ZS11

### 5.3 Metodika výpočtu proudění podzemní vody

Jako podklad pro posouzení stability břehů zbytkové jámy Libouš při výše uvedených zatěžovacích stavech byly provedeny výpočty pro ustálené a neustálené proudění podzemní. Výpočet proudění podzemní vody byl proveden v programu GeoStudio 2012, modul SEEP/W.

Matematický model pro výpočty proudění podzemní vody a pro navazující výpočty stability byl sestaven v souladu s dokumentací a podklady uvedenými v kapitole 1. V rámci nezbytného zjednodušení a nutné schematizace je proveden jako dvourozměrný (2D) ve vertikální rovině.

Geometrický model se zobrazením jednotlivých oblastí materiálů je znázorněn na výše uvedených obrázcích v části 5.1.1. Poloha řezů, ve kterých byla řešena stabilita svahů, je znázorněna v situaci v příloze B.5.1.

Dalším předpokladem je princip spojitosti v nasycené zóně proudění. Proudění vody v pórech se aproximuje spojitým fiktivním prouděním vody tímto prostředím, bez ohledu na prostorové rozložení pórů v zemině. Tento princip předpokládá, že voda spojitě vyplňuje celou oblast protékanou vodou a realizuje se tzv. průlinová propustnost.

Úloha je pojata deterministicky. Vychází se z předpokladu, že vstupní i hledané veličiny se realizují s pravděpodobností rovnou jedné. Proudění vody v podloží je považováno za izotermické, teplota tedy nemá na řešení děj vliv. Kapalina se považuje za nestlačitelnou, rovněž její hustota je tedy konstantní. Dále se předpokládá, že prostředí, kterým voda prosakuje, se nedeformuje, tedy, že jeho struktura se silovým a chemickým působením vody nemění.

Model proudění podzemní vody SEEP/W je schopen simulovat proudění jak v nasycené, tak v nenasyčené zóně. Je tedy modelováno jak tlakové proudění pod hladinou podzemní vody v nasycené zóně, tak proudění nad hladinou podzemní vody v nenasyčené zóně. Hladina podzemní vody je pak pro každý časový krok nalezena pomocí iteračního algoritmu. Hydraulická vodivost jednotlivých materiálů v modelu byla proto do programu zadávána jako spojitá funkce hydraulické vodivosti v závislosti na tlakové výšce vody. Tyto funkce hydraulické vodivosti pro různé materiály v modelu nejsou v dostupných podkladech explicitně určeny a byly proto v programu GeoStudio 2012 vygenerovány na základě znalosti hodnoty hydraulické vodivosti plně nasycené zeminy a vygenerovaných retenčních křivek jednotlivých materiálů. Retenční křivka udává závislost objemové vlhkosti na tlakové výšce vody. Retenční křivky nejsou v dostupných podkladech rovněž explicitně určeny a byly proto v programu GeoStudio 2012 vygenerovány na základě znalosti charakteru materiálu.

Neznámou veličinou je piezometrická výška, která je definována jako součet potenciální a tlakové energie vody příslušející jednotce tíhy, tedy součet geodetické a tlakové výšky. V modelu je udávána jako nadmořská výška v m n. m.

Numerické řešení je v programu GeoStudio 2012 provedeno pomocí metody konečných prvků (MKP). MKP je numerická metoda, založená na řešení soustavy parciálních diferenciálních rovnic, popisujících vlastnosti a chování určité fyzikální soustavy. Modelovaný vertikální řez (náhradní oblast) byl rozdělen na konečný počet sousedících geometrických prvků (elementů). Pro tuto úlohu byly vygenerovány trojúhelníkové a čtyřúhelníkové elementy v celkovém počtu 7531 v PF1, 9958 v PF2, 11364 v PF3, 3798 v PF4, 6842 v PF5, 7879 v PF6, 6377 v PF7 a 14754 v PF8. Čtyřúhelníkové elementy v drtivé většině v modelu převažují, trojúhelníkové elementy jsou použity jen minimálně, pro optimalizaci výpočtové sítě v důsledku netriviálního geometrického tvaru regionů.

Pro další podrobnosti o výpočtu a teorii ustáleného i neustáleného proudění podzemní vody lze použít teoretický manuál k modulu SEEP/W programu GeoStudio 2012, který lze nalézt na [www.geo-slope.com](http://www.geo-slope.com).

U zatěžovacích stavů byl výpočet proudění podzemní vody proveden jak ustáleně, tak i neustáleně. Výpočet neustáleného proudění byl realizován ve 25 časových krocích pro zatěžovací stavy 4) – 9) a v 50 časových krocích pro zatěžovací stavy 10) a 11), přičemž v každém z nich pak byl proveden výpočet stability, čímž byla nalezena minimální hodnota stupně bezpečnosti dané smykové plochy během pohybu hladina v nádrži.

## 5.4 Metodika výpočtu globální stability

Standardním způsobem posouzení stability svahů je výpočet globální stability jejího významných reálných smykových ploch proti usmyknutí na kinematicky možné smykové ploše pomocí metod mezní rovnováhy. Míra stability svahu, resp. oblasti nad smykovou plochou je vyjádřena stupněm bezpečnosti, který je definován jako poměr sil/momentů, které brání (kladou odpor) proti usmyknutí prověřované smykové plochy a sil/momentů, které se snaží usmyknutí, resp. pootočení vyvolat. Je-li stupeň bezpečnosti (SB) vyšší než 1,0 lze zjednodušeně říci, že těleso nad danou zvolenou smykovou plochou je stabilní. Pro dostatečnou stabilitu břehů zbytkové jámy Libouš a propojky je vyžadována minimální hodnota stupně bezpečnosti vyšší než 1,15, čímž jsou zohledněny nejistoty ve vstupních datech a ve výpočtu a vnášena jistá bezpečnostní rezerva.

Model příčného řezu řešeným svahem je, jak již bylo zmíněno, po geometrické stránce identický s modelem pro proudění podzemní vody. Pro výpočty globální stability svahu byly v modulu SLOPE/W doplněny údaje o objemových hmotnostech jednotlivých materiálů a rovněž jejich efektivní parametry smykové pevnosti (úhel vnitřního tření a koheze).

Výpočty stability břehů byly realizovány v programu GeoStudio 2012, v modulu SLOPE/W, který je určen pro výpočty stability zemních konstrukcí. Výpočet je proveden pomocí metody mezní rovnováhy sil a momentů na kinematicky možných smykových plochách.

Výpočet stability byl proveden pomocí několika různých metod. Smykové plochy byly voleny jak kruhové, tak polygonální, a také složené, jako kombinace těchto typů ploch. Pro určení SB byla použita metoda Morgenstern – Price, která zohledňuje jak momentovou tak silovou výminku a přitom také spolupůsobení jednotlivých proužků zeminy mezi sebou. Pokročilý optimalizační algoritmus obsažený v modulu je dále schopen při variacích až 2000 smykových ploch najít smykovou plochu s minimálním stupněm bezpečnosti.

Globální stabilita byla posuzována pro jednotlivé vybrané profily po obvodu zbytkové jámy Libouš a svahů otevřeného koryta propojení. Před výpočtem stability byl proveden výpočet ustáleného a neustáleného proudění vody v modulu SEEP/W a jeho výsledky pak byly použity ve výpočtu stability svahů v modulu SLOPE/W.

Pro další podrobnosti o výpočtu a teorii výpočtů globální stability podle mezních stavů podle jednotlivých autorů lze použít teoretický manuál k modulu SLOPE/W programu GeoStudio 2012, který je na [www.geo-slope.com](http://www.geo-slope.com).

## **5.5 Posouzení stability svahů jezera Libouš a svahů otevřeného koryta propojovacího kanálu**

Výsledky výpočtů stability svahů pro jednotlivé řešené profily jsou graficky zobrazeny v přílohách B.5.2 – B.5.11. Vyšrafovanou plochou je vyznačena smyková plocha s nejnižším stupněm bezpečnosti. Pro zatěžovací stavy, při kterých je posuzována stabilita svahů při pohybu hladiny v nádrži, jsou zobrazeny minimální SB a v příslušných grafech jsou uvedeny průběhy stupňů bezpečnosti v závislosti na poloze hladiny. Dále jsou vyznačeny ilustrativní polohy středů smykových ploch s uvedenými hodnotami minimálního SB. Modrou čarou je vyznačena poloha hladiny podzemní vody. Výsledné minimální SB pro jednotlivé zatěžovací stavy jsou souhrnně uvedeny v tabulce č. 5.2.

## **5.6 Shrnutí výsledků stabilitních výpočtů**

Pro posouzení stability ve zbytkové jámě Libouš a svazích otevřeného kanálu byl z dostupných podkladů v programu GeoStudio 2012 sestaven numerický model osmi příčných profilů. Příčné profily jsou vyznačeny v přílohách B.5.1 (pro variantu otevřený kanál) a B.5.2 (pro variantu štola). Posouzení stability bylo provedeno pro jedenáct zatěžovacích stavů, jak pro ustálené hladiny v nádrži, tak pro neustálené hladiny v nádrži. Posouzení stability pro variantu otevřený kanál bylo provedeno ve všech příčných profilech PF1 až PF8. Posouzení stability svahů pro variantu štola byl proveden pouze v profilech, ve kterých se tvar příčného profilu, resp. dna, liší od varianty otevřený kanál tj. v PF2 a PF3.

Prošetřované stability svahů břehů jezera Libouš (PF1 až PF7) a svahů otevřeného koryta propojení nechranné nádrže s jezerem Libouš (PF8) při výše uvedených zatěžovacích stavech se pohybují v intervalu 1,10 až 2,42 (viz tab. 5.2). Tyto hodnoty považujeme z hlediska významu, účelu a potenciálu případných škod na díle jako zcela vyhovující.

**Tab. 5.2** Přehled výsledných stupňů bezpečnosti

Profil	Zatěžovací stav										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Stupeň bezpečnosti [-]										
<b>PF1</b>	1,92	1,28	1,84	1,75	1,73	1,61	1,46	1,30	1,13	1,10	1,78
<b>PF2 (koryto)</b>	1,55	1,38	1,52	1,50	1,49	1,44	1,33	1,28	1,20	1,15	1,54
<b>PF2 (štola)</b>	1,35	1,38	1,52	1,51	1,50	1,47	1,36	1,31	1,23	1,18	–
<b>PF3 (koryto)</b>	2,09	1,45	1,66	1,60	1,59	1,52	1,45	1,42	1,29	1,16	1,65
<b>PF3 (štola)</b>	2,09	1,49	1,71	1,64	1,64	1,56	1,50	1,47	1,41	1,28	–
<b>PF4</b>	2,42	1,98	2,09	1,97	1,96	1,88	1,82	1,81	1,77	1,72	2,03
<b>PF5</b>	2,41	1,83	1,68	1,66	1,66	1,63	1,59	1,58	1,56	1,55	1,68
<b>PF6</b>	2,13	1,51	1,67	1,61	1,61	1,54	1,47	1,45	1,39	1,33	1,66
<b>PF7</b>	1,90	1,51	1,61	1,54	1,53	1,44	1,39	1,39	1,39	1,23	1,61
<b>PF8 levý b.</b>	1,54	1,53	1,55	1,54	1,53	1,51	1,48	1,47	1,44	1,42	1,55
<b>PF8 pravý b.</b>	1,55	1,55	1,58	1,56	1,55	1,52	1,49	1,47	1,45	1,42	1,57

## 6 VYVOLANÉ ÚPRAVY V NÁDRŽI JEZERA LIBOUŠ VLIVEM PROPOJENÍ S VD NECHRANICE

V následujících kapitolách budou shrnuty stávající, platné rekultivace území Dolů Nástup Tušimice (DNT) a změny vyvolané nově navrhovanou koncepcí variantních propojení zbytkové jámy Libouš s VD Nechranice. Navrhované variantní propojení vyvolává dílčí změny ve stávající rekultivaci zájmového území DNT. U propojení pomocí otevřeného přivaděče

budou hlavní změny v rekultivaci území probíhat v jeho trase a v prostoru nádrže Libouš. U varianty propojení pomocí tlakové štoly se změny v rekultivaci odehrají převážně v prostoru nádrže Libouš a jeho bezprostředním okolí.

Stávající rekultivaci území DNT řeší dokument „Souhrnný plán sanace a rekultivace území dotčeného těžbou dolů Nástup Tušimice, aktualizace, prosinec 2018“ [9].

Obecně lze konstatovat, že hlavními cíli jak stávajících, tak i nově navrhovaných rekultivací území DNT je především snaha o:

- podporu členitosti tvarovaného terénu a tím docílení zvýšené biodiverzity a lepší adaptability živočichů, rostlin a mikroorganismů na možné změny klimatu,
- vytváření podmínek pro zadržování vody v krajině (tvorba mokřadů, malých vodních ploch, odvodňovacích příkopů a potoků s malým spádem),
- organické provázání rekultivovaných ploch s báňsky nedotčeným, původním terénem,
- podporu životaschopných netradičních biotopů v zájmu posílení biodiverzity,
- zachování části stanovištní diverzity podmíněné těžbou (raná sukcesní stadia),
- tvorbu reálných biocenter a biokoridorů, podpora stávajících skladebných prvků územního systému ekologické stability,
- vytváření nových migračních tras pro různé skupiny živých organismů, omezování existujících bariér pro šíření a migraci živých organismů,
- zakládání malých ekologicky (přírodo-ochranářsky) hodnotných biotopů,
- pestré zastoupení jednotlivých druhů ekosystémů, přitom je žádoucí upřednostňovat více malých ekosystémů před jedním velkým (jemná mozaika střídajících se ploch s různým krajinným pokryvem),
- umožnění opětovného využití území pro rekreaci, sportovní, volnočasové i podnikatelské aktivity.

## 6.1 Stávající rekultivace území dotčeného těžbou Dolů Nástup Tušimice

Stávající rekultivaci území DNT řeší dokument „Souhrnný plán sanace a rekultivace území dotčeného těžbou dolů Nástup Tušimice, aktualizace, prosinec 2018“ [9].

Celková stávající koncepce řešení rekultivací prostoru výsypek a zbytkové jámy dolu Libouš vychází z nutnosti celé území začlenit do okolní krajiny a umožnit jeho plnohodnotné budoucí využití. Cílem je vytvořit vyváženou krajinu s možnostmi zemědělského a lesnického využití, se stabilizačně ekologickými prvky, které po následné revitalizaci bude možné využívat pro sportovní, rekreační i podnikatelské aktivity. Rekultivace svým charakterem a způsobem provedení má za úkol umožnit následné aktivity a tím navrátit člověka do rozsáhlých dříve devastovaných ploch po léta využívaných jen pro těžbu uhlí.



Rekultivační řešení DNT proto respektuje:

- rozpracované a již ukončené rekultivace v zájmovém území a logicky na ně navazuje,
- zájmy obecné ochrany přírody, zejména vazby na okolní územní systém ekologické stability,
- zájmy okolních obcí obsažené v územně plánovacích dokumentacích a revitalizační opatření ve smyslu vládního usnesení č. 272/2002 s tím, že pokud jsou technicky řešitelné, dává jim dostatek prostoru k realizaci.

Stávající rekultivace se dělí na dva základní typy technickou a biologickou.

### 6.1.1 Technická rekultivace

Technická rekultivace spočívá v úpravě terénu DNT takovým způsobem, aby na jeho povrchu mohla být realizována stabilní biologická rekultivace. Je tedy možné konstatovat, že konečný tvar povrchu je spolu s kvalitou nasypaných zemin nejdůležitějším vstupem pro následnou udržitelnou finální rekultivaci. Tvar terénu po ukončení báňského zakládání již nebude žádoucí výrazně měnit v rámci následných terénních úprav. Pro efektivnost výsledné rekultivace je proto zásadní soulad mezi báňskou koncepcí tvarování území a potřebami rekultivace. V případě Dolů Nástup Tušimice platí pro tvarování ploch v rámci technické rekultivace níže uvedené principy.

#### *Svahy výsypek, závěrné svahy lomu*

Sklony svahů budou vysvahovány tak, aby vyhovovaly potřebám následné biologické rekultivace. To znamená, že budou přizpůsobeny především náchylnosti povrchových vrstev k erozi a z toho vyplývajícím potřebám melioračních úprav. Na rozlehlých plochách určených pro lesnickou výsadbu, kde budou nezbytné přípravné práce prováděny s využitím malé mechanizace, bude nutné dodržet sklon svahů maximálně 16 %. Jen malé plochy určené pro lesnickou rekultivaci bude možné tvarovat do sklonu 25 % za předpokladu, že k jejich zajištění nebude zapotřebí mechanizované práce.

Na základě výše uvedených sklonových podmínek budou terénní úpravy ve svažitých partiích určených k celoplošnému zalesnění provedeny v rozsahu 4 až 8 tis. m<sup>3</sup>/ha, přičemž svahy vyšší než 16 metrů budou rozděleny protierozní lavicí o minimální šíři 5,0 m. Terénní úpravy budou řešeny tak, aby byly co nejefektivnější. To znamená, že bude kladen důraz na vyrovnané poměry výkopů a násypů. Protierozní opatření budou součástí řešení rekultivace území. Na svažitých územích, které budou rekultivovány lesnický a zatravněním, budou terénní práce minimalizovány na nezbytně nutný objem, provedení protierozních úprav na těchto plochách se vzhledem k výšce svahů nepředpokládá.

#### *Plošiny na výsypkách a ve zbytkové jámě dolu*

Jedná se o území, kde se průměrný sklon pohybuje v rozsahu od 1 do 5 %. Na těchto plochách bude prioritně realizována zemědělská rekultivace. Pro úspěšný výsledek zemědělské rekulti-

vace na rozsáhlých rovinných plochách bude nutné dodržet sklon cca 3 %. Zřídka bude možno tento sklon uvažovat i nižší, ale pouze na kratší vzdálenosti.

Je proto žádoucí, aby terén, který uvedeným parametrům nevyhoví, byl celoplošně upraven. Tyto terénní úpravy budou činit od 1 000 až do 7 000 m<sup>3</sup>/ha. Po realizaci rekultivačních prací mohou vznikat na plošinách terénní deprese např. nedosypáním terénu nebo jeho případným sedáním. Tyto deprese nebudou sanovány, ale budou ponechány jako místa občasného nebo trvalého zmokření a tím může být lokálně zvýšena biodiverzita těchto oblastí.

#### *Modelování terénu s využitím vedlejších energetických produktů po spalování uhlí*

Navrhované rekultivace DNT byly od doby jejich zahájení uvažovány tak, aby v rámci terénních úprav vyuhleného prostoru dolu byly využity zpětné zásypy skrývaných zemin a vedlejší energetické produkty (VEP) ze spalování uhlí. Proto byly při postupu výsypkových etází záměrně vytipovány dostatečně kapacitní prostory v území, kde budou VEP ukládány. Výsledný povrch takto modelovaného terénu bude překryt výsypkovými zeminami. Pro zemědělskou rekultivaci se předpokládá přesypání VEP v minimální mocnosti 0,4 m výsypkových zemin. Posléze se takto upravený povrch překryje orníci v mocnosti 0,4 m. Pro lesnickou rekultivaci se předpokládá přesypání VEP 0,7 m výsypkových zemin. Technická rekultivace na plochách modelovaných pomocí VEP se bude lišit strukturou prací od modelací ploch na výsypkách, protože se zde nebudou realizovat hrubé terénní úpravy (HTÚ). Na těchto plochách se bude provádět návoz a rozprostření výsypkových zemin odebíraných z navrhovaných zemníků s následnou finální úpravou povrchu.

Realizací uložení VEP do vyuhleného prostoru lomu, které je již narušeno těžbou bude v maximální míře šetrné k životnímu prostředí, jelikož není nutné využít k uložení pozemky těžbou nenarušené.

#### **6.1.2 Protierozní úpravy**

V území DNT je pozorován na neupravených površích těles výsypek intenzivní nárůsty nežádoucích erozních jevů. V souladu s těmito poznatky bylo nutné navrhnout ochranu povrchů rekultivovaných ploch proti působení vodní a větrné eroze. Jako základní prvky systému biotechnických opatření působící proti účinkům erozních jevů byly navrženy realizace protierozních lavic a průlehů.

Protierozní lavice budou působit jako trvalá překážka soustředěného povrchového odtoku. Mimo této hlavní protierozní funkce budou mít lavice, které budou odděleny a vhodně doplněny dřevinou zelení i funkci vedlejší, a to krajině estetickou. Systém protierozních lavic a navržené zeleně bude v mnoha případech plnit funkci lokálních biokoridorů.

Navržené protierozní průlehy budou mít nezastupitelnou funkci podpůrných opatření na ochranu proti erozi. Průlehy budou realizovány jako mělké, široké příkopy s mírnými sklony svahů. Průlehy budou provedeny s malým, příp. až nulovým podélným sklonem, kde se povrchová stékající voda zachytí nebo neškodně odvede do příslušného povodí. Pro snížení povrchového odtoku a zachycení transportovaných splavenin jsou na významně exponovaných místech navrhovány poldry.

### 6.1.3 Meliorační úpravy kořenového horizontu

Meliorační opatření kořenového horizontu budou případně prováděna pro zlepšení jeho fyzikálních a chemických vlastností a budou součástí realizace protierozní ochrany. Při ukládání svrchních etáží bude zapotřebí, aby byly již v báňském řešení jednoznačně upřednostněny zeminy nezávadné a aby tak zbytečně nestoupaly náklady na následnou rekultivaci. Proto budou svrchní vrstvy v co nejvyšší míře ukládány na vrchní etáže výsypek a problematické zeminy z prostoru kontaktu s uhelnými sloji do spodních úrovní.

Předpokládá se, že na základě budoucích analýz výsypkových zemin bude pravděpodobně nutné provést aplikaci organických hmot (kompostů) s případným 1 až 2 letý agrocyklem.

V případě erozně ohrožených či sterilních písčitých zemin lze doporučit variantu se smíšením výsypkové zeminy a zúrodnitelné zeminy (spraší, podorníčí) a následnou aplikaci organických látek (kompostů).

Pro převrstvení ploch určených pro zemědělskou rekultivaci na kulturu orná půda bude použita ornice v mocnosti 0,4 m. To představuje objemové množství použité ornice 4 000 m<sup>3</sup>/ha. Pro převrstvení ploch určených pro zemědělskou rekultivaci na kulturu trvalý travní porost (TTP) bude použita ornice v mocnosti 0,25 m (objemové množství ornice 2 500 m<sup>3</sup>/ha). Pro ostatní rekultivace v případě lučních porostů v ostatní zeleni je možno provést rovněž převrstvení ornici v mocnosti 0,2 až 0,3 m (objemové množství ornice 2000 až 3000 m<sup>3</sup>/ha).

### 6.1.4 Biologická rekultivace

Biologická rekultivace je navržena ze čtyř základních druhů:

1. zemědělská,
2. lesnická,
3. vodní,
4. ostatní.

#### *Ad 1) zemědělské rekultivace*

Zemědělské rekultivace byly navrženy na plošiny a mírné svahy na lokalitách Březno, Merkur a Libouš. Jejich cílovou kulturou bude trvalý travní porost. Popřípadě bude možné tyto pozemky převést na ornou půdu. Technologický postup biologické etapy rekultivace vychází z požadované cílové kultury – orná půda, louka, pastvina. Po navezení kulturních vrstev půdy bude nejdříve provedena příprava půdy. Tu představuje orba, hnojení, příprava set'ového lůžka a další. Dále bude následovat „osevní postup“, tj. ověřené střídání plodin v určitém časovém cyklu. V případě převrstvení zemědělské plochy dostatečnou mocností ornice je možné v podmínkách DNT realizovat tříletý (pro louky a pastviny) až pětiletý rekultivační osevní postup (pro ornou půdu).

Základním předpokladem úspěšnosti osevního postupu bude správné střídání plodin, přičemž v rekultivačních osevních postupech budou převažovat plodiny zlepšující a strukturotvorné. Porušení těchto zásad by se mohlo velmi nepříznivě projevit ve snížené biologické aktivitě mikroorganismů, ve zhoršených fyzikálních vlastnostech, v degradaci humusu apod. Nesprávné střídání plodin by zvýšilo i riziko potenciálního zaplevelení půd.

Nezastupitelnou úlohu při tvorbě, udržování a zvyšování půdní úrodnosti budou mít víceleté pícniny, a proto je navrženo zastoupení v rekultivačních osevních postupech, podle kvality půdního pokryvu od 30 % do 60 %. Mezi další plodiny náležející do skupiny „zlepšujících“ patří luskoviny. Příznivý účinek na fyzikální i chemický stav půdy má i ozimá řepka. Důležité místo v rekultivačních osevních postupech budou mít meziplodiny, pěstované především na tzv. „zelené hnojení“. Meziplodiny zabráňují zaplevelení v mezíporostním období, tj. v období, kdy se nepěstuje hlavní plodina. Zlepšují fyzikální stav půdy a obohacují půdu o organickou hmotu a živiny. Plodin využitelných pro účely zeleného hnojení je celá škála (jeteloviny, traviny, luskoviny, brukvovité aj.). Doporučení optimálního osevního postupu pro konkrétní plochu bude detailně zpracováno v příslušných prováděcích projektových dokumentacích. Zemědělská rekultivace bude na plošinách dále doplněna rozptýlenou zelení plnící funkci větrolamů, remízků a doprovodné zeleně podél příkopů a komunikací.

#### *Ad 2) lesnické rekultivace*

Lesnické rekultivace jsou navrženy především na svahových partiích, na plošinách sloužících pro prostorové oddělení zemědělské rekultivace, kde se předpokládá jeho příznivý ekostabilizující vliv a v prostorech napojení na rostlý terén, kde slouží k pozvolnému přechodu mezi oběma prostředím. Hlavním účelem zakládání lesních porostů budou mimoprodukční funkce, zejména funkce půdoochranná – protierozní a funkce půdotvorná – meliorační. Dobře založený rekultivační porost bude plnit řadu dalších funkcí – zadržení vody v krajině, klimatickou, hygienickou, rekreační, ekologickou a v neposlední řadě i estetickou, kdy zapojený porost dokáže umělé novotvary přirozeně začlenit do okolí a zmírnit ostré přechody mezi rostlým terénem a výsypkou. Jako takový má les na výsypkách svoji nezastupitelnou funkci a stává se v dnešní době nejrozšířenějším způsobem rekultivace.

Navrhované lesní porosty budou smíšené z více druhů, vhodné je sdružování do skupin o velikosti 0,2 až 0,6 ha vždy o jedné hlavní cílové dřevině, jedné až dvou dřevinách melioračních a několika doplňkových dřevinách. Obvyklé množství kusů na 1 ha se bude pohybovat mezi 6 600 až 10 000 ks v závislosti na druhu dřeviny, způsobu založení, používané mechanizaci a účelu zalesnění.

Velká pozornost bude věnována přechodovým okrajovým společenstvím, která budou druhově velmi pestrá s ohledem na rozdílné stanovištní podmínky, např. přechod louka – les, louka – voda apod. Proto tyto linie byly navrženy dostatečně členité a tím i co nejdelší. V podmínkách DNT se před vlastní lesnickou rekultivací může případně doporučit na základě analýzy zemin provedení dvouletého přípravného agrocyklu osetím některé z plodin na zelené hnojení. Po ukončení přípravného agrocyklu bude následovat základní výsadba. Výběr vysazovaných dřevin se bude řídit konkrétními stanovištními podmínkami, na základě vyhodnocení půdních rozborů, s přihlédnutím ke klimatu a vegetačnímu stupni. V maximální míře budou využívány domácí autochtonní dřeviny vzhledem k potřebám ochrany přírody, budou převažovat listnaté stromy. Základním druhem cílové dřeviny pro podmínky lokality DNT je dub letní či zimní, vhodné jsou též javory klen a mlč, lípa srdčitá a velkolistá, do vlhčích poloh jasan ztepilý, do stinnějších míst habr obecný, naopak do sušších a výslunných stanovišť s vyšším podílem písčitých zemin je vhodná borovice lesní. Dále je navrženo poměrně vysoké zastoupení až 50 % melioračních dřevin jako jsou olše, lípa, topol a osika. Určité procento budou tvořit dřeviny doplňkové a keře např. jeřáb ptačí, břek, třešeň ptačí, vrby, jilm vaz a dlouhá řada našich domácích keřů, ze kterých lze bude vybíráno podle jejich nároků na

stanoviště. Do extrémních, těžko rekultivovatelných stanovišť pak lze s úspěchem použít břízu či osiku.

Dále jsou uvedeny obecné zásady lesnické výsadby a následné pěstební péče, které obecně budou aplikovatelné na všechny plochy. Před základní výsadbou bude na základě rozborů zemín vyhodnocena a případně doporučena aplikace organických kompostů a provedení dvouletého přípravného agrocyklu pomocí osetí některé z plodin na zelené hnojení. Po základní výsadbě bude následovat pěstební péče, která bude obsahovat ochranu proti škodám způsobeným zvěří, 2 × ročně celoplošné vyžínání či ožínání sazenic, okopávku minimálně v prvních dvou letech a dále podle velikosti výsadeb, přihnojení obvykle ve 2. a 5. roce po výsadbě. Následně se pěstební péče bude řídit konkrétním stavem porostů. Počítá se s dvanáctiletou následnou pěstební péčí. Termíny výsadeb a dosadeb jsou v pánevních podmínkách u prostokořenných sazenic jarní – od počátku března do 10. 4., podzimní od 15. 10. do zámrazu. U obalovaných sazenic se doba přiměřeně prodlužuje. Sázet se nesmí za mrazu, za vysokých teplot a slunečním úpalu, v období extrémního sucha. Při výsadbách bude nutné ochránit kořenový systém sazenic před vyschnutím např. založením do půdy nebo pískových hromad. Vysazovány budou jen kvalitní sazenice a poloodrostky či odrostky dle ČSN 48 2115 „Sádební materiál lesních dřevin“. Termíny vyžínání – první nejlépe do konce května, nejpozději však do 10.6., druhé do konce července. První celoplošné vyžínání je vhodné nahradit na exponovaných plochách zejména s jižní expozicí, kde stromky trpí slunečním úpalem, ožínáním jednotlivých sazenic do okruhu 0,3 m resp. 0,5 m okolo sazenice. Termín jarní okopávky je duben – květen. Okopávat bude třeba pouze v prvních dvou až třech letech po výsadbě, u starších výsadeb pouze stromky menší 0,75 m nebo v extrémních stanovištních podmínkách. Prořezávky, vyvětvení, tvarové ořezy je třeba provádět v období vegetačního klidu, tj. od konce října do počátku března. Nejvhodnější je předjaří a bezmrazé počasí. Výjimečně jsou vhodné prořezávky i za vegetace, a to po předchozím použití herbicidního postřiku, kdy se po zaschnutí nežádoucích dřevin tyto odstraní. Podle stavu porostů, vývoje klimatických podmínek a případných dalších okolností, které nelze v současné době specifikovat, bude případně pěstební péče v potřebném rozsahu rozšířena. Rekultivační práce budou ukončeny po zapojení porostů.

### *Ad 3) vodní rekultivace*

Dominantní vodní rekultivací v řešeném území by se stala zatopená zbytková jáma Libouš. Z krajinotvorného hlediska budou však velmi důležitým prvkem navrhované rekultivace rovněž doplňkové malé vodní plochy a toky. Drobné vodní plochy a toky ponechané v přírodním stavu nebo k tomu uzpůsobené jsou rozmanitými životními prostory. Jsou jednou z ekologických stavebních kamenů krajiny a kladně ovlivňují své okolí. Moderní přístup k budování a údržbě vodní sítě podporuje jak schopnost bezpečného odvedení a akumulace vody, tak i zachování, resp. znovuzřízení živototvorných prostorů zejména pro vodní floru a faunu. Stojaté i tekoucí vody budou koncipovány co nejpřirozeněji, s cílem zajistit dobrou ekologickou stabilitu těchto systémů. V průběhu rekultivace území dotčeného těžbou dolu Libouš jsou navrženy akumulační a sedimentační nádrže přírodního charakteru, které budou využívány v průběhu zatápění zbytkové jámy a po ukončení napouštění se stanou trvalou součástí vodohospodářského systému. Kromě těchto budovaných nádrží budou na území v určité míře ponechány i samovolně vzniklé vodní plochy v terénních depresích a vhodným způsobem budou začleněny do revitalizované krajiny.

Jak již bylo uvedeno převládající vodní rekultivací v území DNT bude zatopení zbytkové jámy Libouš. Podle stávající navržené rekultivace měla vzniknout nádrž s následujícími parametry:

Kóta hladiny ...	275,20 m n. m.
Plocha hladiny ...	1132,79 ha
Objem nádrže ...	284,817 mil m <sup>3</sup>
Délka břehové linie ...	16 286 m
Průměrná hloubka ...	67 m

Břehy nádrže byly navrženy opevnit proti břehové abrazi dle sklonových poměrů a s ohledem na orientaci a druh břehové linie následujícím způsobem:

1. Pohoz svahu lomovým kamenem tl. 500 mm v délce 10 m s podkladem z geotextilie s hydroosevem – tento druh opevnění byl navržen v úsecích západních břehů jezera. Celková délka takto opevněných úseků činí 1265 m.
2. Zápleťový plůtek spolu s použitím geotextilie s následným hydroosevem – tento druh opevnění byl použit ve dvou úsecích na západních březích jezera. Jedná se o místa, která jsou navržena v rámci revitalizace realizovat jako travnaté nebo písčité pláže. Celková délka takto opevněných břehů činí 1183 m.
3. Pohoz lomovým kamenem v délce 18 m a patkou s podkladem z geotextilie s hydroosevem – tento druh opevnění byl navržen realizovat na podstatné části jižních břehů jezera a dílčím úseku západního břehu.
4. Pohoz svahu lomovým kamenem délky 8 m s rozrážečem – tento druh opevnění byl navržen realizovat na severovýchodních a východních březích jezera. Celková délka takto opevněných břehů činí 1183 m.
5. Geotextilie s hydroosevem (pláže) – tento druh opevnění byl navržen realizovat na západních, jihozápadních a severozápadních částech břehů, kde se předpokládá rekreační využití. Celková délka takto opevněných břehů činí 3596 m.

Při napouštění jezera bylo uvažováno s opevněním zatápěné nádrže v pásu širokém průměrně 50 m v návaznosti na definitivní opevnění v celé délce břehové linie. Ochrana byla navržena pomocí hydroosevu, který by byl chráněn geotextilií. Celková takto chráněná plocha by činila 814 300 m<sup>2</sup>.

Těsnění slojí zbytkové jámy není nutné těsnit proti stařinovému systému důlních vod. Doporučeno bylo pouze překrytí zbytků uhelné sloje proti vzniku zápar a ohňů. Mocnost překryvu je navrhována v průměru 3 m. Celková plocha obnažených uhelných řezů činí 227 935 m<sup>2</sup>, z toho vychází objem zemin na jejich překrytí 683 805 m<sup>3</sup>.

#### Ad 4) ostatní rekultivace

Ostatní rekultivace zahrnují soubor rekultivačních postupů, jejichž cílovým stavem jsou ozeleňené plochy, plochy využívané pro sportovní nebo rekreační účely, plochy pro podnikatelské aktivity, pro komunikace a další. V případě lomu Libouš se jedná především o plochy v blízkosti budoucího jezera, plochy ostatní rekultivace, které umožňují následné rekreační,

sportovní či podnikatelské aktivity, budou proto logicky umístěny především do okolí jezera. Jejich rekultivace byla navržena jako kombinace luk a lesnické výsadby s tím, že volné plochy (louky) by tvořily přibližně dvě třetiny výměry a výsadby vysoké zeleně přibližně jednu třetinu. Do této kategorie rekultivací spadají rovněž ochranné zelené pásy a jiná zeleň v krajině. Pro zatravněné plochy byl doporučen obdobný postup jako pro zemědělskou rekultivaci s tím, že nebude realizováno převrstvení ornici a meliorační agrocycklus se zkrátí na 2 roky. Některé z těchto lučních ploch by mohly být využívány i zemědělsky na produkci píce, jejich prvořadá funkce by však byla v oblasti ekologické, rekreační nebo sportovní.

### 6.1.5 Odvodnění rekultivovaných ploch

Odvodnění výsypek a dolu podle stávajících rekultivací jsou realizovány a navrhovány do několika povodí.

Do povodí Kadaňského potoka by byly svedeny vody z lokality Prunéřov s výjimkou několika rekultivačních akcí v severovýchodní části lokality a severozápadní části výsypky Merkur.

Do povodí řeky Ohře by byly svedeny vody z rekultivací na jižně až jihozápadně exponovaných svazích výsypky Merkur mezi zlatým vrchem a odkalištěm T elektrárny Tušimice. Dále pak jihovýchodní svahy výsypky Březno nad VD Nechranice.

Povodí Lužického potoka vzniklé nad zbytkovým korytem Lužického potoka, který odtéká z prostoru mezi elektrárnou Tušimice a závodem dolů Nástup Tušimice (DNT) a je zaústěn do VD Nechranice. Lužický potok odvodňuje nejen samotný areál elektrárny a závodu DNT, ale i svahy přilehlých výsypek, tj. východní svah výsypky Merkur a západní svah výsypky Březno, včetně prostoru mezi oběma svahy, kde se nachází homogenizační skládka.

Do povodí Hutné jsou svedeny vody z dílčí části výsypky Březno nad montážním místem.

Do povodí zbytkové jámy Libouš by byly svedeny povrchové vody z největšího rekultivovaného povodí. To je na západě omezeno nejvyšším horizontem výsypky Prunéřov, severní rozvodnicí vytváří Lideňský potok II nad severní hranou dolu, na východě je to úroveň vrchu Farářka, ke kterému postupuje porubní fronta lomu, a jižní hranice byla vytvořena dosypáním nejvyšších etází výsypek Merkur a Březno, ze kterých rozvodnice přechází do bočního svahu lomu nad obcí Březno. Dalším postupem lomu do území povolené těžby v rámci platného plánu otvírky a přípravy dobývání (POPD) se stávající povodí ještě nepatrně změní, a to na výsypkové straně v závislosti na skutečném vytvarování západní části vnitřní výsypky, a na skryvkové straně přetěžením vrchu Farářka. Všechny rekultivační akce na výsypkách či bočních svazích lomu s plánovaným zahájením od roku 2019 budou již odvodněny do budoucí zbytkové jámy Libouš, a to včetně budoucích úložišť VEP Severní lom II a Koridor, v případě rozšíření úložiště Stodola i prostor úložiště Stodola. Odvodnění všech těchto ploch do budoucí zbytkové jámy bude účelné a mělo by být respektováno při projektování konkrétních rekultivačních akcí z důvodu posílení hydrologické bilance budoucího jezera.

Na plochách severních svahů jsou v současné době v provozu čerpací stanice, z kterých se čerpá povrchová voda do odvodňovacích prvků nad hranou lomu. Čerpací jímky těchto ČS budou po ukončení těžby napojeny na odvodňovací příkopy na jednotlivých řezech svahů. Tyto příkopy následně odvedou povrchové vody do jezera.

Zatrubněnou část tzv. „VOPOLu“ na plochách II a III nebude nutné převádět na otevřený příkop, protože po ukončení čerpání dílčích ČS budou přilehlé území odvodňovat stávající příkopy nad hranou lomu a odvodňovací prvky na jednotlivých řezech.

Odvodňovací příkopy jsou navrhovány ve třech základních typech:

- Typ A – šterkový příkop  
Příkop je navržen v lichoběžníkovém profilu se šířkou ve dně 0,5 až 1 m. Sklony svahů příkopů budou 1:1,5. Opevnění příkopů ve dně a při patě svahu bude šterkovým pohozením na šterkopískovém podsypu. Svahy nad opevněním budou ohumusovány a osety travním semenem. Šterkový pohození bude do rychlosti vody v korytě  $1,0 \text{ m.s}^{-1}$  z kameniva frakce 63 až 125 mm o mocnosti 300 mm. Při vyšších rychlostech vody v korytě příkopů bude šterkový pohození doplněn kamenným záhozem o velikosti kamene 200 až 400 mm.
- Typ B – gabionová konstrukce  
Příkop je navržen v obdobném příčném profilu jako typ A. Dno příkopu včetně přilehlých svahů bude zpevněno matracemi z drátokošů (gabiony) o rozměrech  $1,0 \times 2,0 \times 0,3 \text{ m}$ . Svahy nad opevněním budou ohumusovány a osety travním semenem.
- Typ C – zatravněný příkop/průleh  
Zatravněné příkopy a průlehy byly navrženy s průměrnou hloubkou do 1,0 m a v proměnlivé šířce dle konfigurace terénu. Pro zajištění minimálních průtoků budou průlehy opatřeny kynetou s hloubkou do 0,3 m a šířkou 1 m. Průlehy budou zatravněny.

Trasa příkopů vedoucích přes partie závěrných svahů lomu v místech s výrazným podélným sklonem bude řešena kamennými skluzy, ve kterých bude rozšířeno koryto na šířku minimálně 2,0 m, sklony svahů budou 1:2,5. Opevnění kamenných skluzů bude provedeno šterkovým pohozením frakce 63 až 125 mm na šterkopískovém loži, doplněným kamenným záhozem o velikosti kamene 200 až 400 mm o mocnosti 600 mm. Celková mocnost opevnění bude 1 000 mm. Výškově a směrově budou napouštěcí trasy stabilizovány kamennými prahy z lomového kamene o velikosti 200 až 400 mm, šířka prahů bude 800 mm.

V místech křížení odvodňovacích příkopů a komunikací budou umístěny trubní propustky o délkách 4, 6 a 8 m.

Celkem bylo navrženo 64,7 km příkopů. Konkrétní trasování příkopů i volba způsobu jejich opevnění je předmětem projektového řešení každé rekultivační akce v závislosti na skutečné morfologii terénu, sklonitosti území atd. Projektové řešení by však mělo respektovat celkovou koncepci odvodnění.

Sedimentační a retenční nádrže byly navrženy s pozvolnými sklony břehů. Odtoky z nádrží budou realizovány přepadovým prahem z kamenného zdiva. Opevnění svahů bude provedeno kamenným záhozem na šterkovém podsypu. Pro zamezení přelití hrází je nutné dostatečně dimenzovat bezpečnostní přelivy vodních děl. Prioritně budou sedimentační nádrže tvořeny zemními hrázemi s minimálním podílem hrází obvodových. Větší plochy nádrží byly navrženy na náhorních plošinách výsypky. Skutečné umístění, velikost nádrží i jejich počet bude upřesněno v prováděcích projektových dokumentacích dílčích rekultivačních akcí.



### 6.1.6 Komunikace

Základní koncepce obnovy cestní sítě počítá s hlavním propojením ve směru severo-j jižním a východo-západním. Vychází z potřeby obnovit kratší propojení mezi jednotlivými sídlly a zároveň umožnit obslužnost nové krajiny.

Veřejné komunikace (VK) byly navrženy ve čtyřech základní směrech:

VK Tušimice – Málkov

VK Nechranice – Málkov

VK Tušimice – Březno

VK Málkov – Březno

Tyto navržené veřejné komunikace by sloužily jako přístupové. Jejich směrové a sklonové parametry by splňovaly požadavky na silnice III. třídy. Veřejné komunikace by byly z části vedeny po stávajících asfaltových komunikacích, a z části po účelových komunikacích, které by byly budovány v rámci jednotlivých rekultivačních etap.

Dále by byla v území vytvořena síť účelových komunikací (provozní obslužné komunikace), které by byly postupně budovány v rámci rekultivačních a sanačních prací pro účely provádění těchto prací a následné pěstební péče o rekultivované plochy. Konstrukce účelových komunikací byla navržena ve skladbě: štěrk o velikosti frakce 63 až 125 mm o tloušťce 250 mm, štěrkořísek o tloušťce 150 mm. Kromě propojení jednotlivých etap rekultivací by účelové komunikace následně sloužily jako cyklotrasy či turistické trasy. Celkem bylo navrženo 105,4 km účelových komunikací, z toho 32,6 km by bylo v parametrech veřejných komunikací.

Třetím typem komunikací by byly zatravněné hospodárnice, které umožní přístup do dílčích rekultivačních ploch. Návrh hospodářík bude předmětem projektové dokumentace dílčích rekultivačních ploch.

Rekultivační práce jsou etapizovány a s postupem těžby průběžně dokončovány a zahajovány. Předpokládané dokončení rekultivačních prací DNT podle stávajících plánů je odhadováno kolem roku 2055.

## 6.2 Navrhované rekultivace při propojení VD Nechranice se zbytkovou jámou Libouš pomocí otevřeného přivaděče

Navrhované rekultivace, respektive jejich změny oproti stávajícímu plánu sanací a rekultivací DNT, budou situovány v zátopě jezera Libouš včetně navazujících břehů a v místě trasy otevřeného přivaděče.

Hlavními změnami v rekultivacích v území navrhované nádrže Libouš oproti stávajícímu plánu rekultivací jezera jsou:

- Hladina v navrhované nádrži Libouš se bude převážně pohybovat v rozmezí zásobního prostoru VD Nechranice mezi kótami 263,00 až 269,00 m n. m. oproti dosud uvažované hladině jezera s na úrovni 275,20 m n. m.

- Plocha hladiny v nádrži bude průměrně na hodnotě 909,3 ha oproti dosud uvažované ploše jezera, která činila 1 132,8 ha.
- Bude provedena úprava rekultivace nově vzniklé nádrže a navazujícího terénu do úrovně 275,20 m n. m.
- Dále dojde k rozdílným úpravám dna a svahů navrhovaného jezera. Sklony severních, východních a jižních svahů budoucí nádrže bude dle stabilitních výpočtů nutné vytvarovat do sklonu 1:8, dno nádrže Libouš bude vyrovnáno. Na svahování břehů a vyrovnání dna nádrže budou použity výsypkové zeminy odebrané při realizaci otevřeného přivaděče.
- Dojde k úpravě dopravní obslužnosti a drobným úpravám v odvodnění rekultivovaného území.

Rekultivace v místě otevřeného přivaděče budou zahrnovat:

- Před zahájením realizace otevřeného přivaděče se provede nezbytné odstranění vzrostlé vegetace a skrývka ornice s uložením na deponii. Ornice bude následně použita při rekultivačních pracích.
- Technickou rekultivaci svahů přivaděče.
- Biologickou rekultivaci finálních svahů a laviček přivaděče.
- Napojení přerušených veřejných komunikací a zajištění dopravní obslužnosti.

### 6.2.1 Technická rekultivace

#### *Nádrž Libouš*

Technická rekultivace v okolí nádrže Libouš spočívá v úpravě dna a terénu takovým způsobem, aby svahy nádrže byly stabilní i při pohybu hladiny v nádrži a zároveň na jeho povrchu mohla být realizována stabilní biologická rekultivace.

Ze stabilitních výpočtů (viz kapitola 5) vyplývá, že bude nutné upravit břehy nádrže do sklonu min. 1:8.

Z hlediska požadavků pro potřeby následné stabilní biologické rekultivace budou respektovány zásady stávajícího plánu sanací a rekultivací DNT. To znamená, že musí být přizpůsobeny především náchylnosti povrchových vrstev k erozi a z toho vyplývajícím potřebám melioračních úprav. Na plochách určených pro lesnickou výsadbu bude nutné dodržet sklon svahů maximálně 16 %. Sklony svahů 1:8 tomuto kritériu vyhovují.

Technická rekultivace nádrže Libouš a navazujícího terénu bude spočívat ve vyrovnání dna a v úpravě strmých severních, východních a jižních svahů budoucí nádrže.

Strmé břehy budou svahovány zemním materiálem vytěženým při budování otevřeného přivaděče do požadovaného sklonu 1:8. Maximální výšky takto tvarovaných svahů budou 10 m, při nutnosti pokračování svahování budou opatřeny lavičkou o šířce rovněž 10 m. Na úpravu svahů bude použito 33 869 000 m<sup>3</sup> výsypkových zemin. Rozsah technické rekultivace je přehledně uveden v situačních přílohách A.4.1 a B.5.1.1.

Břehy nádrže budou opevněny vůči abrazním jevům. Vzhledem k převážnému výskytu jílovitých zemin, které jsou velmi náchylné k erozi, navrhujeme opevnit celý obvod nádrže v úrovni kolísání hladiny v rozmezí kót 260,00 m n. m. až 270,00 m n. m. Opevnění bude realizováno kamenným pohozem se strojním urovnáním líce v tloušťce 0,5 m. Kamenné opevnění bude od terénu odseparováno netkanou geotextilií. Strmé svahy pod úrovní kamenného opevnění budou opatřeny geotextilií s hydroosevem a budou tak ochráněny proti abrazi při napouštění nádrže. Břehy nádrže budou opevněny lomovým kamenem v ploše 1 524 516 m<sup>2</sup> a geotextilií s hydroosevem v ploše 784 470 m<sup>2</sup>. V příloze č. B.6.3 je uvedena mapa kamenolomů v ČR s odpovídajícími dojezdovými vzdálenostmi, které je možné využít pro dodávku lomového kamene na opevnění břehů. Maximální uvažovaná dojezdová vzdálenost pro dodávky lomového kamene je ve studii uvažována max. do 100 km.

Dno nádrže bude vyrovnáno rovněž materiálem vytěženým při budování otevřeného přivaděče. Předpokládá se vyrovnání dna na úrovni 240,00 m n. m. při použití 30 167 000 m<sup>3</sup> výsypkových zemin. Vzhledem k výše uvedenému vyrovnání dna nepředpokládáme realizovat jeho dodatečné opevňování.

V rámci realizace technické rekultivace bude provedeno dotěsnění zbytku uhelné sloje proti vzniku zápar a ohňů. Odpovídající mocnost překryvu činí v průměru 3 m. Celková plocha obnažených uhelných řezů činí 227 935 m<sup>2</sup>, z toho vychází objem zemin na jejich překrytí 683 805 m<sup>3</sup>.

#### *Otevřený přivaděč*

Definitivní tvar terénu pro potřeby biologické rekultivace bude odtěžen a upraven v rámci realizace zemních prací na otevřeném přivaděči. Svahy přivaděče byly navrženy svahovat do stabilního sklonu 1:8. Svahy budou vždy po 10 m výšky přerušeny lavičkou širokou minimálně 10 m. Celkově bude v místě přivaděče odtěženo 79 549 000 m<sup>3</sup> materiálu. Z tohoto objemu budou činit objem vedlejší energetické produkty (VEP) ze spalování uhlí 15 513 000 m<sup>3</sup>. Tento materiál bude uložen mimo zátoku navrhované nádrže západně od jejích břehů do prostoru výsypky. Podélný a příčný profil otevřeným přivaděčem je přehledně uveden v přílohách B.2.2. a B.2.3.

Vzhledem k převážnému výskytu jílovitých zemin, které jsou velmi náchylné k erozi, navrhujeme opevnit břehy přivaděče vůči abrazním jevům v úrovni kolísání hladiny v rozmezí kót 261,50 m n. m. až 270,00 m n. m. Opevnění bude realizováno kamenným pohozem se strojním urovnáním líce v tloušťce 0,5 m. Kamenné opevnění bude od terénu odseparováno netkanou geotextilií.

## **6.2.2 Biologická rekultivace**

### *Nádrž Libouš*

Úprava biologické rekultivace v okolí navrhované nádrže Libouš je vyvolaná změnou koncepce vodohospodářského řešení. Nově navrhovaná biologická rekultivace bude řešit území mezi původně uvažovanou hladinou jezera Libouš 275,20 m n. m. a úrovní nově navrhovaného opevněného břehu nádrže 270,00 m n. m. Na západních a jižních březích s mírným sklonem území je navržena zemědělská rekultivace. Ostatní sklonité jižní, východní a severní

břehy budou opatřeny rekultivací lesnickou. Variantně je možné pro rozvoj podnikatelských a volnočasových aktivit upravit západní břehy tak, aby zde vznikly např. písčité pláže.

### *Otevřený přivaděč*

Biologická rekultivace v místě přivaděče bude realizována obdobně jako u nádrže nad výškovou úrovní 270,00 m n. m. Na jednotlivých lavičkách jsou navrženy zemědělské rekultivace. Výjimku tvoří první lavička na úrovni 270,00 m n. m., po které povede obslužná komunikace. Všechny svahy přivaděče budou opatřeny rekultivací lesnickou.

Výše uvedené nově navrhované zemědělské a lesnické rekultivace respektují principy stanovené v platném souhrnném plánu sanace a rekultivace území dotčeného těžbou DNT.

Při realizaci otevřeného přivaděče mezi zbytkovou jamou Libouš a VD Nechranice dojde ke kolizi s již zrehabilitovanými nebo rozpracovanými plochami, a to především na výsypce Březno a u Čachovické hráze. Celková plocha takto dotčených pozemků činí 1 111 412 m<sup>2</sup>. Z toho zemědělská rekultivace činí 711 600 m<sup>2</sup> a lesnická 313 403 m<sup>2</sup>. Z povrchu terénu bude před započítáním zemních prací na přivaděči skryta ornice, která bude uložena na mezideponii a následně využita při rekultivačních pracích na zemědělské rekultivaci. Předpokládá se skrytí ornice ve vrstvě 0,25 m na ploše 711 600 m<sup>2</sup> (zemědělské rekultivace). Odhadovaný objem takto získané ornice bude činit 177 900 m<sup>3</sup>.

### *Zemědělská rekultivace*

Zemědělské rekultivace břehů nádrže Libouš a příslušných laviček přivaděče jsou navrženy s cílovou kulturou trvalý travní porost. Variantně je možné západní břeh nádrže opatřit pro potřeby volnočasového využití koncipovat jako písčité pláže. Pro převrstvení ploch určených pro zemědělskou rekultivaci na kulturu trvalý travní porost (TTP) bude použita ornice v mocnosti 0,25 m. To představuje objemové množství použité ornice 2500 m<sup>3</sup>/ha. Po navedení kulturních vrstev půdy bude nejdříve provedena příprava půdy. Tu představuje orba, hnojení, příprava seťového lůžka a další. Dále bude následovat „osevní postup“, tj. ověřené střídání plodin v určitém časovém cyklu. Předpokládá se realizovat tříletý rekultivační osevní postup. Nezastupitelnou úlohu při tvorbě, udržování a zvyšování půdní úrodnosti budou mít víceleté pícniny, a proto je navrženo zastoupení v rekultivačních osevních postupech, podle kvality půdního pokryvu od 30 % do 60 %. Mezi další plodiny náležející do skupiny „zlepšujících“ patří luskoviny. Příznivý účinek na fyzikální i chemický stav půdy má i ozimá řepka. Důležité místo v rekultivačních osevních postupech budou mít meziploidy, pěstované především na tzv. „zelené hnojení“. Meziploidy zabraňují zaplevelení v meziorostním období, tj. v období, kdy se nepěstuje hlavní plodina. Plodin využitelných pro účely zeleného hnojení je celá škála (jeteloviny, traviny, luskoviny, brukvovité aj.). Zemědělská rekultivace na březích nádrže Libouš bude realizována na ploše 1 453 341 m<sup>2</sup>. Objem použité ornice na převrstvení ploch bude činit 363 335 m<sup>3</sup>. Zemědělská rekultivace na lavičkách přivaděče bude realizována na ploše 272 764 m<sup>2</sup>. Objem použité ornice na převrstvení ploch bude činit 68 191 m<sup>3</sup>.

### *Lesnická rekultivace*

Na strmých severních, východních a jižních březích navrhované nádrže a svazích přivaděče určených k lesnické rekultivaci bude před jejím zahájením doporučeno na základě analýzy zemin případné provedení dvouletého přípravného agrocyklu osetím některé z plodin na

zelené hnojení. Po případném ukončení přípravného agrocyklu bude následovat základní výsadba. Výběr vysazovaných dřevin se bude řídit konkrétními stanovištními podmínkami. Navrhované lesní porosty budou smíšené z více druhů, vhodné je sdružování do skupin o velikosti 0,2 až 0,6 ha vždy o jedné hlavní cílové dřevině, jedné až dvou dřevinách melioračních a několika doplňkových dřevinách. Obvyklé množství kusů na 1 ha se bude pohybovat mezi 6 600 až 10 000 ks v závislosti na druhu dřeviny, způsobu založení, používané mechanizaci a účelu zalesnění. Ve studii se dále uvažuje s průměrem tohoto rozmezí a to 8300 ks dřevin na 1 ha. Základním druhem cílové dřeviny pro podmínky lokality DNT je dub letní či zimní, vhodné jsou též javory klen a mléč, lípa srdčitá a velkolistá, do vlhčích poloh jasan ztepilý, do stinnějších míst habr obecný, naopak do sušších a výslunných stanovišť s vyšším podílem písčitých zemin je vhodná borovice lesní. Dále je navrženo poměrně vysoké zastoupení až 50 % melioračních dřevin jako jsou olše, lípa, topol a osika. Menší procento budou tvořit dřeviny doplňkové a keře např. jeřáb ptačí, břek, třešeň ptačí, vrby, jilm vaz a dlouhá řada našich domácích keřů, ze kterých lze bude vybíráno podle jejich nároků na stanoviště. Do extrémních, těžko rekultivovatelných stanovišť pak budou vysazovány břízy či osiky. Po základní výsadbě bude následovat pěstební péče, která bude obsahovat ochranu proti škodám způsobeným zvěří, 2 × ročně celoplošné vyžínání či ožínání sazenic, okopávku minimálně v prvních dvou letech a dále podle velikosti výsadeb, přihnojení obvykle ve 2. a 5. roce po výsadbě. Následně se pěstební péče bude řídit konkrétním stavem porostů. Předpokládá se s dvanáctiletou následnou pěstební péčí. Termíny výsadeb a dosadeb jsou v pánevních podmínkách u prostokořenných sazenic jarní – od počátku března do 10. 4., podzimní od 15. 10. do zámrazu.

Lesnická rekultivace na březích nádrže Libouš bude realizována na ploše 313 403 m<sup>2</sup>. Odhadovaný počet vysazených stromů na březích nádrže Libouš činí 260 124 ks dřevin. Lesnická rekultivace na lavičkách přivaděče bude realizována na ploše 2 582 888 m<sup>2</sup>. Odhadovaný počet vysazených stromů na svazích otevřeného přivaděče činí 2 143 797 ks dřevin.

### *Vodní rekultivace*

Dominantní vodní rekultivací v zájmovém území se stane řešená zatopená zbytková jáma lomu Libouš. Propojením nádrže Libouš s VD Nechranice se hladina v takto vzniklém vodním díle bude pohybovat nejčastěji mezi kótami 263,00 m n. m. až 269,00 m n. m. Propojením obou nádrží z technického hlediska se zabývájí kapitoly 2 až 4 této části studie a z vodohospodářského hlediska samostatná část C studie.

Odvodnění rekultivovaného území je řešeno v rámci dokumentu „Souhrnný plán sanace a rekultivace území dotčeného těžbou dolů Nástup Tušimice, aktualizace, prosinec 2018“ odvodnění území zůstává v místě nádrže v platnosti. V rámci navrhovaných úprav dochází k prodloužení jednotlivých příkopů do navrhované nádrže v délce 1775 m. Odvodňovací příkopy přerušené otevřeným přivaděčem nebude zapotřebí nahrazovat.

### *Ostatní rekultivace*

Ostatní rekultivace zahrnují soubor rekultivačních postupů, jejichž cílovým stavem jsou ozeleňené plochy, plochy využívané pro sportovní nebo rekreační účely, plochy pro podnikatelské aktivity, a další. V případě lomu Libouš se jedná především o plochy v blízkosti budoucího jezera, a to především na jeho západních březích. Jejich rekultivace je navržena jako trvalý

travní porost. Pro zatravněné plochy je doporučen obdobný postup jako pro zemědělskou rekultivaci. Z tohoto důvodu byly i do zemědělské rekultivace zahrnuty. Mezi ostatní rekultivace patří i revitalizace území v okolí navrhovaného sdruženého manipulačního objektu u Čachovické hráze. Detailní návrh a řešení ostatních rekultivací včetně rekreačních, volnočasových zařízení a navazujících služeb bude součástí dalších stupňů projektové dokumentace.

### 6.2.3 Dopravní obslužnost

Dopravní obslužnost nově navrhovaného otevřeného přivaděče a nádrže Libouš bude realizována komunikací, která kompletně obkrouží celý řešený prostor v jednotné výškové úrovni 270,00 m n. m. Její trasa povede od jižního napojení na silnici II/568 směrem k severu po první lavičce otevřeného přivaděče. Z něho plynule obkrouží celou zátopu nádrže a zpět se vrací k jihu k napojení na silnici II/568. Obslužná komunikace bude široká 4,5 m ve skladbě:

- podkladní vrstva za štěrkodrtě „jednomletka“ frakce 0-63 mm, tl. 0,20 m,
- obrusná vrstva z mechanicky zpevněného kameniva frakce 0-32 mm, tl. 0,15 m.

Variantně je možné obslužnou komunikaci vedoucí po západní části nádrže odklonit dál od břehu pro realizaci volnočasových, rekreačních, podnikatelských aktivit (bude řešeno v dalších stupních PD).

Realizací propojení VD Nechranice se zbytkovou jámou Libouš otevřeným přivaděčem se přeruší trasy páteřních veřejných komunikací uvedených v platném plánu a sanace DNT. Jedná se o trasy VK Nechranice – Málkov a VK Tušimice – Březno. Trasa VK Nechranice – Málkov bude zachována, ale v místě kolize s otevřeným přivaděčem dojde k jejímu přeložení přes západní svahy přivaděče. Směrové a sklonové parametry přeložky budou splňovat požadavky na silnici III. třídy. Přerušená VK Tušimice – Březno bude napojena na VK Nechranice – Málkov. Dále navrhujeme propojení nové obslužné komunikace s již plánovanými trasami veřejných komunikací z důvodu zajištění jejího napojení na obce Březno na východě, Spořice, Černovice, Málkov na severu a Tušimice na jihu zájmového území. Na páté lavičce východního svahu přivaděče bude realizována komunikace, která opětovně propojí účelové komunikace navrhované ve stávajících plánech rekultivací.

Celkem bylo navrženo 27,1 km obslužných komunikací, z toho 1,8 km bude v parametrech veřejných komunikací.

## 6.3 Navrhované rekultivace při propojení VD Nechranice se zbytkovou jámou Libouš pomocí tlakové štoly

Navrhované rekultivace, respektive jejich změny oproti stávajícímu plánu sanací a rekultivací DNT budou situovány převážně v zátopě jezera Libouš včetně navazujících břehů a v místě nátoků do tlakové štoly.

Hlavními změnami v rekultivacích v území navrhované nádrže Libouš oproti stávající rekultivaci jezera jsou:

- Hladina v navrhované nádrži Libouš se bude převážně pohybovat v rozmezí zásobního prostoru VD Nechranice mezi kótami 263,00 až 269,00 m n. m. oproti dosud uvažované hladině v jezeru s úrovní 275,20 m n. m.

- Plocha hladiny v nádrži bude průměrně na hodnotě 909,3 ha oproti dosud uvažované ploše jezera, která činila 1 132,8 ha.
- Bude provedena úprava rekultivace nově vzniklé nádrže a navazujícího terénu do úrovně 275,20 m n. m.
- Dále dojde k rozdílným úpravám dna a svahů navrhovaného jezera. Sklony severních, východních a jižních svahů budoucí nádrže bude dle stabilitních výpočtů nutné vytvarovat do sklonu 1:8, dno nádrže Libouš bude vyrovnáno materiálem z ražby štol. Svahy břehů nádrže budou dotvarovány zemním materiálem těženým z výsypek DNT.
- Dojde k úpravě dopravní obslužnosti a drobným úpravám v odvodnění rekultivovaného území.

Rekultivace v trase tlakové štol budou zahrnovat:

- Technickou rekultivaci nátoků do štol.
- Biologickou rekultivaci finálních svahů a laviček nátoků do štol
- Napojení přerušené veřejné komunikace a zajištění dopravní obslužnosti.

### 6.3.1 Technická rekultivace

#### *Nádrž Libouš*

Technická rekultivace v okolí nádrže Libouš spočívá v úpravě terénu takovým způsobem, aby svahy nádrže byly stabilní i při pohybu hladiny v nádrži a zároveň na jeho povrchu mohla být realizována stabilní biologická rekultivace.

Ze stabilitních výpočtů (viz kapitola 5) vyplývá, že bude nutné upravit břehy nádrže do sklonu min. 1:8.

Z hlediska požadavků pro potřeby následné stabilní biologické rekultivace budou respektovány zásady stávajícího plánu sanací a rekultivací DNT. To znamená, že musí být přizpůsobeny především náchylnosti povrchových vrstev k erozi a z toho vyplývajícím potřebám melioračních úprav. Na plochách určených pro lesnickou výsadbu bude nutné dodržet sklon svahů maximálně 16 %. Sklony svahů 1:8 tomuto kritériu vyhovují.

Technická rekultivace nádrže Libouš a navazujícího terénu bude spočívat v úpravě strmých severních, východních a jižních svahů nádrže a v úpravě dna nádrže, kam bude ukládán materiál z ražby štol (v případě propojení nádrže VD Nechranice se zbytkovou jámou Libouš kombinací otevřeného přivaděče a štol se předpokládá, že do dna nádrže se rovněž uloží materiál zbylý při výstavbě otevřených částí přivaděče).

Strmé břehy budou svahovány zemním materiálem těženým z výsypek DNT do požadovaného sklonu 1:8. Maximální výšky takto tvarovaných svahů budou 10 m. Při nutnosti pokračování svahování budou opatřeny lavičkou o šířce rovněž 10 m. Na úpravu svahů bude nutné použít 33 869 000 m<sup>3</sup> výsypkových zemin. Rozsah technické rekultivace je přehledně uveden v situačních přílohách A.4.2 a B.5.1.2.

Břehy nádrže budou opevněny vůči abrazním jevům. Vzhledem k převážnému výskytu jílovitých zemin, které jsou velmi náchylné k erozi, navrhujeme opevnit celý obvod nádrže v úrovni kolísání hladiny v rozmezí kót 260,00 m n. m. až 270,00 m n. m. Opevnění bude realizováno kamenným pohozem se strojním urovnáním líce v tloušťce 0,5 m. Svahy pod touto úrovní budou opatřeny geotextilií s hydroosevem a budou tak ochráněny proti abrazi při napouštění nádrže. Břehy nádrže budou opevněny lomovým kamenem v ploše 1 111 016 m<sup>2</sup> a geotextilií s hydroosevem v ploše 1 047 623 m<sup>2</sup>. Maximální uvažovaná dojezdová vzdálenost pro dodávky lomového kamene je ve studii uvažována max. do 100 km. V příloze č. B.6.3 je uvedena mapa kamenolomů v ČR s odpovídajícími dojezdovými vzdálenostmi, které je možné využít pro dodávku lomového kamene na opevnění břehů.

Na dno nádrže bude uloženo 76 623 m<sup>3</sup> zemního materiálu vytěženého při ražbě štol. Při zastižení uhelných slojí při ražbě štol bude tento materiál ukládán na dno nádrže do hloubkové etáže s následným překrytím jílovitými zeminami o mocnosti 3 m. Vzhledem ke konfiguraci terénu dna nepředpokládáme realizovat jeho žádné dodatečné opevnění.

V rámci realizace technické rekultivace bude provedeno dotěsnění zbytku uhelné sloje proti vzniku zápar a ohňů. Odpovídající mocnost překryvu činí v průměru 3 m. Celková plocha obnažených uhelných řezů činí 227 935 m<sup>2</sup>, z toho vychází objem zemin na jejich překrytí 683 805 m<sup>3</sup>.

#### *Tlaková štola*

Technická rekultivace ovlivněná ražbou štol spočívá v úpravě svahů v okolí jejich nátoků. Sklony budou svahovány do stabilního sklonu 1:8. Maximální výšky takto tvarovaných svahů budou 10 m. Při nutnosti pokračování svahování budou opatřeny lavičkou o šířce rovněž 10 m. Tyto terénní úpravy budou tvořit převážně zemní výkopy o objemu 1,88 mil. m<sup>3</sup>. Takto získaná zemina bude použita na tvarování východních svahů jezera Libouš. Podélný řez štolou je uveden v příloze B.3.2.

### **6.3.2 Biologická rekultivace**

#### *Nádrž Libouš*

Úprava biologické rekultivace v okolí navrhované nádrže Libouš je vyvolaná změnou koncepce jeho vodohospodářského řešení. Nově navrhovaná biologická rekultivace bude řešit území mezi původní hladinou jezera Libouš 275,20 m n. m. a úrovní nově navrhovaného opevněného břehu nádrže 270,00 m n. m. Na západních a jižních březích s mírným sklonem území je navržena zemědělská rekultivace. Ostatní sklonité jižní, východní a severní břehy budou opatřeny rekultivací lesnickou. Variantně je možné pro rozvoj podnikatelských a volnočasových aktivit upravit západní břehy tak, aby zde vznikly např. písčité pláže (bude řešeno v dalších stupních PD).

#### *Tlaková štola*

Biologická rekultivace v místě nátoků do tlakové štol bude realizována lesnickou a ostatní rekultivací.



Navrhované zemědělské a lesnické rekultivace respektují principy stanovené v platném souhrnném plánu sanace a rekultivace území dotčeného těžbou DNT.

### *Zemědělská rekultivace*

Zemědělské rekultivace břehů nádrže Libouš byly navrženy s cílovou kulturou trvalý travní porost. Variantně je možné západní břeh nádrže opatřit pro potřeby volnočasového využití koncipovat jako písčité pláže. Pro převrstvení ploch určených pro zemědělskou rekultivaci na kulturu trvalý travní porost (TTP) bude použita ornice v mocnosti 0,25 m. To představuje objemové množství použité ornice 2500 m<sup>3</sup>/ha. Po navezení kulturních vrstev půdy bude nejdříve provedena příprava půdy. Tu představuje orba, hnojení, příprava set'ového lůžka a další. Dále bude následovat „osevní postup“, tj. ověřené střídání plodin v určitém časovém cyklu. Předpokládá se realizovat tříletý rekultivační osevní postup. Nezastupitelnou úlohu při tvorbě, udržování a zvyšování půdní úrodnosti budou mít víceleté pícniny, a proto je navrženo zastoupení v rekultivačních osevních postupech, podle kvality půdního pokryvu od 30 % do 60 %. Mezi další plodiny náležející do skupiny „zlepšujících“ patří luskoviny. Příznivý účinek na fyzikální i chemický stav půdy má i ozimá řepka. Důležité místo v rekultivačních osevních postupech budou mít meziplodiny, pěstované především na tzv. „zelené hnojení“. Meziplodiny zabraňují zaplevelení v meziorostním období, tj. v období, kdy se nepěstuje hlavní plodina. Plodin využitelných pro účely zeleného hnojení je celá škála (jeteloviny, traviny, luskoviny, brukvovité aj.). Zemědělská rekultivace na březích nádrže Libouš bude realizována na ploše 1 497 767 m<sup>2</sup>. Objem použité ornice na převrstvení ploch bude činit 374 442 m<sup>3</sup>.

### *Lesnická rekultivace*

Na březích navrhované nádrže určených k lesnické rekultivaci bude před jejím zahájením doporučeno na základě analýzy zemin případné provedení dvouletého přípravného agrocyklu osetím některé z plodin na zelené hnojení. Po případném ukončení přípravného agrocyklu bude následovat základní výsadba. Výběr vysazovaných dřevin se bude řídit konkrétními stanovištními podmínkami. Navrhované lesní porosty budou smíšené z více druhů, vhodné je sdružování do skupin o velikosti 0,2 až 0,6 ha vždy o jedné hlavní cílové dřevině, jedné až dvou dřevinách melioračních a několika doplňkových dřevinách. Obvyklé množství kusů na 1 ha se bude pohybovat mezi 6 600 až 10 000 ks v závislosti na druhu dřeviny, způsobu založení, používané mechanizaci a účelu zalesnění. Ve studii dále uvažujeme s průměrem tohoto rozmezí 8300 ks dřevin na 1 ha. Základním druhem cílové dřeviny pro podmínky lokality DNT je dub letní či zimní, vhodné jsou též javory klen a mlč, lípa srdčitá a velkolistá, do vlhčích poloh jasan ztepilý, do stinnějších míst habr obecný, naopak do sušších a výslunných stanovišť s vyšším podílem písčitých zemin je vhodná borovice lesní. Dále je navrženo poměrně vysoké zastoupení až 50 % melioračních dřevin jako jsou olše, lípa, topol a osika. Menší procento budou tvořit dřeviny doplňkové a keře např. jeřáb ptačí, břek, třešeň ptačí, vrby, jilm vaz a dlouhá řada našich domácích keřů, ze kterých lze bude vybíráno podle jejich nároků na stanoviště. Do extrémních, těžko rekultivovatelných stanovišť pak budou vysazovány břízy či osiky. Po základní výsadbě bude následovat pěstební péče, která bude obsahovat ochranu proti škodám způsobeným zvěří, 2 × ročně celoplošné vyžínání či ožínání sazenic, okopávku minimálně v prvních dvou letech a dále podle velikosti výsadeb, přihnojení obvykle ve 2. a 5. roce po výsadbě. Následně se pěstební péče bude řídit konkrétním stavem

porostů. Předpokládá se s dvanáctiletou následnou pěstební péčí. Termíny výsadby a dosadby jsou v pánevních podmínkách u prostokořenných sazenic jarní – od počátku března do 10. 4., podzimní od 15. 10. do zámrazu.

Lesnická rekultivace na březích nádrže Libouš bude realizována na ploše 786 026 m<sup>2</sup>. Odhadovaný počet vysazených stromů na březích nádrže Libouš činí 652 402 ks dřevin.

#### *Vodní rekultivace*

Dominantní vodní rekultivací v zájmovém území se stane řešená zatopená zbytková jáma lomu Libouš. Propojením nádrže Libouš s VD Nechranice se hladina v takto vzniklém vodním díle bude pohybovat nejčastěji mezi kótami 263,00 m n. m. až 269,00 m n. m. Propojením obou nádrží se zabývají z technického hlediska kapitoly 2 až 4 této části studie a z vodohospodářského hlediska samostatná část C studie.

Odvodnění rekultivovaného území je řešeno v rámci dokumentu „Souhrnný plán sanace a rekultivace území dotčeného těžbou dolů Nástup Tušimice, aktualizace, prosinec 2018“ odvodnění území zůstává v místě nádrže v platnosti. V rámci navrhovaných úprav dochází k prodloužení jednotlivých příkopů do navrhované nádrže v délce 1775 m.

#### *Ostatní rekultivace*

Ostatní rekultivace zahrnují soubor rekultivačních postupů, jejichž cílovým stavem jsou ozeleňené plochy, plochy využívané pro sportovní nebo rekreační účely, plochy pro podnikatelské aktivity, a další. V případě lomu Libouš se jedná především o plochy v blízkosti budoucího jezera, a to především na jeho západních březích. Jejich rekultivace je navržena jako trvalý travní porost. Pro zatravněné plochy je doporučen obdobný postup jako pro zemědělskou rekultivaci. Z tohoto důvodu byly i do zemědělské rekultivace zahrnuty. Mezi ostatní rekultivace patří i revitalizace území v okolí navrhovaného sdruženého manipulačního objektu u Čachovické hráze. Detailní návrh a řešení ostatních rekultivací včetně rekreačních, volnočasových zařízení a navazujících služeb bude součástí dalších stupňů projektové dokumentace.

### **6.3.3 Dopravní obslužnost**

Dopravní obslužnost nově navrhované a nádrže Libouš bude realizována komunikací, která kompletně obkrouží celý řešený prostor v jednotné výškové úrovni 270,00 m n. m. Obslužná komunikace bude propojena na pěti místech s plánovanými veřejnými komunikacemi v rekultivovaném prostoru DNT z důvodu navázání na místní infrastrukturu a sídelní celky. Jedná se o VK Málkov – Březno a VK Nechranice – Málkov.

Obslužná komunikace bude široká 4,5 m ve skladbě:

- podkladní vrstva za šterkodrtě „jednomletka“ frakce 0-63 mm, tl. 0,20 m
- obrusná vrstva z mechanicky zpevněného kameniva frakce 0-32 mm, tl. 0,15 m.

Variantně je možné obslužnou komunikaci vedoucí po západní části nádrže odklonit dál od břehu pro realizaci volnočasových, rekreačních, podnikatelských aktivit (bude řešeno v dalším stupni PD).

Realizací propojení nádrží pomocí štolý nedojde k významnému ovlivnění tras komunikací navrhovaných ve stávajících plánech rekultivací. V místě nátoky do štolý u zbytkové jámy Libouš bude jen přeložena VK Tušimice – Březno.

Celkem bylo navrženo 19,6 km obslužných komunikací, z toho 1,2 km bude v parametrech veřejných komunikací.

## 6.4 Porovnání rekultivačních prací podle variant propojení

V následující tabulce uvádíme přehled rekultivačních prací vyvolané jednotlivými variantami propojení zbytkové jámy Libouš s VD Nechranice.

**Tab. 5.3** Výkaz rekultivací podle jednotlivých variant

	Otevřený přívaděč	Tlaková štola
Technická rekultivace (svahy)	33 869 000 m <sup>3</sup>	33 869 000 m <sup>3</sup>
Technická rekultivace (dno)	30 167 000 m <sup>3</sup>	76 623 m <sup>3</sup>
Opevnění svahů (geo-textilie + hydroosev)	784 470 m <sup>2</sup>	1 047 623 m <sup>2</sup>
Opevnění svahů (kamenný pohoz) 63- 250 mm na geotextilii	1 524 516 m <sup>2</sup>	1 111 016 m <sup>2</sup>
Zemědělská	1 726 105 m <sup>2</sup>	1 497 767 m <sup>2</sup>
Lesní	2 896 291 m <sup>2</sup>	786 026 m <sup>2</sup>
Vodní (příkopy)	1,8 km	1,8 km
Obslužné komunikace	27,1 km	18,4 km
Veřejné komunikace	1,8 km	1,2 km

Navrhované variantní změny v rekultivaci území DNT vyvolaná novou koncepcí vodohospodářského řešení tzn. propojení VD Necharanice se zbytkovou jámou Libouš jsou přehledně uvedeny v situačních přílohách B.6.1 a B.6.2.

Závěrem uvádíme, že navrhované rekultivace je možné v dalších stupních projektové dokumentace dále přizpůsobovat případným změnám ve využití zájmového území, a to zejména s ohledem na zamýšlené projekty, které při zpracování studie uvedla a.s. SD, jako jsou vý-

stavba solární elektrárny u výsypky „Stodola“ a ukládání horniny z případné těžby lithia z ložiska Cínovec.

## 6.5 Problematika těsnosti dna jezera Libouš

Těsnost dna zbytkové jámy Libouš závisí především na druhu (propustnosti) materiálu dna a na hydrogeologických podmínkách podloží.

Přírodní proudění podzemních vod v území DNT je historicky značně narušeno těžbou uhlí a s tím souvisejícím masívním odvodňováním povrchových dolů. Původní sedimentační prostředí pánve je charakterizováno souborem vodorovně uložených horninových vrstev různé zrnitosti a propustnosti, které tak vlastní prostor pánve vertikálně člení na řadu relativně samostatných kolektorů a izolátorů, z nichž ale jen málokteré mají regionální průběh a vyskytují se v celé ploše pánve. Časté vyklínování jednotlivých vrstev a jejich převažující čočkovitý charakter zpomaluje proudění podzemní vody jak v laterálním, tak vertikálním směru. Pánevní prostředí je proto charakterizováno velmi omezeným prouděním podzemní vody. Pro pohyb podzemní vody mohou být lokálně významná zlomová porušení neogenního sedimentárního komplexu, umožňující vzájemnou komunikaci mezi vertikálně i plošně omezenými kolektory. Proti infiltraci působí málo propustná jílovitá výplň pánve, a také antropogenní navážky a výsypky, vesměs tvořené málo propustným materiálem. Hydraulická vodivost prostředí pánve je proto velmi proměnlivá, hodnoty koeficientu hydraulické vodivosti  $K$  se pohybují v širokém rozmezí  $10^{-4}$  až  $10^{-8}$  m.s<sup>-1</sup>, s naprostou převahou nízkých hodnot charakterizujících málo propustné jílovité prostředí (ať původních vrstev, nebo antropogenně vzniklých sedimentů vnitřních a vnějších výsypek).

Na základě výše uvedeného hydrogeologického charakteru zájmového území s převažujícím výskytem velmi málo propustných zemin je zřejmé, že dno zbytkové jámy Libouš nebude zapotřebí dodatečně těsnit při realizaci jejího propojení s VD Nechranice. Výjimkou bude nutné dotěsnění těžbou obnaženého zbytku uhelné sloje.

Problematika těsnění uhelných slojí zbytkové jámy Libouš je řešena již ve stávajícím souhrnném plánu sanací a rekultivací DNT [X]. V rámci zpracovávané studie byly tyto principy řešení respektovány.

Těsnění uhelných slojí zbytkové jámy Libouš není nutné těsnit proti stařinovému systému důlních vod. Doporučeno je pouze překrytí zbytků uhelné sloje proti vzniku zápar a ohňů. Mocnost překryvu je navrhována v průměru 3 m. Celková plocha obnažených uhelných řezů činí 227 935 m<sup>2</sup>, z toho vychází objem zemin na jejich překrytí 683 805 m<sup>3</sup>. Těsnění uhelných slojí při realizaci jednotlivých variant propojení zbytkové jámy Libouš s VD Nechranice bude řešeno v rámci realizací příslušných technických rekultivací.

## 6.6 Charakteristika nádrže jezera Libouš

Charakteristiky jezera Libouš byly stanoveny na základě digitálního modelu terénu v prostředí AutoCAD CIVIL 3D 2022. Digitální model terénu byl sestaven z DMT konečného stavu zbytkové jámy Libouš po ukončení těžby [6], do kterého byly postupně vkládány objekty

navrhované terénní úpravy. Ve výsledném modelu terénu jezera Libouš byly vygenerovány vrstevnice, ze kterých byly vypočítány zatopené plochy a objemy nádrže. Na obrázku 6.1 je uveden postup výpočtu pro určení charakteristik nádrže, na obrázcích 6.2 a 6.3 jsou znázorněny charakteristiky nádrže jezera Libouš pro varianty propojení otevřeným kanálem a štolou. Charakteristiky nádrže v tabelární formě jsou v tabulce 6.1.

**Obr. 6.1** Výpočet charakteristik nádrže

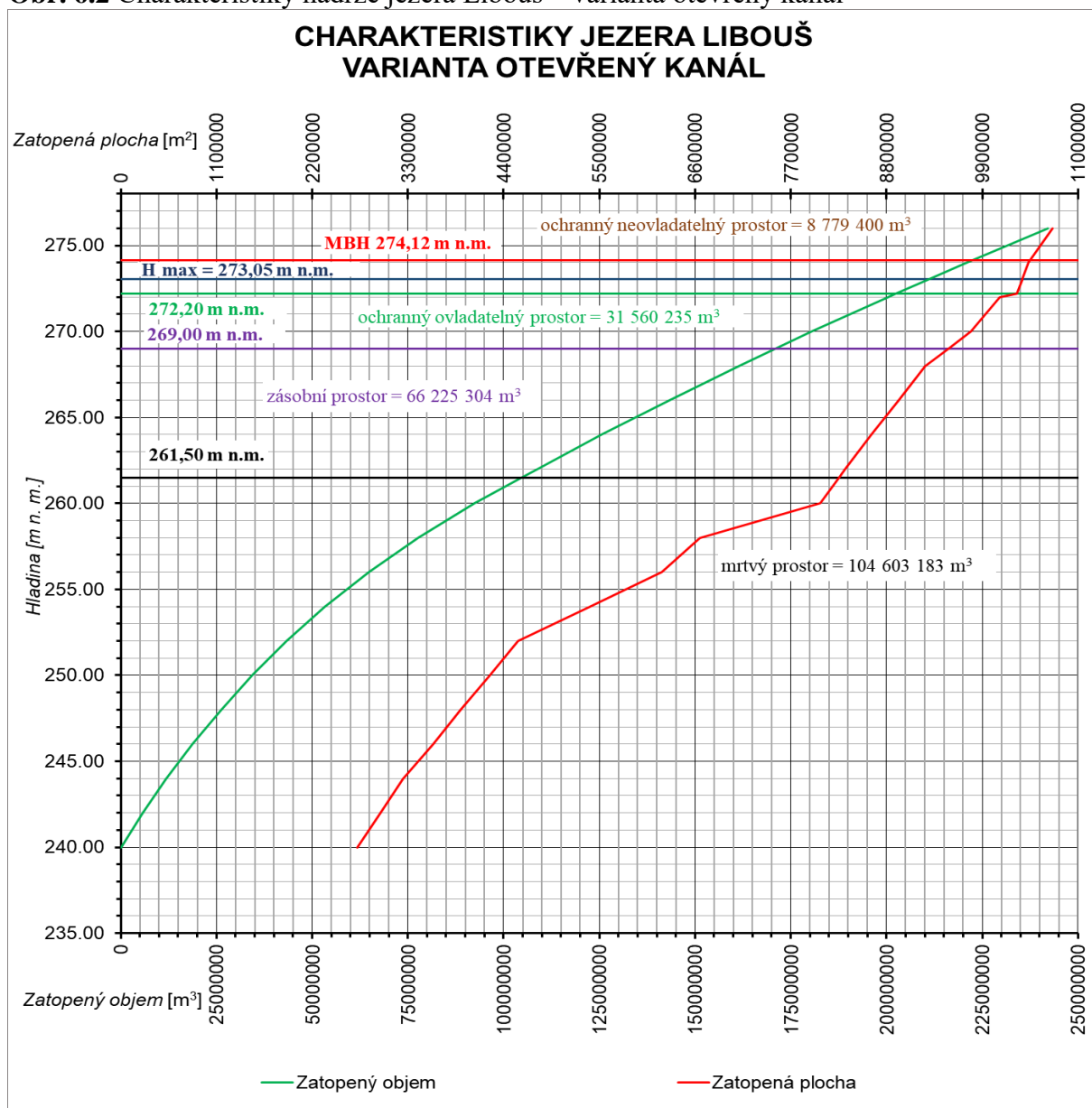
$$V_i = (H_{n+1} - H_n) \frac{S_n + S_{n+1}}{2}$$

kde  $V_i$  ..... dílčí objem

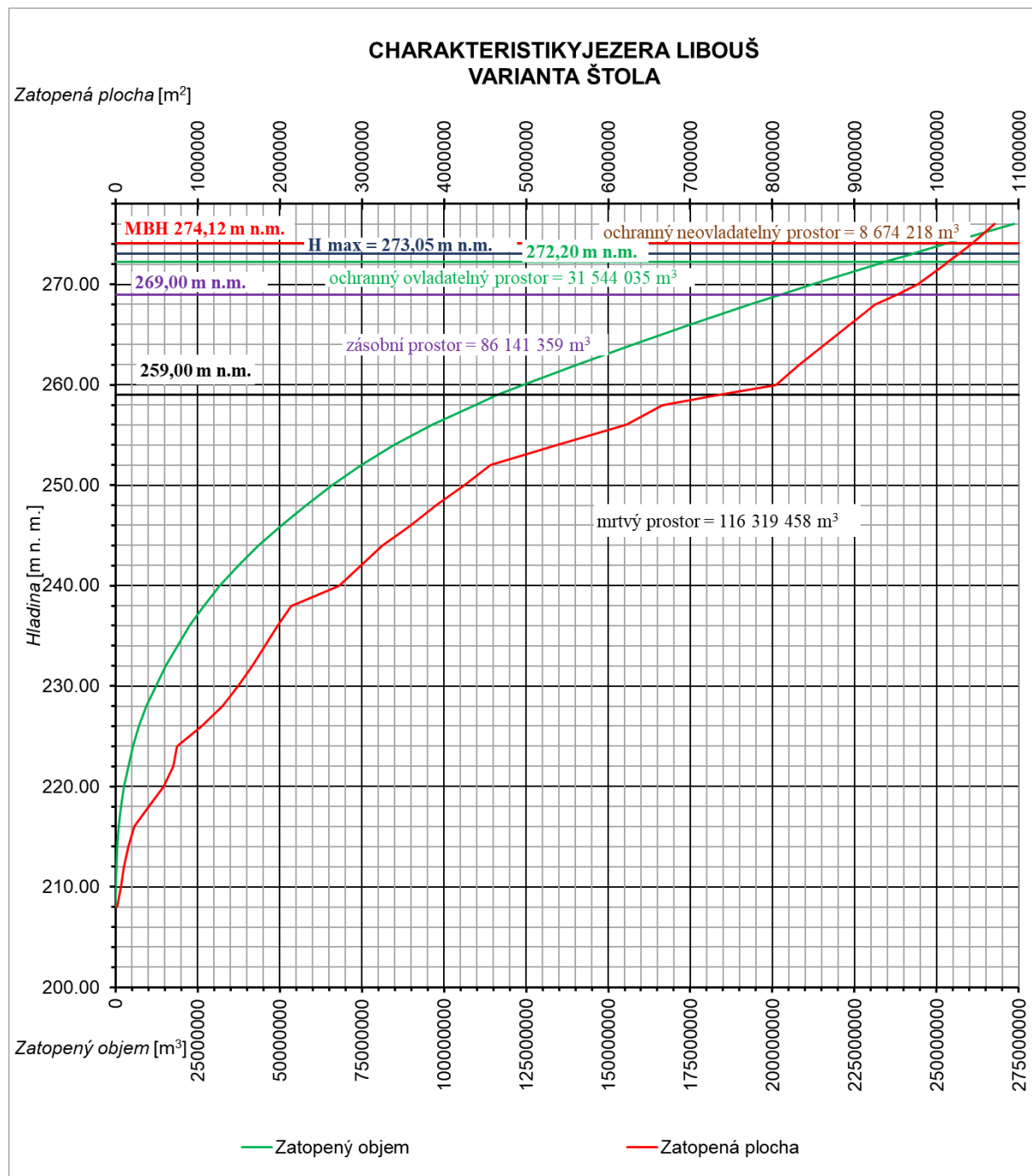
$H_n - H_{n+1}$  ..... rozdíl nadmořských výšek pro výpočtový interval

$S_n$  ..... plocha pro danou výškovou úroveň

**Obr. 6.2** Charakteristiky nádrže jezera Libouš – varianta otevřený kanál



Obr. 6.3 Charakteristiky nádrže jezera Libouš – varianta štola



Tab. 6.1 Charakteristiky jezera Libouš

## CHARAKTERISTIKY JEZERA LIBOUŠ

## VARIANTA OTEVŘENÝ KANÁL

Hladina [m n. m.]	Zatopená plocha [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Prostor
208.00	0		mrtvý prostor
210.00	0	0	
212.00	0	0	
214.00	0	0	
216.00	0	0	
218.00	0	0	
220.00	0	0	
222.00	0	0	
224.00	0	0	
226.00	0	0	
228.00	0	0	
230.00	0	0	
232.00	0	0	
234.00	0	0	
236.00	0	0	
238.00	0	0	
240.00	2717379	0	
242.00	2987884	5705263	
244.00	3247080	11940227	
246.00	3594936	18782244	
248.00	3902372	26279551	
250.00	4249133	34431056	
252.00	4565817	43246006	
254.00	5385749	53197572	
256.00	6219952	64803273	
258.00	6659116	77682342	
260.00	8041799	92383257	
<b>261.50</b>	<b>8251436</b>	<b>104603183</b>	
262.00	8321315	108746371	zásobní prostor
264.00	8629049	125696735	
266.00	8937856	143263640	
268.00	9247717	161449213	
<b>269.00</b>	<b>9510832</b>	<b>170828487</b>	
270.00	9773947	180470877	ochranný ovládatelný prostor
272.00	10103716	200348539	
<b>272.20</b>	<b>10298107</b>	<b>202388722</b>	ochranný neovládatelný prostor
273.00	10355704	210650246	
<b>273.05</b>	<b>10359304</b>	<b>211168121</b>	
274.00	10427701	221041949	
276.00	10709593	242179243	

## CHARAKTERISTIKY JEZERA LIBOUŠ

## VARIANTA ŠTOLA

Hladina [m n. m.]	Zatopená plocha [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Prostor
208.00	16056	0	mrtvý prostor
210.00	67074	83130	
212.00	103214	253417	
214.00	158272	514903	
216.00	233116	906290	
218.00	399687	1539093	
220.00	582758	2521538	
222.00	703470	3807766	
224.00	750765	5262002	
226.00	1050197	7062964	
228.00	1304404	9417565	
230.00	1492341	12214311	
232.00	1663163	15369815	
234.00	1821348	18854327	
236.00	1977837	22653512	
238.00	2141801	26773149	
240.00	2717379	31632329	
242.00	2987884	37337592	
244.00	3247080	43572556	
246.00	3594936	50414573	
248.00	3902372	57911881	
250.00	4249133	66063385	
252.00	4565817	74878336	
254.00	5385749	84829902	
256.00	6219952	96435603	
258.00	6659116	109314671	
<b>259.00</b>	<b>7350458</b>	<b>116319458</b>	
260.00	8041799	124015587	zásobní prostor
262.00	8321315	140378701	
264.00	8629049	157329065	
266.00	8937856	174895970	
268.00	9247717	193081543	
<b>269.00</b>	<b>9510832</b>	<b>202460817</b>	ochranný ovládatelný prostor
270.00	9773947	212103207	
272.00	10103716	231980869	ochranný neovládatelný prostor
<b>272.20</b>	<b>10136116</b>	<b>234004853</b>	
273.00	10265708	242165582	
<b>273.05</b>	<b>10273808</b>	<b>242679070</b>	
274.00	10427701	252512287	
276.00	10709593	273649581	



## 7 NÁVRH PŘELOŽKY VODNÍHO TOKU HUTNÁ

V rámci studie je řešena přeložka vodního toku Hutná, která má za úkol zajistit minimální průtok obci Březno po ukončení těžby v situaci, kdy bude přerušeno čerpání srážkových a podzemních vod z lomu. V rámci studie byly navrženy dvě trasy, respektive varianty přeložky potoku Hutná. V obou případech se předpokládá, že zdrojem vody pro vodní tok Hutná bude po ukončení těžby voda z přivaděče – Ohře-Bílina. Jako ideální profil pro odběr vody se nabízí odlehčovací profil přivaděče viz Obrázek č. 7.1 a 7.2.



**Obr. 7.1** Pohled ve směru toku na odlehčovací profil přivaděče Ohře – Bílina



**Obr. 7.2** Pohled do odlehčovacího koryta z přivaděče Ohře – Bílina



Přeložka potoka bude zaústěna do stávajícího koryta Hutné před obcí Březno, v blízkosti železničního viaduktu viz Obrázek č. 7.3. V současné době je tento tok převážnou část roku suchý jelikož nemá stabilní přítok vody. Do koryta stávajícího toku v obci Březno bude zaústěn nad mostním profilem viz Obrázek č. 7.4.



**Obr. 7.3** Pohled proti směru toku do profilu, kde bude zaústěna přeložka Hutné



**Obr. 7.4** Pohled do profilu zaústění do stávajícího profilu v obci Březno

V rámci studie byly navrženy dvě možné varianty provedení přeložky – první varianta jako otevřené koryto vedoucí z přivaděče Ohře-Bílina až k místu napojení na stávající koryto Hutné a druhá varianta jako potrubí vedoucí od přivaděče Ohře-Bílina do uvažované zátopy povrchového dolu Libouš (pozn. řešeno jako malá vodní elektrárna) doplněná následným čerpáním z plánovaného zaplaveného prostoru povrchového dolu Libouš v místě napojení přeložky do stávajícího koryta Hutné.

Průtok odebíraný z přivaděče Ohře – Bílina je uvažován 40 l/s. V rámci povrchového koryta bylo uvažováno prizmatické koryto se šířkou ve dně 1,0 m, hloubkou 1,0 m a se sklony svahů 1:2.

Studie popisuje možné řešení přeložky potoka Hutná, respektive zachování minimálního zůstatkového průtoku Hutné v obci Březno. Cílem studie je prověření možnosti umístění přeložky a vedení přeložky ve výhledových spádových poměrech po ukončení těžby v povrchovém dolu Libouš.

## 7.1 Varianta č. 1 – Přeložka Hutné otevřeným korytem

V rámci varianty 1 je uvažováno povrchové prizmatické koryto vedoucí od přivaděče Ohře-Bílina, respektive od jeho odlehčovacího kanálu. Koryto je vedeno nejprve odlehčovacím korytem přivaděče, kde je překonán značný spád, následně koryto odbočuje z odlehčovacího kanálu a pokračuje dále podél hranice lomu Libouš v rostlém terénu. Následuje křížení s dvoukolejnou železniční tratí, jednokolejnou železniční tratí a Lideňský potok II. Poté je přeložka vedena v souběhu mezi železniční tratí a nadzemním vedením VVN. Dále je podél hranice lomu křížena 2 × místní komunikace a 2 × nadzemní vedení VVN. Před napojením na stávající koryto Hutné je přeložka vedena pod železničním viaduktem. Vlastní přeložka v rámci varianty č. 1 je dlouhá cca 8,3 km se spádem cca 108 m. Trasu koryta lze vést ve spádu rostlým terénem bez relativně velkých terénních zářezů.

Niveleta dna přeložky je vedena nejprve ve sklonu 9,6 %, respektive 6,0 % stávajícím odlehčovacím betonovým korytem přivaděče Ohře – Bílina. Dále je trasa vedena ve sklonu max. 1,0 % - předpokládá se opevnění koryta např. kamennou rovnaninou, v případě většího sklonu je sklon dna 1,0 % doplněn stupni ve dně výšky 0,27 – 2,0 m. Celkem je navrženo 61 stupňů ve dně. Minimální sklon koryta je 0,2 %. Vzorový příčný řez, situace a podélný a profil koryta jsou v přílohách B.7.1, B.7.2 a B.7.3.

## 7.2 Varianta č. 2 – MVE

V rámci druhé varianty je uvažováno přívodní potrubí na malou vodní elektrárnu umístěnou v blízkosti plánované zátopy povrchového dolu. Přívodní potrubí bude dlouhé přibližně 2 km. Potrubí bude vedeno v souběhu se stávajícím odlehčovacím kanálem přivaděče Ohře – Bílina, poté bude křížit železniční dvoukolejnou trať, jednokolejnou trať, Lideňský potok II, nadzemní vedení VVN, povrchovou vodoteč a obslužnou komunikaci dolu. Vlastní potrubí lze vést v celé délce ve spádu směrem k dolu k plánované zátopě.

Nátokový objekt je navržen ve výšce 384,00 m n. m., hladinu v plánovaném zatopeném prostoru dolu Libouš lze uvažovat v rozmezí kót 263,00 až 269,00 m n. m., dostupný spád tedy bude cca 115 m. Možný výkon elektrárny při daném spádu a uvažovaném průtoku 40 l/s by byl zhruba 30 kW. Následné čerpání ze zatopeného dolu směrem do stávajícího koryta Hutné by muselo překonat spád cca 10 m.

Čerpání do stávajícího koryta Hutné bude realizováno ze zátopy dolu Libouš. Nátokový objekt v prostoru zátopy je uvažován jako plovoucí, odkud bude voda čerpána do stávajícího koryta Hutné. V trase výtlačného potrubí se nachází nadzemní vedení VVN a železniční viadukt. Situace a podélné profily vedení přívodního a výtlačného potrubí jsou v přílohách B.7.4 – B.7.7.

### 7.3 Srovnání obou variant

Obě varianty představují zcela odlišné koncepční řešení s cílem zajistit sanační průtok ve vodním toku Hutná v profilu obce Březno. Varianta č. 1 představuje realizovatelný, ale finančně náročný způsob zajištění minimálního průtoku v obci Březno, a to bez zásadního přínosu společnosti nebo přírodě. Trasa přeložky otevřeným korytem délky 8,3 km nemá pro okolní prostředí zásadní pozitivní přínos. Naopak nevýhodou jsou značné pořizovací a provozní náklady.

Varianta č. 2 představuje optimálnější způsob zajištění sanačního průtoku v profilu obce Březno, a to s využitím disponibilního spádu pro výrobu „zelené“ elektrické energie prostřednictvím MVE. Prostředky generované MVE budou dále částečně použity na čerpání sanačního průtoku 40 l/s, a to přímo ze zátopy dolu Libouš do vodního toku Hutná v obci Březno.

Z hlediska pořizovacích a provozních nákladů je jednoznačně výhodnější Varianta č. 2, která bude dlouhodobě generovat další zisky z výroby elektrické energie a zároveň pokryje náklady na čerpání vody do Hutné v obci Březno.

## 8 PŘÍLOHY

- B.2.1 Situační výkres otevřeného kanálu
- B.2.2 Podélný profil otevřeného kanálu
- B.2.3 Příčný řez otevřeným kanálem
- B.2.4 Popis důlního velkstroje SchRs 1550 a jeho hlavní technologické parametry
- B.3.1 Situační výkres štoly
- B.3.2 Geologický řez se zakreslením štoly
- B.3.3 Posouzení možnosti propojení zbytkové jámy Libouš s VD Nechranice štolou
- B.5.1.1 Situační výkres jezera s vyznačením řezů pro posouzení stability svahů ve variantě propojení otevřeným korytem
- B.5.1.2 Situační výkres jezera s vyznačením řezů pro posouzení stability svahů ve variantě propojení štolovým přivaděčem
- B.5.2 Výsledky posouzení stability – PF1
- B.5.3 Výsledky posouzení stability – PF2, varianta otevřené koryto (zasypané dno)
- B.5.4 Výsledky posouzení stability – PF2, varianta štola (nezasypané dno)
- B.5.5 Výsledky posouzení stability – PF3, varianta otevřené koryto (zasypané dno)
- B.5.6 Výsledky posouzení stability – PF3, varianta štola (nezasypané dno)
- B.5.7 Výsledky posouzení stability – PF4
- B.5.8 Výsledky posouzení stability – PF5
- B.5.9 Výsledky posouzení stability – PF6
- B.5.10 Výsledky posouzení stability – PF7
- B.5.11 Výsledky posouzení stability – PF8
- B.6.1 Situační výkres rekultivací pro variantu propojení otevřeným korytem
- B.6.2 Situační výkres rekultivací pro variantu propojení štolovým přivaděčem
- B.6.3 Mapa kamenolomů v dojezdové vzdálenosti 100 km
- B.7.1 Vzorový říční řez korytem přeložky potoka Hutná
- B.7.2 Situace přeložky potoka Hutná včetně pozemkové mapy
- B.7.3 Podélný profil přeložky potoka Hutná
- B.7.4 Situace přívodního potrubí na MVE
- B.7.5 Situace výtlačného potrubí do potoka Hutná
- B.7.6 Podélný profil přívodního potrubí na MVE
- B.7.7 Podélný profil výtlačného potrubí do potoka Hutná