

STUDIE PROVEDITELNOSTI PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ MĚSTA LIBEREC



STUDIE

LISTOPAD 2019



Vodohospodářský rozvoj a výstavba
akciová společnost
Nábřeží 4, Praha 5, 150 56

VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA
akciová společnost
150 56 Praha 5 - Smíchov, Nábřeží 4
DIVIZE 02

tel: 478 013 014
e-mail: podzimek@vrv.cz

KONCEPCE PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY MĚSTA LIBEREC

STUDIE

Zpracoval: Mgr. Slávek Podzimek

Schválil: Ing. Jan Cihlář
ředitel divize 02

V Praze, dne 18. 11. 2019

OBSAH:

1	Základní údaje	9
1.1	Seznam zkratk	10
1.2	Předmět zpracování	10
2	Zajištění stávajících podkladů	11
2.1	Geodetické podklady	11
2.2	Hydrologické podklady	12
2.3	Předchozí studie	13
2.4	Hydrodynamický model	17
3	Rozsah ohrožení	19
3.1	Neškodný průtok	19
3.2	Záplavová území stávající stav	20
3.3	Průtočná kapacita mostů	21
4	Návrh protipovodňové ochrany	25
4.1	Obecné zásady návrhů PPO	25
4.2	Stanovení potenciálních povodňových škod	25
4.3	Stanovení míry ochrany	28
4.4	Definování úseků PPO	29
5	PPO pod centrem Liberce	30
5.1	Úsek 1 - Andělská hora (ř. km 19.000 – 19.716)	31
5.2	Úsek 2 - Hamrštejn (ř. km 22.09 – 22.30)	33
5.3	Úsek 3 - Machnín školka (ř. km 23.20 – 23.56)	36
5.4	Úsek 4 - Most ul. Hradecká (ř. km. 23.68 – 24.12)	39
5.5	Úsek 5 - Stráž nad Nisou (ř. km. 26.53 – 27.13)	43
5.6	Úsek 6 - Oblouková 351 (ř. km. 27.86 – 28.08)	44
5.7	Úsek 7 - ČOV (ř. km. 28.56 – 29.20)	46
5.8	Úsek 8 Prádelna (ř. km 29.35 – 29.59)	51
5.9	Úsek 9 - Česká Tvrz (ř. km. 29.83)	53
6	PPO centrum Liberce	57
6.1	Úsek 10 - Fotbalový stadion U Nisy (ř. km. 29.97 – 30.73)	58
6.2	Úsek 11 - Povodňový park zahrádky v ul. Wintrova (ř. km. 30.73 – 31.65)	61
6.3	Úsek - 12 Okružní (ř. km. 31.65 – 31.89)	67
6.4	Úsek 13 - Centrum (ř. km. 31.89 – 33.21)	70
6.5	Úsek 14a - Jez (ř. km. 34.52 – 34.83)	74
6.6	Úsek 14b - Most ul. Čechova – most ul. Mostecká (ř. km. 33.87 – 34.52)	77
6.7	Úsek 14a - Spalovna (ř. km. 33.21 – 33.78)	81
7	PPO pod centrem Liberce	85
7.1	Úsek 15 – Poštovní nám. (ř. km. 34.83 – 35.24)	86
7.2	Úsek 16 - Jez 2 (ř. km. 35.83 – 36.11)	88
7.3	Úsek 17 - Areál INTE (ř. km. 37.60 – 37.76)	92
7.4	Úsek 18 - Libea - Dlouhomostecká (ř. km. 38.03 – 38.26)	94
7.5	Úsek 19 - Ul. Na Břehu (ř. km. 38.39 – 38.68)	97
7.6	Úsek 20 - Ul. Za Kinem (ř. km. 38.92 – 39.12)	99
7.7	Úsek 21 - Vratislavická Kyselka (ř. km. 39.68 – 39.95)	102
8	Zdroje financování	106
8.1	Operační program životního prostředí – 1.3	106
8.2	MZE – 129 260 Podpora prevence před povodněmi IV.	107
9	Normy, zákony, vyhlášky	109
10	Publikace	109
11	Závěr	110
11.1	Zhodnocení ekonomické efektivity	110
11.2	Návrh dalšího postupu	111

SEZNAM OBRÁZKŮ:

obr. 1: Schéma PPO ve studii z roku 2004.....	13
obr. 2: Schéma Studie PPO dolního centra města Liberce z roku 2002.....	14
obr. 3 Schéma PPO dolního centra z roku 2007.....	15
obr. 4: Schéma PPO v úseku Metelkova ul. - ČOV z roku 2003.....	16
obr. 5 Schematizace matematického modelu.....	17
obr. 6 Neškodný průtok Lužické Nisy.....	19
obr. 7 Záplavové čáry – stávající stav Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	20
obr. 8 Průtočná kapacita mostů v úseku Andělská hora - Machnín.....	21
obr. 9: Průtočná kapacita mostů v úseku Stráž n N – Liberec centrum.....	21
obr. 10: Průtočná kapacita mostů v úseku Liberec centrum - Rochlice.....	22
obr. 11: Průtočná kapacita mostů v úseku Rochlice – Proseč n N.....	22
obr. 12: Průtočná kapacita mostů v Proseči n N.....	23
obr. 13: Vzorový řez zemní hrází a ŽB zdí.....	25
obr. 14: Stanovení míry ochrany města Liberec.....	29
obr. 15: Schematizace úseků.....	30
obr. 16: Schematizace úseků v dolní části toku Lužické Nisy.....	30
obr. 17: Úsek 1 – Andělská hora.....	31
obr. 18: Umístění zemní hráze.....	31
obr. 19: Úsek 1 – Hydrotechnické posouzení.....	32
obr. 20: Úsek 1 – Podélný profil toku v místě PPO.....	32
obr. 21: Úsek 2 - Hamrštejn.....	34
obr. 22: Vlevo – zvýšená podlaha, vpravo – umístění zemní hráze.....	34
obr. 23: Úsek 2 – Hydrotechnické posouzení.....	35
obr. 24 Úsek 3 – Machnín školka.....	36
obr. 25: Úsek 3 – Hydrotechnické posouzení.....	37
obr. 26: Úsek 4 – Most v ul. Hrádecká.....	39
obr. 27: Současný a návrhový profil koryta řeky pod mostem v ul. Hrádecká.....	40
obr. 28: Podélný profil Lužické Nisy v úseku 4.....	40
obr. 29: Příčný řez korytem nad mostem v ul. Hrádecká.....	41
obr. 30: Úsek 4 – Hydrotechnické posouzení.....	41
obr. 31: Úsek 4 – Hydrotechnické posouzení.....	42
obr. 32: Úsek 5 – Stráž nad Nisou.....	43
obr. 33: Úsek 6 – Oblouková 351.....	44
obr. 34: Úsek 6 – Hydrotechnické posouzení.....	45
obr. 35: Úsek 7 - ČOV.....	46
obr. 36: Úsek 7 – Hydrotechnické posouzení.....	48
obr. 37: Úsek 7 – Hydrotechnické posouzení.....	48
obr. 38: Úsek 7 – Hydrotechnické posouzení.....	48
obr. 39: Úsek 7 – Hydrotechnické posouzení.....	49
obr. 40: Úsek 8 - Prádelna.....	51
obr. 41: Úsek 8 – Hydrotechnické posouzení.....	52
obr. 42: Úsek 9 – Česká Tvrz.....	53
obr. 43: Úsek 9 – Česká Tvrz.....	54
obr. 44: Úsek 9 – Hydrotechnické posouzení.....	55
obr. 45: Schematizace úseků v dolní části toku Lužické Nisy.....	57
obr. 46: Úsek 10 – Fotbalový stadion U Nisy.....	58
obr. 47: Úsek 10 – Hydrotechnické posouzení.....	59
obr. 48: Úsek 10 – Podélný profil v úseku 10 - vliv PPO.....	59
obr. 49: Úsek 11 – Povodňový park v ul. Zahrádky Winterova.....	61
obr. 50: Úsek 11 – Povodňový park – severní část.....	63
obr. 51: Úsek 11 – Vzorový příčný profil povodňového parku.....	63
obr. 52: Úsek 11 – Hydrotechnické posouzení.....	64
obr. 53: Úsek 11 – Hydrotechnické posouzení.....	65
obr. 54: Úsek 11 – Vliv PPO v úseku 11 na podélný profil hladiny Lužické Nisy.....	66
obr. 55: Úsek 12 - Okružní.....	67
obr. 56: Vlevo – Příčný profil mostu – stav; vpravo – Příčný profil mostu - návrh.....	68
obr. 57: Úsek 12 – Hydrotechnické posouzení.....	68

obr. 58: Vliv PPO v úseku 11 a 12 na podélný profil hladiny Lužické Nisy	69
obr. 59: Úsek 13 - Centrum	70
obr. 60: Úsek 13 – Centrum.....	71
obr. 61: Úsek 13 – Návrh nové náplavky před KULK	72
obr. 62: Úsek 13 – Hydrotechnické posouzení	73
obr. 63: Úsek 14a - Jez	74
obr. 64: Vlevo – Umístění PPO mezi domem a jezem, vpravo – Umístění PPO mezi domem a tokem	75
obr. 65: Úsek 14a – Hydrotechnické posouzení	75
obr. 66: Úsek 14a – Hydrotechnické posouzení	76
obr. 67: Úsek 14b –Most ul. Čechova – most ul. Vesecká	78
obr. 68: Úsek 14b – Hydrotechnické posouzení	79
obr. 69: Úsek 14b – Hydrotechnické posouzení	79
obr. 70: Úsek 14c - Spalovna	81
obr. 71: Úsek 14c – Znázornění plánované cyklostezky.....	82
obr. 72: Úsek 14c – Hydrotechnické posouzení	83
obr. 73: Schematizace úseků v dolní části toku Lužické Nisy.....	85
obr. 74: Úsek 15 – Poštovní nám.	86
obr. 75: Úsek 15 – Hydrotechnické posouzení	87
obr. 76: Úsek 16 – Jez 2.....	89
obr. 77: Úsek 16 – Hydrotechnické posouzení pro Q_{05}	90
obr. 78: Úsek 16 – Podélný profil pro souč. a návrh. stav při Q_{05}	90
obr. 79: Úsek 16 – Hydrotechnické posouzení pro Q_{20}	91
obr. 80: Úsek 16 – Hydrotechnické posouzení pro Q_{100}	91
obr. 81: Úsek 17 – Areál INTE.....	92
obr. 82: Úsek 17 – Hydrotechnické posouzení	93
obr. 83: Úsek 18 – Libea - Dlouhomostecká.....	94
obr. 84: Úsek 18 – Hydrotechnické posouzení	95
obr. 85: Úsek 19 – Ul. Na Břehu.....	97
obr. 86: Úsek 19 – Hydrotechnické posouzení	98
obr. 87: Úsek 20 – Ul. Za Kinem.....	100
obr. 88: Úsek 20 – Hydrotechnické posouzení	101
obr. 89: Úsek 20 – Hydrotechnické posouzení	101
obr. 90: Úsek 21 – Vratislavická Kyselka.....	103
obr. 91: Úsek 21 – Hydrotechnické posouzení	104
obr. 92: Schematizace úseků	110

SEZNAM TABULEK

tab. 1: Souřadnice hydrologických profilů.....	12
tab. 2: N – leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$, třída IV.....	12
tab. 3: Manningův drsnostní součinitel	18
tab. 4: Neškodný průtok Lužické Nisy.....	19
tab. 5: Průtočná kapacita mostů.....	23
tab. 6: Parametry PPO S0 – 01.1 ŽB zeď a SO – 01.2 Zemní hráz.....	32
tab. 7: Investiční náklady PPO S0 – 01.1 ŽB zeď a SO – 01.2 Zemní hráz.....	33
tab. 8: Úsek 1 – Maximální investiční náklady.....	33
tab. 9: Parametry PPO S0 – 02 Zemní hráz.....	34
tab. 10: Investiční náklady PPO S0 – 02 zemní hráz.....	35
tab. 11: Úsek 2 – Maximální investiční náklady.....	36
tab. 12: Parametry PPO a SO – 03.1 a S0 – 03.2 Zemní hráz.....	37
tab. 13: Investiční náklady na PPO SO – 3.1 a S0 – 03.2 zemní hráz.....	38
tab. 14: Úsek 3 – Maximální investiční náklady.....	38
tab. 15: Parametry PPO S0 – 04 Průleh.....	40
tab. 16: Investiční náklady PPO S0 – 04 Průleh.....	42
tab. 17: Parametry PPO S0 – 05 ŽB zeď.....	44
tab. 18: Parametry PPO S0 – 06 ŽB zeď.....	44
tab. 19: Investiční náklady PPO S0 – 06 ŽB zeď.....	45
tab. 20: Úsek 6 – Maximální investiční náklady.....	46
tab. 21: Parametry PPO S0 – 07 ŽB zeď.....	47

tab. 22: Investiční náklady PPO S0 – 07 ŽB zeď.....	49
tab. 23: Úsek 7 – Maximální investiční náklady.....	50
tab. 24: Parametry PPO S0 – 8 ŽB zeď.....	51
tab. 25: Investiční náklady PPO S0 – 07 ŽB zeď.....	52
tab. 26: Úsek 7 – Maximální investiční náklady.....	53
tab. 27: Parametry PPO S0 – 09 ŽB zeď.....	54
tab. 28: Investiční náklady PPO S0 – 09.1 Zemní hráz.....	55
tab. 29: Investiční náklady PPO S0 – 09.2 Zemní hráz.....	56
tab. 30: Úsek 9 – Maximální investiční náklady – varianta 1.....	56
tab. 31: Úsek 9 – Maximální investiční náklady – variant 2.....	56
tab. 32: Investiční náklady PPO S0 – 10 Zemní hráz a cyklostezku.....	60
tab. 33: Úsek 10 – Maximální investiční náklady.....	60
tab. 34: Parametry PPO S0 –11 ŽB zeď.....	62
tab. 35: Investiční náklady PPO S0 – 11 ŽB Zeď.....	66
tab. 36: Investiční náklady na povodňový park.....	66
tab. 37: Parametry PPO S0 – 12 Zvýšení průtočné kapacity mostu.....	68
tab. 38: Úsek 12 – Maximální investiční náklady.....	69
tab. 39: Parametry PPO S0 – 13.1 ŽB zeď a 13.2 ŽB zeď.....	72
tab. 40: Investiční náklady PPO S0 – 13.1 ŽB zeď a 13.2 ŽB zeď.....	73
tab. 41: Maximální investiční náklady.....	74
tab. 42: Parametry PPO S0 – 14.4 ŽB zeď.....	75
tab. 43: Investiční náklady PPO S0 – 14.4 ŽB zeď.....	76
tab. 44: Maximální investiční náklady.....	77
tab. 45: Parametry PPO S0 – 14.3 ŽB zeď.....	78
tab. 46: Investiční náklady PPO S0 – 14.3 ŽB zeď.....	80
tab. 47: Maximální investiční náklady.....	80
tab. 48: Parametry PPO S0 – 14.1 ŽB zeď a 14.2 ŽB zeď.....	82
tab. 49: Investiční náklady PPO S0 – 14.1 ŽB zeď a 14.2 ŽB zeď.....	84
tab. 50: Maximální investiční náklady.....	84
tab. 51: Parametry PPO S0 – 15 ŽB zeď.....	87
tab. 52: Investiční náklady PPO S0 – 15 ŽB zeď.....	88
tab. 53: Maximální investiční náklady.....	88
tab. 54: Parametry PPO S0 – 16 Úprava jezu.....	89
tab. 55: Maximální investiční náklady.....	91
tab. 56: Parametry PPO S0 – 17 ŽB zeď.....	92
tab. 57: Investiční náklady PPO S0 – 17 ŽB zeď.....	93
tab. 58: Maximální investiční náklady.....	94
tab. 59: Parametry PPO S0 – 18 ŽB zeď.....	95
tab. 60: Investiční náklady PPO S0 – 18.1 ŽB zeď a SO 18.2 ŽB zeď.....	96
tab. 61: Maximální investiční náklady.....	96
tab. 62: Parametry PPO S0 – 19.1 a SO – 19.2 ŽB zeď.....	98
tab. 63: Investiční náklady PPO S0 – 19.1 ŽB zeď a 19.2 ŽB zeď.....	99
tab. 64: Maximální investiční náklady.....	99
tab. 65: Parametry PPO S0 – 20 ŽB zeď.....	100
tab. 66: Investiční náklady PPO S0 – 20 ŽB zeď.....	102
tab. 67: Maximální investiční náklady.....	102
tab. 68: Parametry PPO S0 – 21 ŽB zeď.....	104
tab. 69: Investiční náklady PPO S0 – 21.1 ŽB zeď.....	105
tab. 70: Maximální investiční náklady.....	105
tab. 71: Maximální investiční náklady PPO Liberec.....	110

1 Základní údaje

Vodní tok	ID 207220000100
Kraj	Liberecký
ORP	Liberec
Město	Liberec
Název akce	„STUDIE PROVEDITELNOSTI PROTIPOVDŇOVÝCH OPATŘENÍ NA LUŽICKÉ NISE K OCHRANĚ MĚSTA LIBEREC“
Objednatel	město LIBEREC Nám. Dr. Beneše 1/1 450 59 Liberec 1
Zpracovatel dokumentace	Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s. Nábřežní 4 150 56 Praha 5
Datum zpracování	listopad 2019

1.1 Seznam zkratek

AZZU	Aktivní zóna záplavového území
Bpv	Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
CHKO	Chráněná krajinná oblast
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DMT	Digitální model terénu
DMR 5G	Digitální model reliéfu 5. Generace
PA	Průmyslový areál
PPO	Protipovodňové opatření
Q _N	N-letá povodeň jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen jedenkrát za N let (N-letý průtok)
Q _{neš}	Neškodný průtok – takový průtok při kterém nedochází k vybřežení toku z koryta
Q ₅	Pětiletá povodeň jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen jedenkrát za 5 let (pětiletý průtok)
Q ₂₀	Dvacetiletá povodeň jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen jedenkrát za 20 let (dvacetiletý průtok)
Q ₁₀₀	Stoletá povodeň jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen jedenkrát za 100 let (stoletý průtok)
Ř. KM	Říční kilometr
VRV	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
VUT	Vysoké Učení Technické v Brně
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZM	Základní mapa

1.2 Předmět zpracování

Předmětem zpracování je vypracování koncepce protipovodňové ochrany města Liberce. Koncepce bude zaměřena na dopracování variantního řešení protipovodňové ochrany města a navrhované prvky budou technického charakteru, přírodě blízkého a jejich kombinace. Přírodě blízká protipovodňová opatření budou sloužit nejen k ochraně proti povodním, ale zároveň jako estetický prvek veřejného prostoru a bude vytvářet opatření ke snížení vlivu městských tepelných ostrovů vlivem vytvoření vodních prvků. Rozsah zpracování protipovodňové ochrany na Lužické Nise bude proveden na celém území města Liberec, tedy od ř. km 19,000 (Machnín) až po ř. km 41,5 (Proseč nad Nisou)

Pro variantní řešení bude vypočítána efektivita opatření na protipovodňovou ochranu, odborný odhadu nákladů jednotlivých variant. Bude provedeno vyhodnocení ekonomické efektivity navržených opatření ve vztahu k povodňovým škodám (klíčový ukazatel pro hodnocení projektů přihlášených do dotačního programu Prevence před povodněmi III (MZE)) včetně formulace doporučení možností dalšího postupu ve vztahu k aktuálním dotačním titulům.

Město Liberec leží ve zaklesnutém údolí Lužické Nisy mezi Jizerskými horami a Ještědsko- Kozákovským hřbetem. Město Liberec je díky své poloze má velmi specifické vodohospodářské podmínky. Ze svahů přilehlých hor stéká do Lužické Nisy velké množství vodotečí, které se vyznačují velkým podélným spádem. Klimaticky leží v chladné oblasti s velkým průměrným ročním úhrnem srážek okolo 850 mm. Oblast Liberec se vyznačuje velkým počtem bouřkových dnů, což dohromady podmiňuje velký výskyt povodňových situací.

2 Zajištění stávajících podkladů

2.1 Geodetické podklady

Hlavními topologickými daty byl digitální model terénu (DMT), který byl vytvořen z geodetického zaměření a digitálního modelu reliéfu (DMR) popisujícího inundační území.

Digitální model reliéfu DMR 5G

Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, H, kde H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.

Geodetické zaměření

Od města Liberec byly získány tyto podklady:

- Schéma cyklostezky u ČOV
- Schéma k lávce u Plauditu
- Schéma lávky u KULK
- Schéma k lávce u KULK

Základní mapa České republiky 1:10 000

ZM 10 obsahuje polohopis, výškopis a popis. Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území, hranice chráněných území, body polohového a výškového bodového pole, porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi a terénními stupni. Popis mapy sestává z druhového označení objektů, standardizovaného geografického názvosloví, kót vrstevnic, výškových kót, rámových a mimorámových údajů.

ZABAGED - Výškopis

Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) je digitální geografický model území České republiky (ČR). Výškopisnou část ZABAGED® tvoří 3 typy objektů vrstevnic se základním intervalem 5, 2, nebo 1 m v závislosti na charakteru terénu. Obsah datové sady ZABAGED® - výškopis - 3D vrstevnice je doplněn vybranými dalšími výškopisnými prvky – klasifikovanými hranami a body, které byly vyhodnoceny stereofotogrammetrickou metodou při zpřesňování vrstevnicového výškopisu a jsou uživatelům nabízeny k případnému dalšímu využití. Všechny objekty jsou reprezentovány trojrozměrnou vektorovou prostorovou složkou.

Ortofoto mapa

Digitální zdánlivě bežešvé ortofoto České republiky v barevné škále 8 bitů. Pixel rastrového obrazu Ortofota ČR zobrazuje přibližně 0,25 m území ve střední rovině terénu. Polohová přesnost charakterizovaná střední souřadnicovou chybou v rovinném terénu je 0,25 m, ve členitých terénech dosahuje hodnoty 0,5 m.

Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) - polohopis

Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) je digitální geografický model území České republiky (ČR). Polohopisnou část ZABAGED® tvoří v současné době 116 typů geografických objektů sídel, komunikací, rozvodných sítí a produktvodů, vodstva, územních jednotek a chráněných území, vegetace a povrchu, terénního reliéfu a vybrané údaje o geodetických bodech. Objekty jsou reprezentovány dvourozměrnou vektorovou prostorovou složkou a popisnou složkou, obsahující kvalitativní a kvantitativní informace o objektech.

Objekty DIBAVOD

Digitální BÁze VOdohospodářských Dat (DIBAVOD) referenční geografická databáze vytvořená primárně z odpovídajících vrstev ZABAGED® a cílově určená pro tvorbu tematických kartografických výstupů s vodohospodářskou tematikou a tematikou ochrany vod nad Základní mapou ČR 1:10 000, resp. 1: 50 000, včetně Mapy záplavových území ČR 1:10 000, a dále pro prostorové analýzy v prostředí geografických informačních systémů a zpracování reportingových dat podle Rámcové směrnice 2000/60/ES v oblasti vodní politiky. **DIBAVOD** je průběžně aktualizovaný a doplňovaný "živý produkt" spravovaný a vyvíjený na Oddělení geografických informačních systémů a kartografie VÚV T.G.M., v.v.i.

2.2 Hydrologické podklady

Vodní tok: Lužická Nisa
Číslo hydrologického pořadí: 2-04-07-001

Lužická Nisa pramení v Nové Vsi nad Nisou a teče dále do Polska, kde se vlévá do Odry. Začátek řešeného území je v obci Poseč nad Nisou od mostu na ř.km. 41,5 a končí závěrovým profilem v obci Andělská Hora na ř.km. 19,0 (viz tab. 1). Délka řešeného úseku je 21,5 km a rozdíl nadmořských výšek dna koryta je 92,83 m, průměrný spád dna je tedy 4,3 ‰. V rámci řešeného území přitéká do Lužické Nisy velké množství vodotečí. V povodí Lužické Nisy ve velké množství menší či větších přehrad a rybníků, které mají velký vliv na průtok vody zejména při vyšších stavech. Mezi největší vodní přehrady patří vodní nádrž (dále jen v.n.) Mšeno, v.n. Bedřichov a v.n. Harcov. V rámci hydrologie byly získány data z povodí IV. řádu (viz tab. 2), které jsou ovlivněny manipulací na nádržích.

V Liberci spravuje ČHMÚ hlásný profil č. 256 kategorie A. Nalézá se v centru města pod mostem v ul. Orlí. Průměrný roční průtok v profilu je 2,05 m³/s, což je stav 48 cm.

tab. 1: Souřadnice hydrologických profilů.

	Profil	x	y	m n.m.
Počáteční profil	Proseč nad Nisou ř. km 41,500	-683803.1	-979393.2	390,22
Uzávěrový profil	Andělská Hora ř. km 19,000	-833334.74	-1071046.48	297,39

tab. 2: N – leté průtoky (Q_N) v m³.s⁻¹, třída IV.

profil	Q5	Q20	Q100	Q500	OD_DO
nad pravostranným přítokem z Kunratic	26.0	41.9	70.5	155.0	38.587 - 41.819
nad Lučním potokem	27.2	44.2	74.7	164.0	35.836 - 38.587
nad Doubským potokem	29.5	48.7	82.7	174.2	35.374 - 35.836
nad Slunným potokem	34.1	57.9	99.1	195.0	34.728 - 35.374
nad Harcovským potokem	36.5	62.6	107.5	206.0	32.649 - 34.728
nad Janovodolským potokem	40.6	70.6	121.9	225.8	31.694 - 32.649
nad Jizerským potokem	43.8	77.0	133.4	241.5	30.621 - 31.694
nad Černou Nisou	46.0	81.3	141.0	252.0	27.262 - 30.621
nad Ostašovským potokem	54.2	98.4	171.5	287.7	26.439 - 27.262
nad Údolským potokem	65.1	121.0	212.0	335.0	20.336 - 26.439
nad Jeřící	74.6	139.0	243.0	385.0	17.442 - 20.336

2.3 Předchozí studie

V rámci této studie byly zohledněny, některé výstupy z předchozích protipovodňových studií.

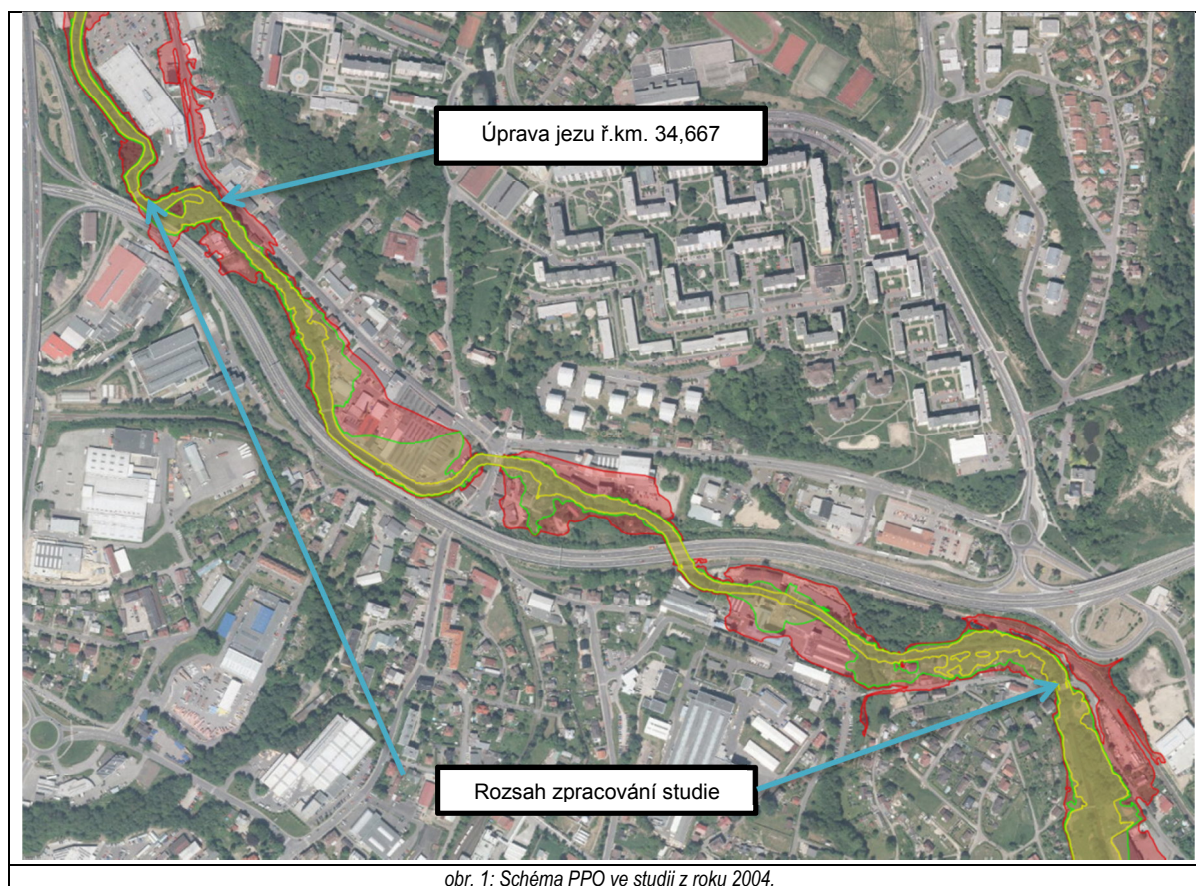
2.3.1 Studie PPO města Liberce v úseku Mostecká a Vesecká z roku 2004

Ve studii nebyla navrhována protipovodňová opatření pro ochranu objektů městské zástavby na březích toku ve formě souvislé linie či prvků lokální ochrany. V rámci studie byla navržena úprava pevného jezu v ř.km. 34,667 (viz obr. 1).

Pouze v úseku nad mostem v Mostecké ulici podél části ulice Dr. M. Horákové bylo uvažováno o nutnosti provést dílčí opatření proti zaplavování pravého břehu rozlivem z výše položené části toku. Při návrhovém průtoku Q_{100} by, vlivem vzduť na pevném jezu, natékala ulicí Dr. M. Horákové povodňová voda do městské zástavby pod mostem v Mostecké ulici.

Předpokládá se zde zřízení provizorní hrázky délky cca 110 m a výšky do cca 1,50 m umístěné na okraji komunikace Mostecká (viz situace). Hrázku je možno provést buď z pytlů s pískem, nebo z gumotextilních vaků plněných vodou (výrobce Rubena Náchod). V uvedené výšce hrázky je zahrnuto navýšení 30 cm nad návrhovou hladinou Q_{100} .

V případě odstranění pevného jezu by byl problém natékání povodňové vody do zástavby ulicí Dr. Milady Horákové výrazně menší. Bylo by možno vyřešit provizorní hrázkou délky cca 20 m a výšky cca 40 cm vedenou kolmo přes komunikaci cca v ř.km 34,7. Materiál opět buď pytle s pískem či gumotextilní vaky.



2.3.2 Studie protipovodňové ochrany dolního centra města Liberce - 2002

Studie je zpracována v rozsahu od silničního mostu v ulici Metelkova po silniční most v ulici Košické, ř.km 31,963 až 33,295 (viz obr. 2)

V rámci této studie byla navržena jako PPO kombinace ŽB zdí a mobilních hrazení.



obr. 2: Schéma Studie PPO dolního centra města Liberce z roku 2002.

2.3.3 DUR - Protipovodňová ochrana dolního centra města Liberce – 2007

V rámci DUR z roku 2007 byla řešena ochrana centra od ulice Košická až po ulici Metelkova (viz obr. 3). Ochrana je řešena především ŽB zdmi a mobilním hrazením.



obr. 3 Schéma PPO dolního centra z roku 2007.

2.3.4 Studie protipovodňové ochrany města Liberce v úseku ČOV - Metelkova ul. – 2003

Studie z roku 2003 řeší ochranu města pod centrem od ulice Jungmanova až po ČOV. Jako ochrana jsou v úseku ulice Winterova použity ŽB zdi mezi zahrádkami a komunikací. Dále je vedena zeď podél PA. V části pod fotbalovým stadionem je PPO řešena zemními hrázezi okolo ohrožených domů.



obr. 4: Schéma PPO v úseku Metelkova ul. - ČOV z roku 2003.

2.4 Hydrodynamický model

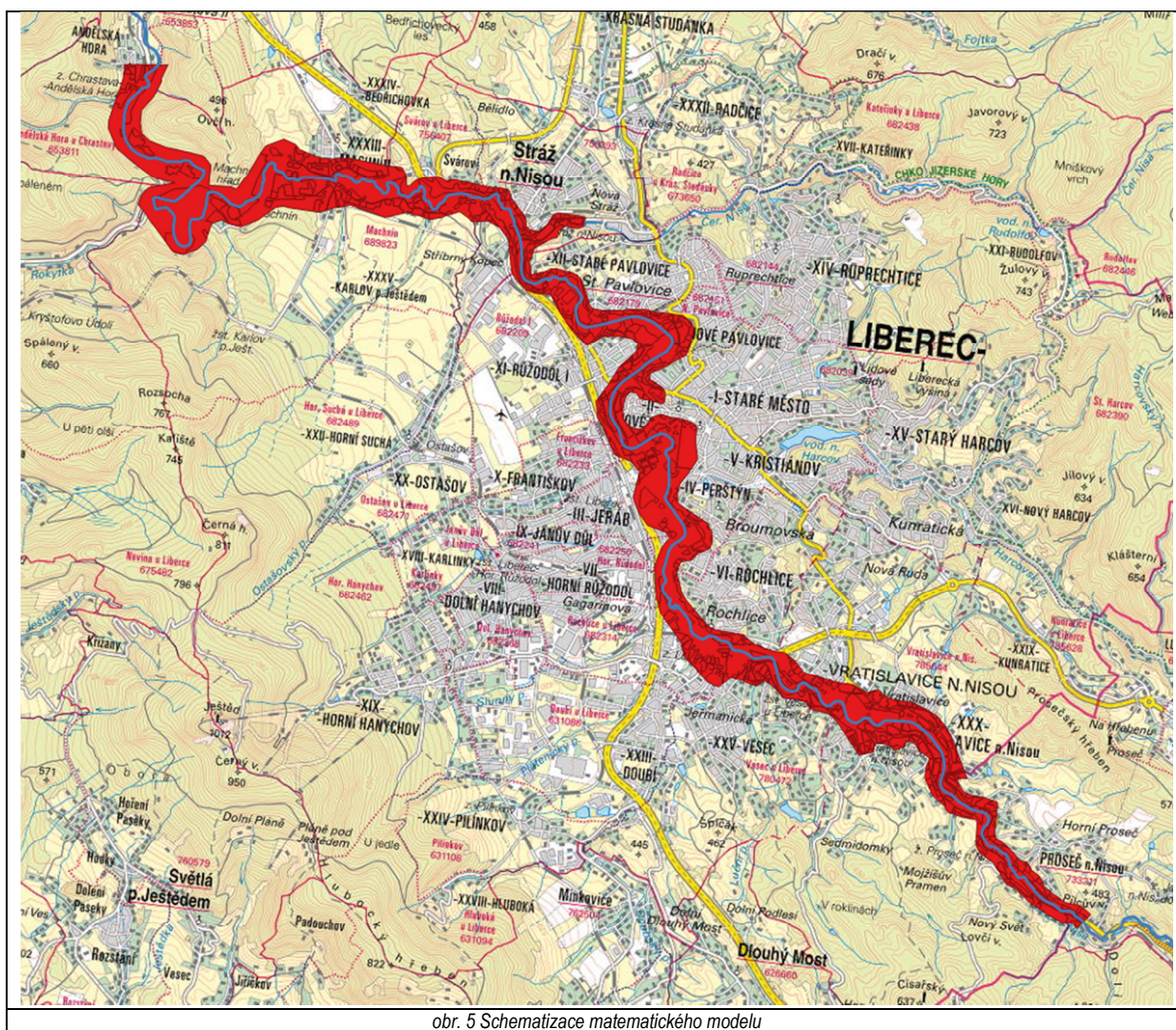
Pro výpočet byl použit matematický program vyvinutý americkým hydrologickým centrem (Hydrologic Engineering Center- HEC), který spadá pod tým inženýrů institutu vodních zdrojů (Institute for Water Resources - IWR) americké armády. Slouží k jednorozměrnému matematickému modelování říčních systémů (River Analysis Systém - RAS). První verze HEC- RAS 1.0 byla uvedena v červenci roku 1995. Nejnovější verze je v současnosti HEC- RAS 5.0.7.

Předpoklady výpočtu

- Průtok vody v řece je buď nerovnoměrný ustálený anebo nerovnoměrný neustálený.
- Proudění je pozvolna měnící se. Nedochází k náhlým změnám v příčném průřezu.
- K náhlé změně průřezu může dojít pouze v objektech, jako jsou jezy, mosty nebo propustky
- Sklon řeky je menší než $i = 0,1$
- Proudění je jednorozměrné, proud vody má směr vždy kolmý na zadaný příčný profil.

2.4.1 Rozsah modelu

Hydrodynamický model byl sestaven na podkladu digitálního modelu terénu (DMT) sestávající se z geodetických podkladů. Hydrodynamický model schematizuje koryto vodního toku pomocí 1D a 2D výpočetní sítě. Rozsah modelu je ř. km 19,000 až po ř. km 41,500.



obr. 5 Schematizace matematického modelu

2.4.2 Dolní okrajová podmínka (DOP)

Dolní okrajová podmínka definuje charakteristiky proudění v dolní části sestaveného modelu. Pro potřebu modelu byl zvolen předpoklad ustáleného rovnoměrného proudění $i = 0.002$.

2.4.3 Horní okrajové podmínky (HOP)

Horní okrajové podmínky definují velikosti průtoků na horním okraji modelu. Vzhledem k tomu, že se při kombinaci 1D/2D schematizaci jedná o neustálený výpočet, je třeba zadat celkovou dobu simulace (délku trvání povodně). Záplavové čára jsou dle vyhlášky počítány pro ustálený stav, tedy pro čas, kdy již nedochází k nárůstu hladiny a průtoků ve výpočetních elementech HD modelu. Vzhledem k rychlostem povodně, délce řešeného toku a realnosti trvání kulminačního průtoků na takto velkém vodním toku, byla zvolena doba simulace 12 hodin, kdy jsou všechny části modelu zcela ustáleny.

2.4.4 Manningův součinitel drsnosti n

Důležitým ztrátovým součinitelem, který je zahrnut v rovnicích počítajících průtok vody, je Manningův drsnostní součinitel n . Závisí především na druhu koryta, zda je přirozené či uměle vytvořené a na velikosti a tvaru koryta v podélném i příčném směru.

Vliv na hodnotu má geologie území, předpokládaná hloubka vody v poměru s velikostí frakce dnových sedimentů, technický stav koryta (je-li zanesené jemnými splaveninami, existence popadaných kmenů apod.). V inundaci je rozhodující druh vegetace a roční období, do kterého datujeme výpočet, tj. jedná-li se o intravilán města nebo o zemědělsky obhospodařované území, lesy nebo pastviny apod.

Nejpřesnější odhad Manningova n je ze zpětného výpočtu, kdy známe průtok i výšku hladiny v řece. Postupnou změnou n se na konec přiblížíme s vypočítanými hodnotami ke skutečně naměřené hodnotě.

Do matematického modelu byl drsnostní součinitel vložen na základě plošného rozdělení území dle typu povrchů (koryto toku, orná půda, zpevněné plochy, lesy apod.)

tab. 3: Manningův drsnostní součinitel

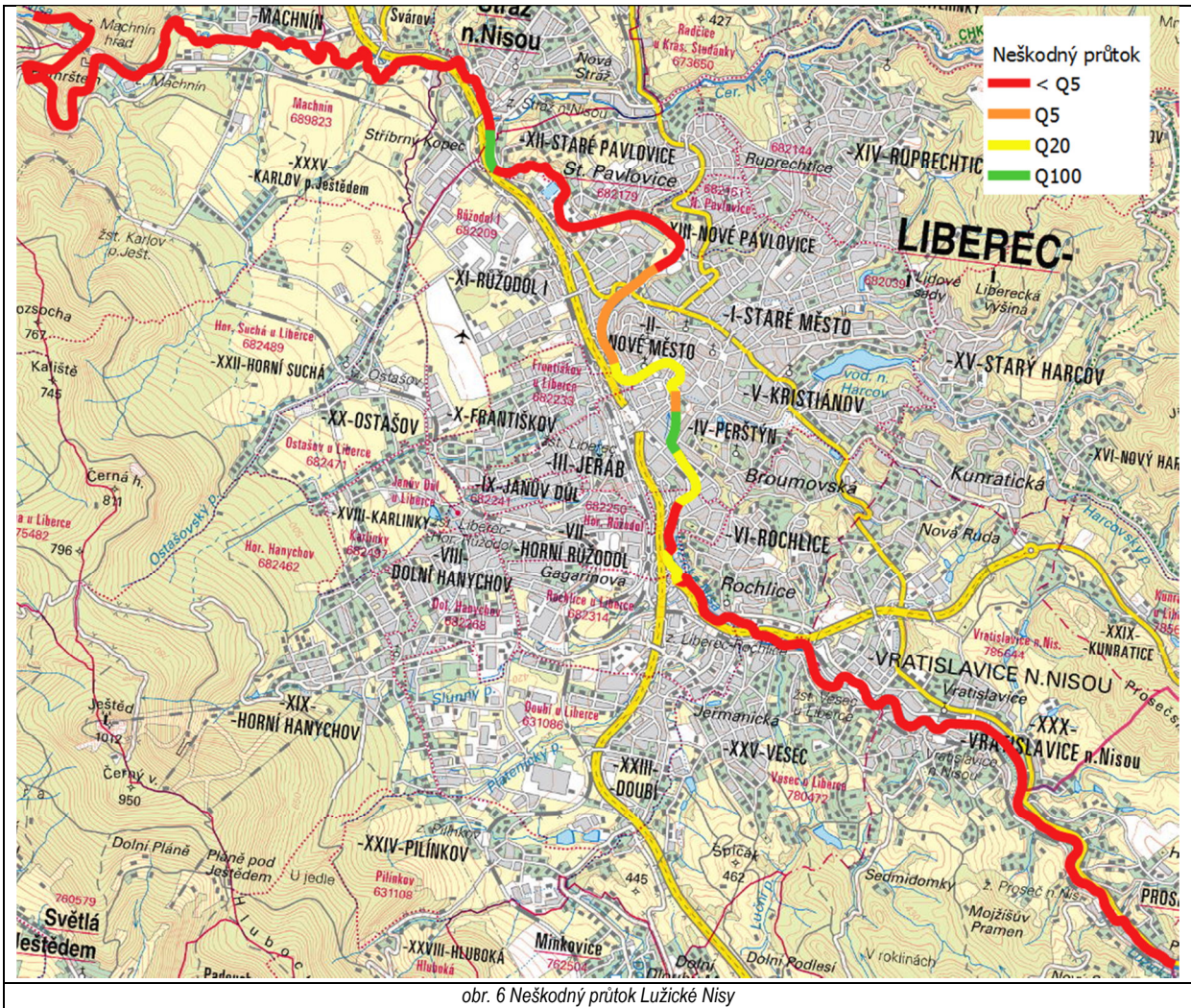
Typ povrchu	n
arealucelovezastavby	0.1
bazinamocal	0.04
budovablokbudov	10
hrbitov	0.07
kolejiste	0.05
kulnasklenikfoliovnik	0.1
lesnipudasestromy	0.08
lesnipudaskrovinatymporostem	0.1
loukapastvina	0.04
okrasnazahradapark	0.06
ornapudaaostatnineurceneplochy	0.05
ostatniplochavsidlech	0.04
ovocnysadzahrada	0.06
parkoviste	0.035
rozvalinazricenina	0.07
skladka	0.05
usazovacinadrzodkaliste	0.05
vodniplocha	0.035
zeleznicnistanice	1

3 Rozsah ohrožení

Rozsah ohrožení pro průtokové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} byl stanoven na základě dopočítané úrovně hladiny v korytě a zaplaveného území. Záplavová čára představuje průnik těchto hladin s digitálním modelem terénu. Výsledné záplavové čáry byly upraveny tak, že z nich byly odstraněny „drobné“ ostrůvky, které představují nerovnosti terénu uvnitř záplavového území.

3.1 Neškodný průtok

Po celé délce toku byla prověřena průtočná kapacita koryta a stanoven tzv. neškodný průtok. Je to maximální možný průtok, při kterém ještě nedochází ke škodám na majetku. Byly vytvořeny 4 kategorie neškodného průtoku



obr. 6 Neškodný průtok Lužické Nisy

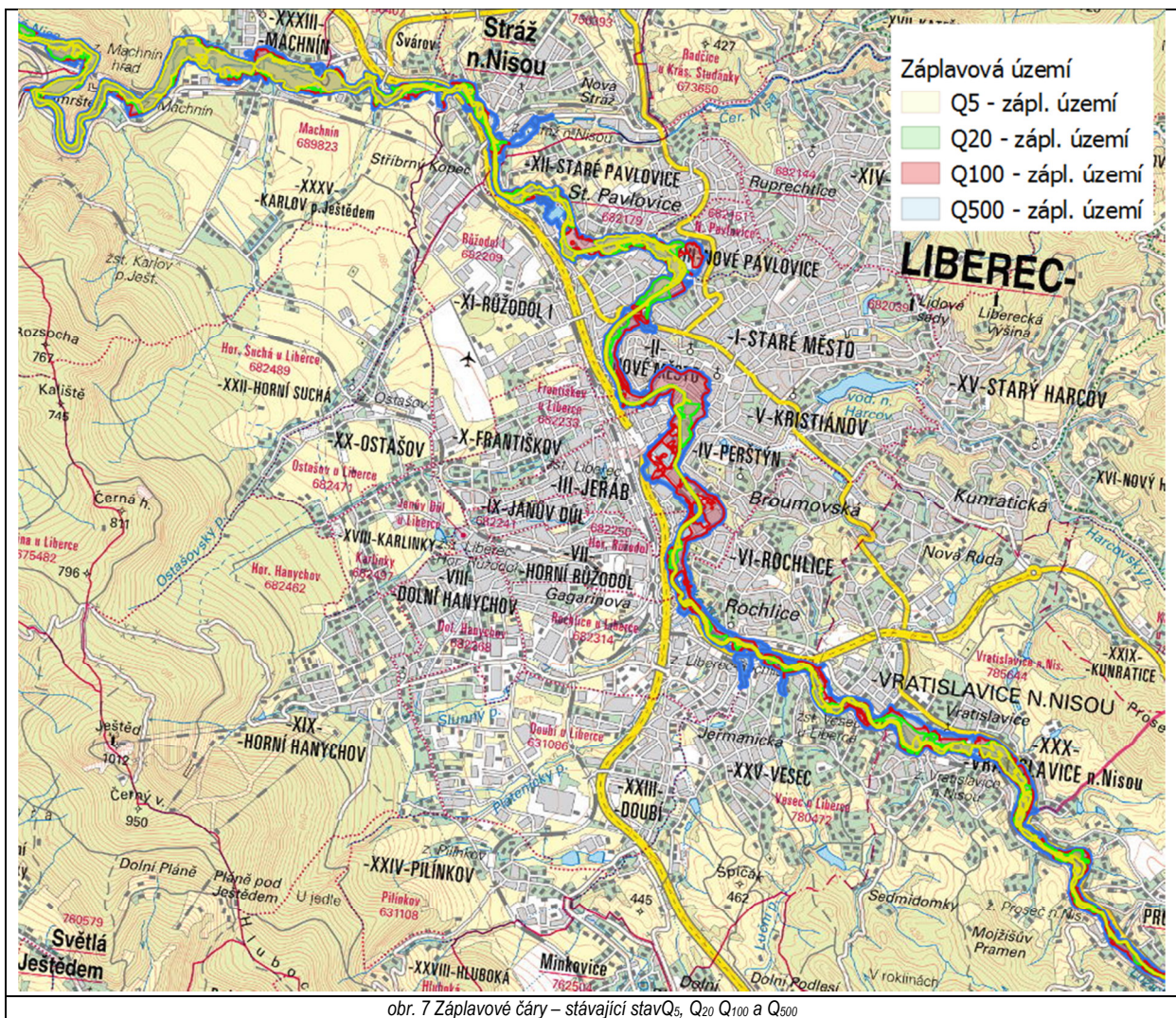
tab. 4: Neškodný průtok Lužické Nisy.

Úsek	Kritický profil [ř.km]	$Q_{neš}$ [m^3/s]	N-letost
19.0 - 21.8	19.3	33.4	Q_5
21.8 - 22.3	22.3	46.6	
22.3 - 25.0	23.9	17.0	
25.0 - 26.8	25.8	27.2	
26.8 - 27.4	26.9	36.6	
27.4 - 27.8	27.5	171.5	Q_{100}
27.8 - 28.8	28.3	19.6	Q_5
28.8 - 30.4	30.0	24.9	
30.4 - 31.4	31.0	46.7	Q_5
31.5- 32.4	32.5	72.5	Q_{20}

Úsek	Kritický profil [ř.km]	Qneš [m ³ /s]	N-letost
32.4 - 32.8	32.7	55.6	Q5
32.8 - 33.2		121.9	Q100
33.2 - 33.8	33.7	67.0	Q20
33.8 - 34.2	33.9	31.7	< Q5
34.2 - 34.6	34.2	60.8	Q20
34.6 - 35.3	34.7	13.8	< Q5
35.3 - 35.4	35.3	16.6	
35.4 - 35.9	35.4	28.0	
35.9 - 36.9	36.2	8.3	
36.9 - 37.4	37.4	27.0	
37.4 - 37.9	37.5	16.2	
37.9 - 38.6	38.2	6.4	
38.6 - 39.8	39.8	12.0	
39.8 - 40.1	39.9	5.0	
40.1 - 41.5	40.3	14.9	

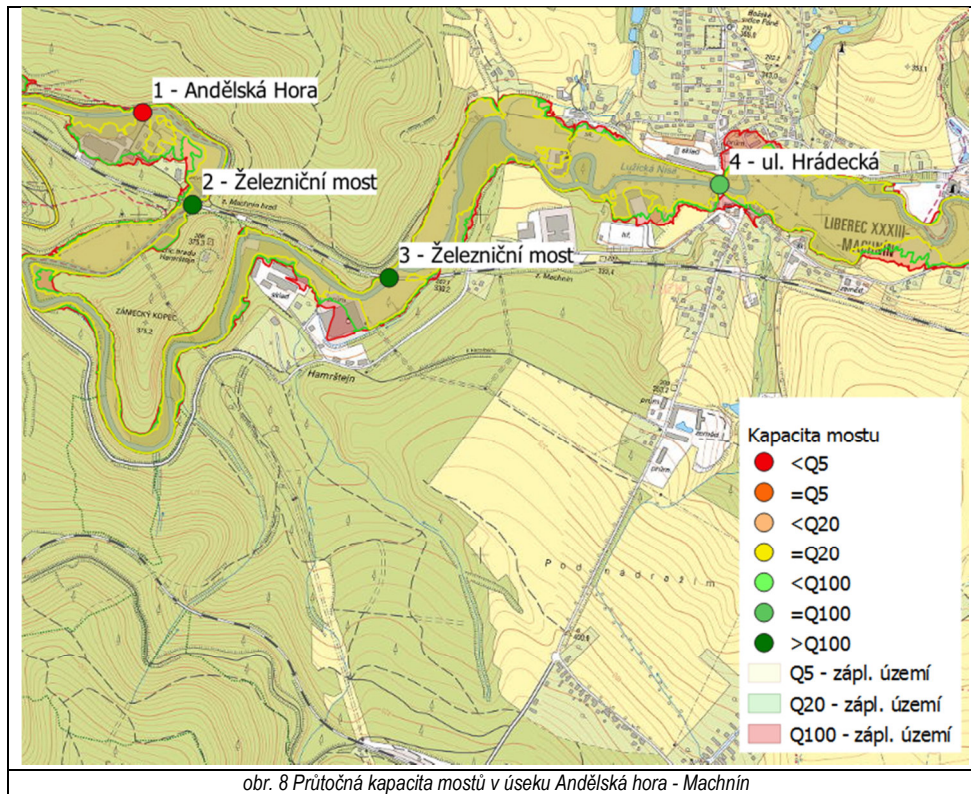
3.2 Záplavová území stávající stav

Na následujícím obrázku je znázorněn rozliv vody pro všechny tři výpočetní scénáře Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀. Z rozlivu je patrné, že území je významně ohrožováno již při průtoku Q₅ a Q₂₀. Rozsah zaplavení je následně okomentován v následujících kapitolách, kdy je území města rozdělen na jednotlivé úseky.

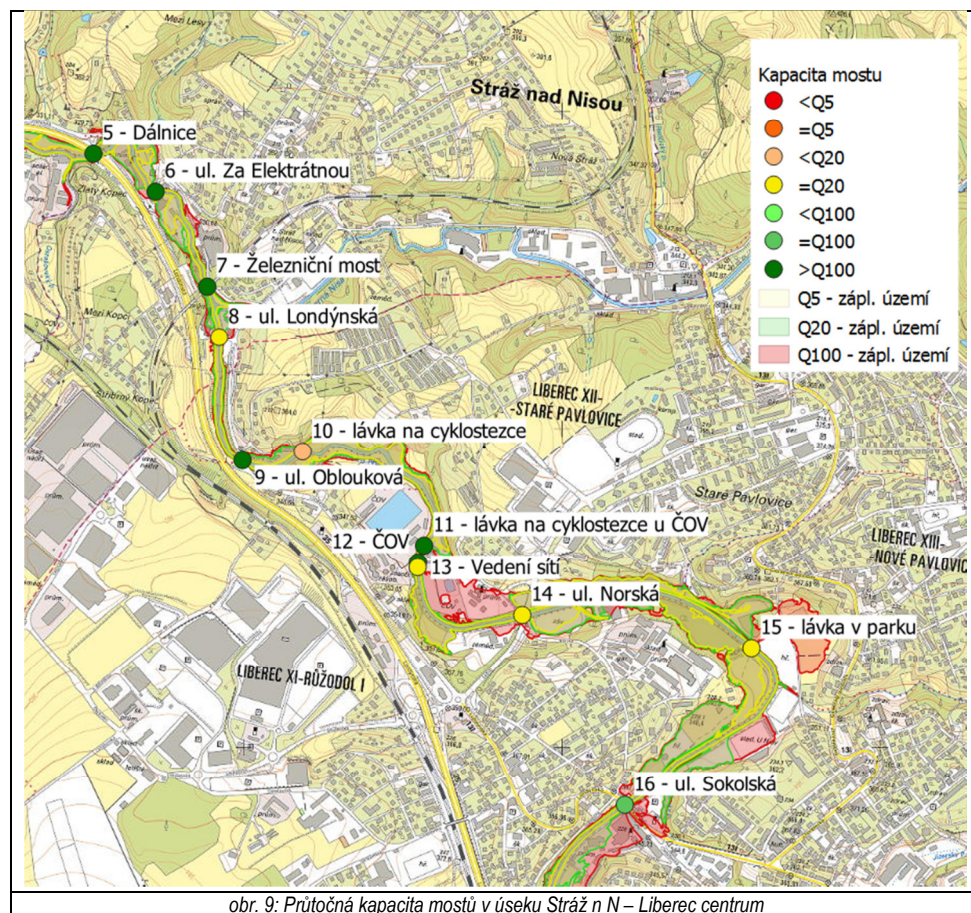


3.3 Průtočná kapacita mostů

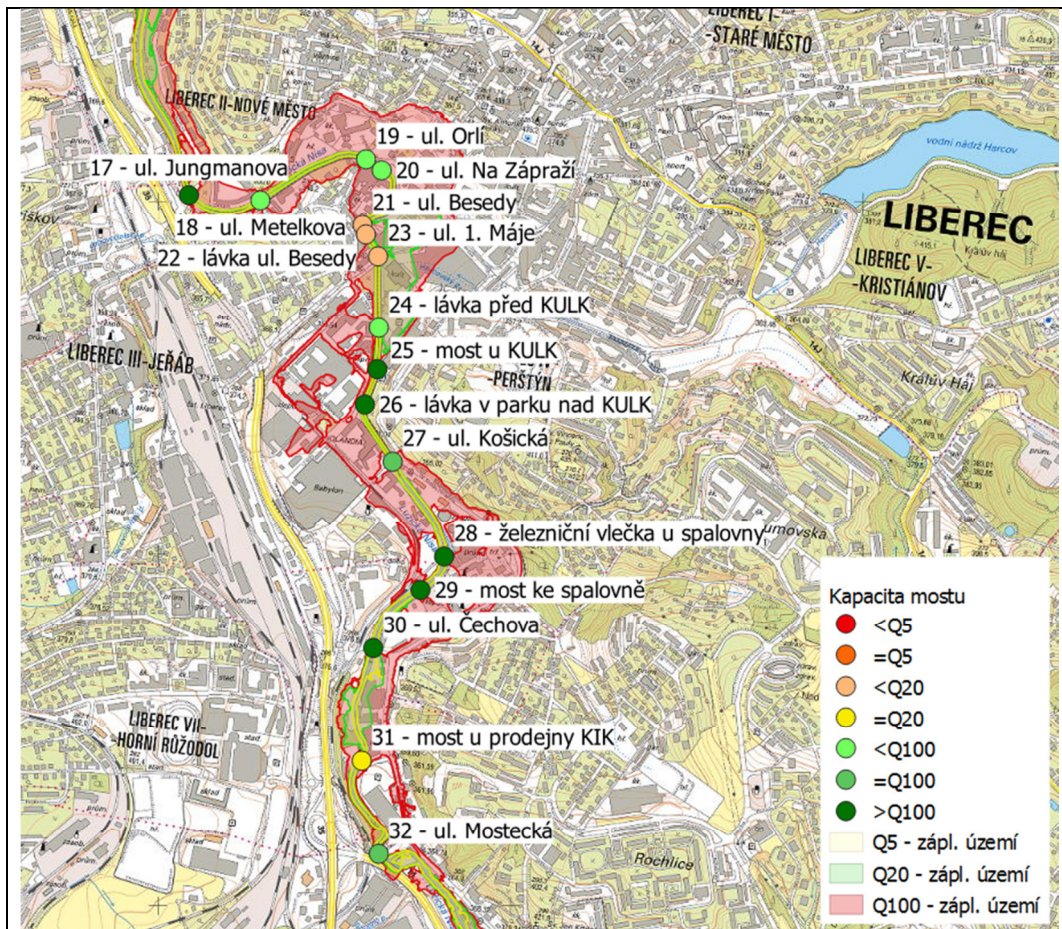
Pro každý most v Liberci byla zjištěna průtočná kapacita. Nekapacitní most nad sebou navzdouvává vodu, což může vést k rozlivu a zatápnění majetku.



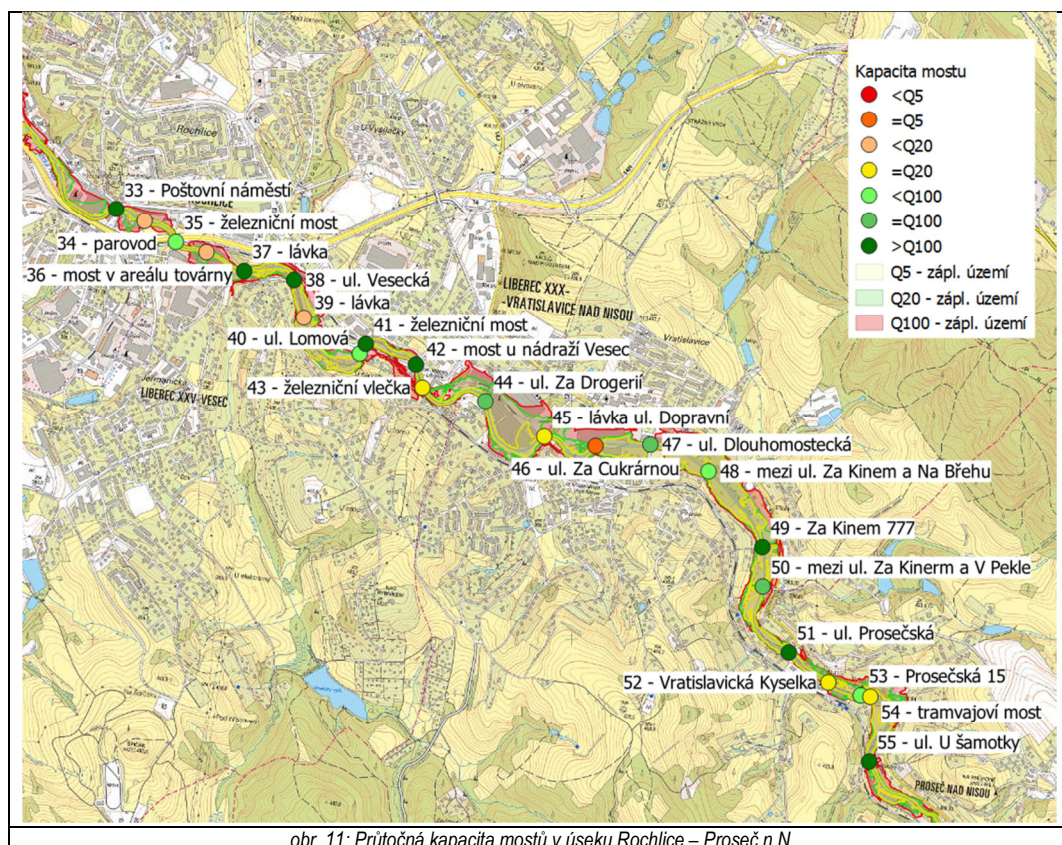
obr. 8 Průtočná kapacita mostů v úseku Andělská hora - Machnín



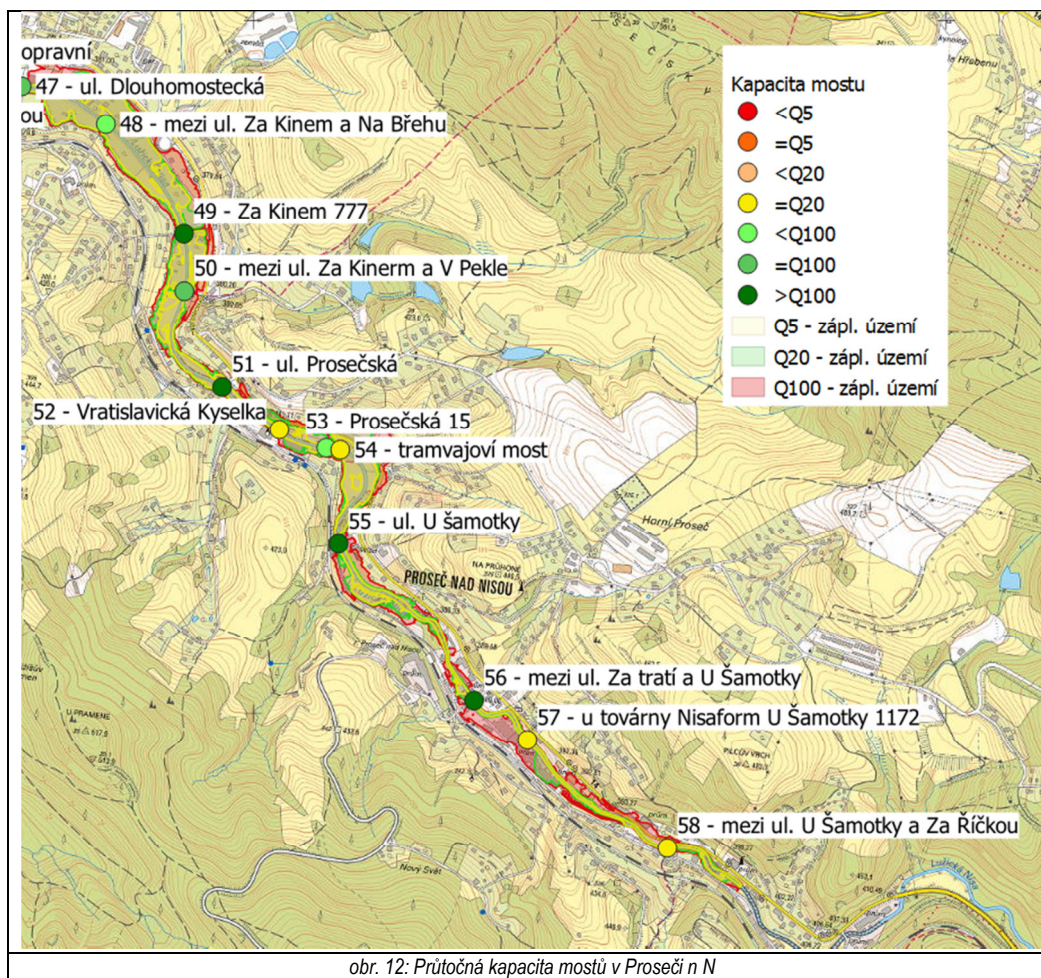
obr. 9: Průtočná kapacita mostů v úseku Stráž nad N - Liberec centrum



obr. 10: Průtočná kapacita mostů v úseku Liberec centrum - Rochlice



obr. 11: Průtočná kapacita mostů v úseku Rochlice – Proseč n N



tab. 5: Průtočná kapacita mostů.

Most	Ř.km	Q5	Q20	Q100
1 Andělská Hora	19.259	přes	přes	přes
2 železniční most	19.735	pod	pod	pod
3 železniční most	22.403	pod	pod	pod
4 ul. Hrdecká	23.846	pod	pod	do
5 Dálnice	26.519	pod	pod	pod
6 ul. Za Elektrámou	26.822	pod	pod	pod
7 železniční most	27.195	pod	pod	pod
8 ul. Londýnská	27.359	pod	do	přes
9 ul. Oblouková	27.787	pod	pod	pod
10 lávka na cyklostezce	27.989	pod	přes	přes
11 lávka na cyklostezce u ČOV	28.668	pod	pod	pod
12 ČOV	28.726	pod	pod	pod
13 Vedení sítí	28.739	pod	do	přes
14 ul. Norská	29.223	pod	do	přes
15 Lávka v parku nad KU	29.982	pod	do	do
16 ul. Sokolská	30.744	pod	pod	do
17 ul. Jungmanova	31.672	pod	pod	pod
18 ul. Metelkova	31.899	pod	pod	přes
19 ul. Orlí	32.242	pod	pod	přes
20 ul. Na Zápraží	32.292	pod	pod	přes
Lávka u Plauditů			Mobilní	
21 ul. Besedy	32.513	pod	přes	přes

	Most	Ř.km	Q5	Q20	Q100
22	Lávky ul. Besedy	32.535	pod	přes	přes
23	ul. 1. Máje	32.624	pod	přes	přes
24	lávka před KULK	32.808	pod	pod	přes
25	most u KULK	32.927	pod	pod	pod
26	lávka v parku nad KULK	33.029	pod	pod	pod
27	ul. Košická	33.228	pod	pod	do
28	železniční vlečka u spalovny	33.534	pod	pod	pod
29	most ke spalovně	33.659	pod	pod	pod
30	ul. Čechova	33.883	pod	pod	pod
31	most u prodejny KIK	34.235	pod	do	přes
32	ul. Mostecká	34.540	pod	pod	do
33	Poštovní nám.	35.263	pod	pod	pod
34	parovod	35.374	pod	přes	přes
35	železniční most	35.701	pod	pod	přes
36	most v areálu továrny	35.561	pod	pod	přes
37	lávka	35.879	pod	pod	pod
38	ul. Vesecká	36.120	pod	pod	pod
39	lávka	36.280	pod	přes	přes
40	ul. Lomová	36.653	pod	pod	přes
41	železniční most	36.695	pod	pod	pod
42	most u nádraží Vesec	36.941	pod	pod	pod
43	železniční vlečka	37.040	pod	do	přes
44	ul. Za Drogerií	37.411	pod	pod	do
45	lávka ul. Dopravní	37.766	pod	do	přes
46	ul. Za Cukrárnou	38.030	do	přes	přes
47	ul. Dlouhomostecká	38.264	pod	pod	do
48	mezi ul. Za Kinem a Na Břehu	38.533	pod	pod	přes
49	Za kinem 777	38.927	pod	pod	pod
50	mezi ul. Za Kinem a V Pekle	39.093	pod	pod	do
51	ul. Prosečská	39.455	pod	pod	pod
52	Vratislavická Kyselka	39.662	pod	do	přes
53	Prosečská 15	39.808	pod	pod	přes
54	tramvajový most	39.852	pod	do	přes
55	ul. U Šamotky	40.182	pod	pod	pod
56	mezi ul. Za tratí a U Šamotky	40.818	pod	pod	pod
57	u továrny Nisaform U Šamotky 1172	41.037	pod	do	přes
58	mezi ul. U Šamotky a Za Říčkou	41.561	pod	do	přes

4 Návrh protipovodňové ochrany

Postup zpracování byl od nejnižší položeného úseku dále směrem proti proudu k nevyšší položenému úseku. Navrhovaná protipovodňová opatření se mohou ovlivňovat vlivem navýšení hladiny nad chráněnou lokalitou.

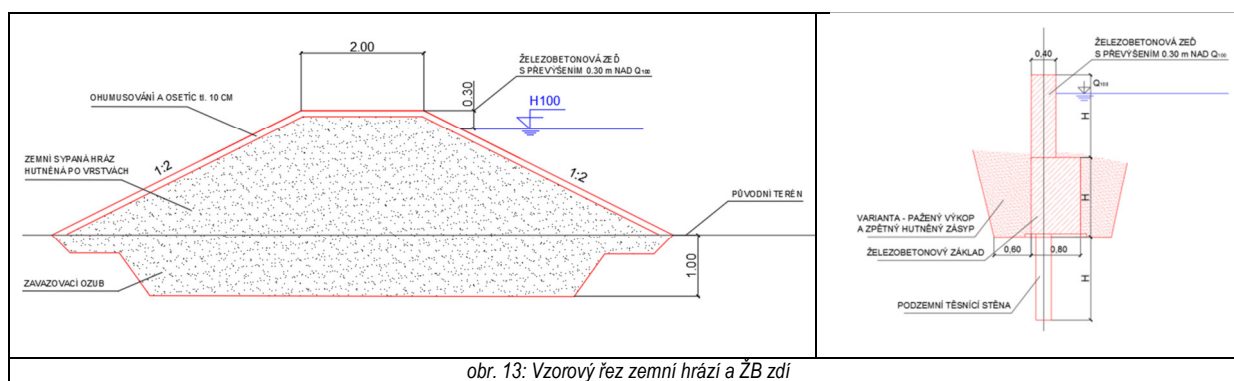
4.1 Obecné zásady návrhů PPO

Pro návrh liniových prvků protipovodňové ochrany je uvažována bezpečnostní rezerva 30 cm nad dopočítanou hladinu při průtoku Q_N . V místech, kde se nejedná o navyšování stávající břehové zdi je uvažováno s hloubkou podzemní stěny jako dvojnásobek výšky nadzemní části konstrukce.

Ve studii jsou navrženy jako statická PPO železobetonové zdi, zemní hráze a jako mobilních hrazení gumové vaky napouštěné vodou, které mají vzhledem častěji používaným hliníkovým profilů mnoho výhod. Problémem mobilních hrazení je nutnost skladování a také pracnost na jejich naložení, odvoz a postavení. V případě mobilních hrazení uvažujeme o gumových vacích plněných vodou. Ty jsou oproti klasickým hliníkovým profilům méně náročný na množství pracovníků, které je budou převážet a stavět. Gumové vaky se napouští vodou přímo z řeky čerpadlem a poté se zpět vypustí. Vzhledem k charakteru reliéfu a blízkosti hor jsou postupové doby povodní krátké, tak jako a čas na postavení mobilních hrazení.

Železobetonové zdi jsou problematické z hlediska architektonického rázu, především v centru města. Jsou dražší než zemní hráze. Nevýhodou zemních hrází je velký zábor pozemku na jejich vybudování (cca 4-5 m šířky na 1 m výšky). Odborný odhad investičních nákladů na zbudování PPO má několik nejistot:

- Neznalost geologického podloží, které ovlivňuje hloubku těsnící stěny u ŽB zdí a hloubku zavazovacího ozubu u zemních hrází
- Neznalost statiky stávajícího opevnění koryta, v případě špatného statického stavu stávajícího opevnění koryta bude nutná kompletní rekonstrukce



4.2 Stanovení potenciálních povodňových škod

Potenciální povodňové škody byly stanoveny podle Metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik (kapitola 5.2 Povodňové riziko – kvantitativní vyjádření (potenciální škody) uveřejněné ve Věstníku Ministerstva životního prostředí z května 2011. Od té doby nevydalo Ministerstvo životního prostředí aktualizované křivky cenových hladin škod pro výpočet ekonomické efektivity v programu prevence před Povodněmi.

Do výpočtu škod ve studii byly zahrnuty pouze škody na budovách a nebyly připočítány škody na infrastruktuře, zahradách, polích a loukách. Škody vyplývající z ohrožení budov zastupují marginální část celkové škody, především v hustě zastavěném území.

Z výše popsaného vyplývá, že škody se při přepočítání od strategického partnera Ministerstva životního prostředí při podání žádosti o dotaci, pravděpodobně zvýší.

4.2.1 Princip výpočtu povodňových škod

4.2.1.1 Principy stanovení přímých potenciálních škod

Přímé potenciální povodňové škody se stanovují postupem založeným na aplikaci ztrátových křivek (ZK). Konstrukce ztrátových křivek (Broža, 2006; Horský, 2008; Satrapa, 1999) vycházejí z pořizovacích cen jednotlivých posuzovaných kategorií objektů a dále z detailního rozboru působení záplavy na jednotlivé kategorie

objektů a dílčí části jejich konstrukcí. Každá ztrátová křivka je vyjádřena v určitém intervalu hodnot potenciálního poškození. Horní a dolní mez škody je použita z důvodu různých možností uplatnění poruch dílčích částí konstrukce na výsledné škodě. Skutečná škoda, vyjadřující náklady na uvedení stavby do původního provozuschopného stavu, se pohybuje uvnitř uvedeného intervalu. Pořizovací ceny jsou odvozeny z cenových ukazatelů ve stavebnictví, které jsou zpracovávány firmou ÚRS pro jednotlivé kategorie podle Jednotné klasifikace stavebních objektů (JKSO). Pro vyčíslení potenciálních povodňových škod metodou ztrátových křivek se využívá následující vztah:

$$D_{ik} = E_{ik} \cdot C_k \cdot L_k$$

kde

- i index objektu v dané kategorii objektů,
- k index jednotlivých hodnocených kategorií,
- E množství či velikost zasaženého objektu dle kategorie [ks], [m], [m²], nebo [m³],
- C jednotková cena měrné jednotky dle hodnocené kategorie [Kč/ks], [Kč/m], [Kč/m²], nebo [Kč/m³]
- L ztráta pro jednotlivé kategorie vyjádřená v závislosti na zaplavení či hloubce zaplavení [%],
- D škoda daného objektu a kategorie [Kč].

Základní princip výpočtu pro jednotlivé kategorie škod je stále stejný, liší se pouze v měrných jednotkách a cenách jednotlivých kategorií objektů. Jsou užívány délkové jednotky [m], jednotky obestavěného prostoru [m³] a plošné jednotky [m²]. U stavebních objektů závisí ztráta na hloubce zaplavení, u kategorií jako jsou inženýrské sítě, dopravní infrastruktura, zemědělství závislost na hloubce zaplavení není.

Škody na objektech D_k se sčítají pro jednotlivé kategorie dle vztahu:

$$D_k = \sum_i D_{ik}$$

Celková škoda D v hodnoceném území se sčítá přes jednotlivé kategorie škod (aktivit) pro dané QN , tedy scénář nebezpečí.

$$D_N = \sum_k D_k D_N = \sum_{ik} D_{ik}$$

Výběr objektů pro hodnocení ztrát se provádí pomocí průniku vybraných vrstev modelu ZABAGED a rozlivů pro jednotlivé doby opakování Q_N . Pro výpočet škod byly použity rozlivy Q_5 , Q_{20} , a Q_{100} .

4.2.1.2 Analytická metoda výpočtu povodňového rizika

Výpočet povodňového rizika byl převzat z Metodiky pro posuzování protipovodňových opatření navržených do II. etapy programu „Prevence před povodněmi“ (r. 2007-2012 - Čihák, Satrapa, Fošumpaur). Analytický postup vychází ze znalosti rozdělení pravděpodobnosti ročních kulminačních průtoků. Toto rozdělení pravděpodobnosti lze odvodit přímo z čáry N -letých průtoků. Pro průměrné povodňové riziko na jeden rok platí:

$$R = E(D) = \int_{Q_a}^{Q_b} D(Q) \cdot f(Q) dQ$$

- kde $R = E(D)$ je průměrné povodňové riziko na jeden rok [Kč],
- $D(Q)$ je výše škody při průtoku Q [Kč],
- Q je průtok [m³·s⁻¹],
- $f(Q)$ je hustota pravděpodobnosti ročních kulminačních průtoků [-],
- Q_a , resp. Q_b je průtok, při kterém právě začínají vznikat škody, resp. průtok, při kterém je pravděpodobnost škod již blízká nule [m³·s⁻¹].

Výše uvedený vztah lze tudíž zapsat jako:

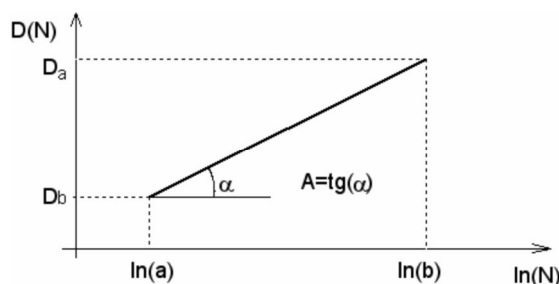
$$R = \int_{Q_a}^{Q_b} D(Q) \cdot dF(Q) = - \int_{Q_a}^{Q_b} D(Q) \cdot dP(Q) = - \int_a^b D(N) \cdot d \frac{1}{N}$$

Dále se vychází z předpokladu lineární závislosti mezi výší škod a logaritmem doby opakování:

$$D(N) = D_a + A(\ln N - \ln a)$$

Kde

$$A = (D_b - D_a) / (\ln b - \ln a)$$

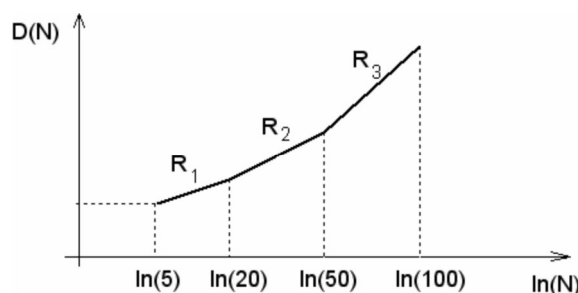


Za tohoto předpokladu je povodňové riziko:

$$R = - \int_a^b (D_a - A \ln a + A \ln N) d \frac{1}{N} =$$

$$= - \frac{1}{b} [D_a + A(1 + \ln b - \ln a)] + \frac{1}{a} (D_a + A)$$

Pro stanovení povodňového rizika na základě povodňových škod pro povodně Q₅, Q₂₀, Q₅₀ a Q₁₀₀, lze řešení zpřesnit linearizací po úsecích podle následujícího obrázku.



Potom se povodňové riziko určí pro každý interval zvlášť. Celkové povodňové riziko je pak dáno součtem rizik v jednotlivých intervalech:

$$R = \sum_{i=1}^3 R_i \quad [\text{Kč/rok}]$$

Výpočet současné hodnoty rizika

Pro výpočet současné hodnoty rizika (kapitalizované riziko) je použit diskontní přístup. Výpočet kapitalizovaného rizika je ovlivněn velikostí diskontní sazby. Na základě vývoje diskontní sazby v ČR podle informací ČNB a vzhledem k dalšímu předpokládanému vývoji je uvažována jednotná hodnota diskontní sazby ve výši 3%. Současná hodnota rizika vychází ze vztahu pro výpočet věčné renty:

$$R_s = \frac{R}{DS}$$

kde R_s současná hodnota rizika [Kč]
 R průměrné povodňové riziko na rok [Kč]
 DS roční diskontní sazba v desetinném tvaru [-]

Poměrový ukazatel efektivity PPO

Poměrový ukazatel vyjadřuje poměrnou ekonomickou efektivnost investice. Ukazatel vyjadřuje poměr, kdy v čitateli je redukce současné hodnoty rizika vlivem realizace PPO a ve jmenovateli je hodnota celkových nákladů na PPO:

$$PU = \frac{R_s(\text{bez PPO}) - R_s(\text{po realizaci PPO})}{I}$$

kde R_s (bez PPO) současná hodnota kapitalizovaného rizika před realizací PPO [Kč]
 R_s (po realizaci PPO) hodnota kapitalizovaného rizika po realizaci PPO [Kč]
 I celkové náklady na realizaci PPO [Kč]

Ukazatel PU vyjadřuje poměrnou ekonomickou efektivnost opatření pomocí bezrozměrné veličiny, která udává, o kolik bude sníženo současné riziko jednou korunou investice. V případě, že PU nabývá hodnot větších než 1, jde z dlouhodobého hlediska o rentabilní investici a naopak.

Doba návratnosti

Tento ukazatel slouží pro orientační vyčíslení ekonomické efektivnosti PPO pomocí doby návratnosti. Porovnání doby návratnosti jednotlivých PPO s mezními únosnými hodnotami podle tuzemských a zahraničních zkušeností poskytne další nástroj pro objektivní posouzení akcí v mezinárodním kontextu. Hodnota doby návratnosti je dána podle vztahu:

$$DN = \frac{I}{R(\text{bez PPO}) - R(\text{po realizaci PPO})}$$

kde I celkové náklady na realizaci PPO [Kč]
 R (bez PPO) současná hodnota rizika před realizací PPO [Kč]
 R (po realizaci PPO) hodnota rizika po realizaci PPO [Kč]

4.3 Stanovení míry ochrany

Dalším postupem ve studii bylo stanovení míry ochrany jednotlivých obcí a jejich částí. Míra ochrany byla stanovena s ohledem na morfologii terénu, zástavbu v blízkosti toku, možnosti vybudování ochrany nebo rozšíření průtočné kapacity toku.

Q_5

- Od Proseče nad Nisou (ř. km 41,5) po Rochlice (ř. km 35,3)

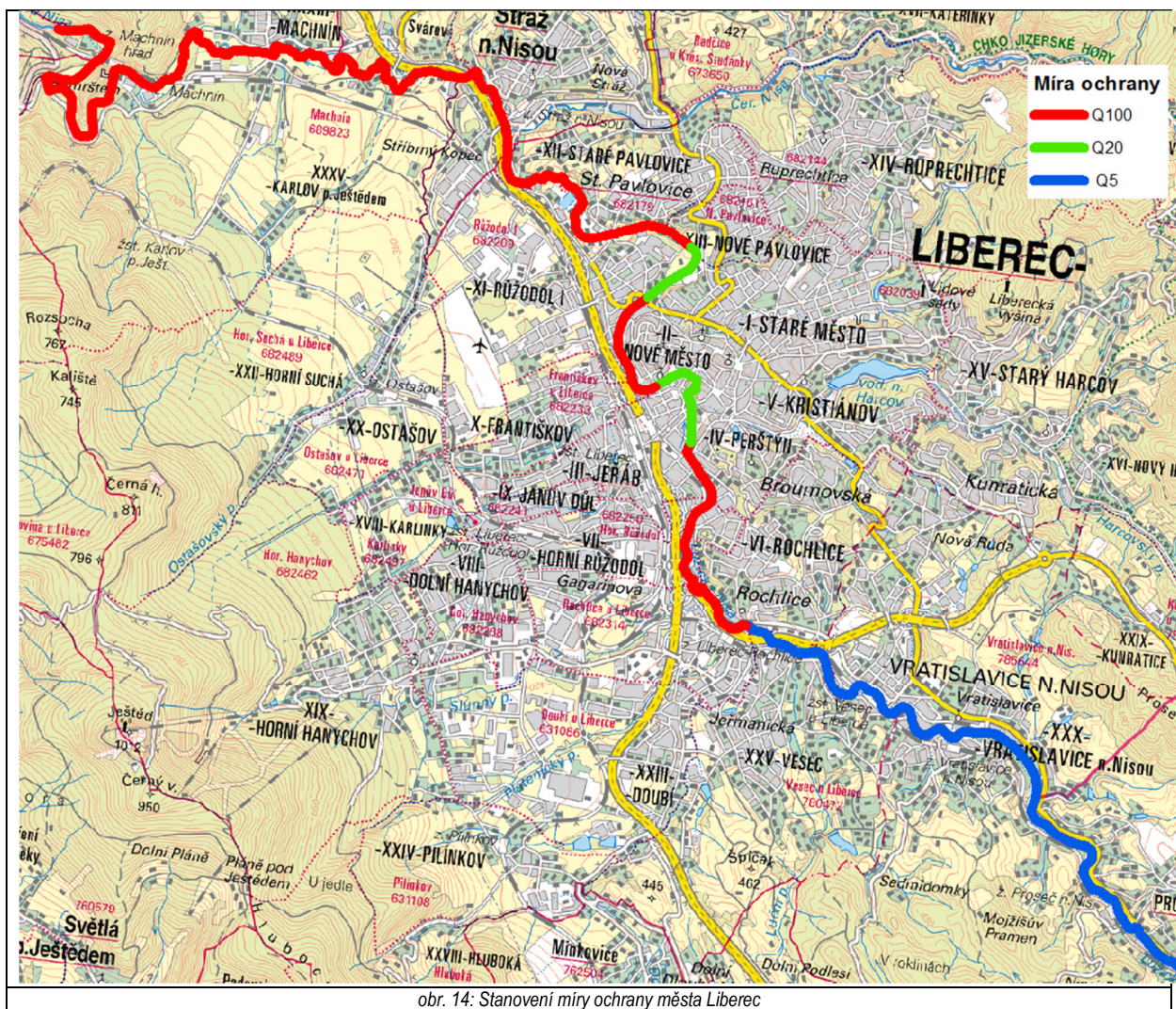
Q_{20}

- Od Krajského úřadu (ř. km 32,9) po Metelkovu ulici (ř. km 31,9)
- Od Londýnské ulice (ř. km 30,7) po Fotbalový stadion (ř. km 30,1)

Q_{100}

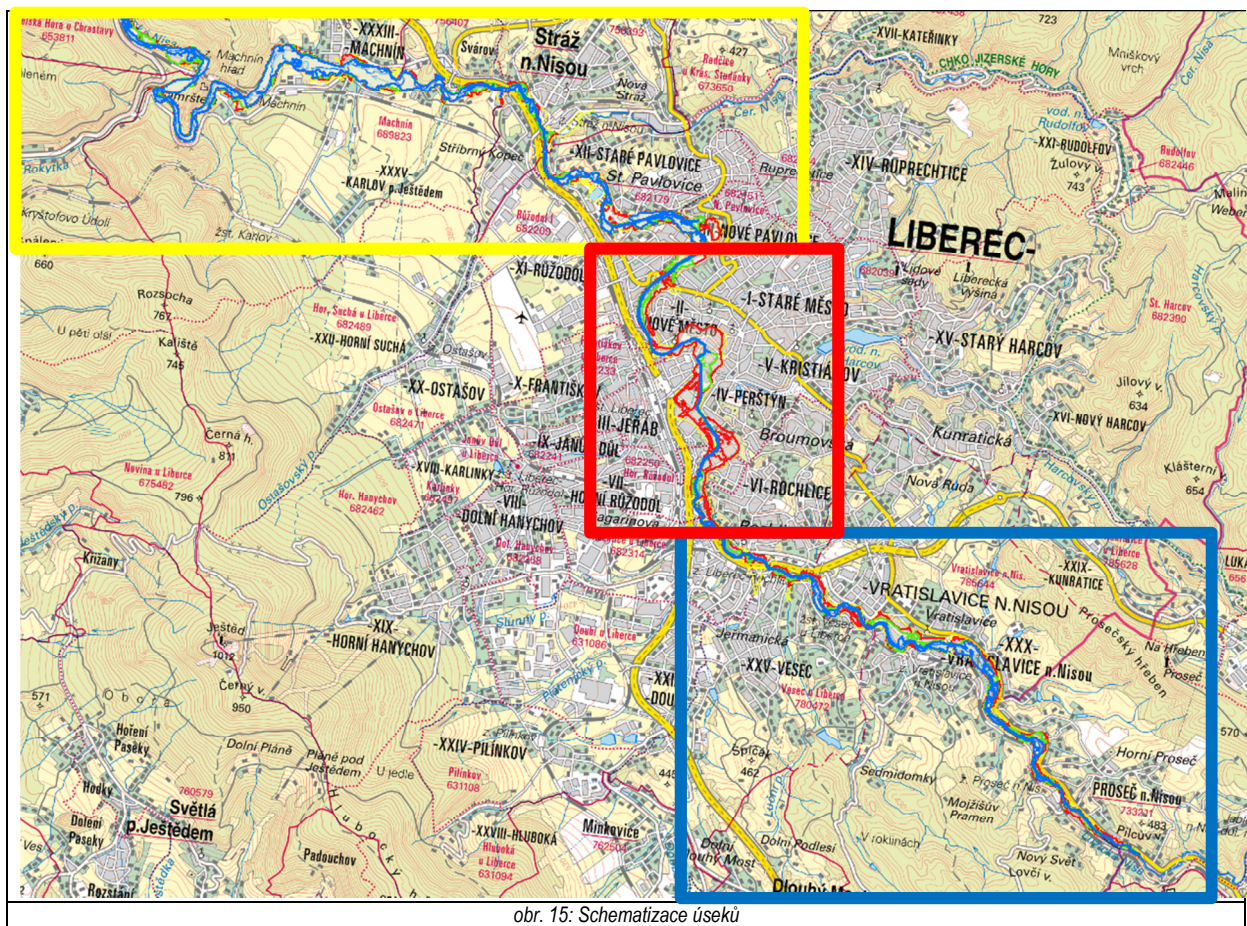
- Od Rochlic (ř. km 35,3) do centra ke Krajskému úřadu (ř. km 32,9)
- Od Metelkovy ulice (ř. km 31,9) po Londýnskou ulici (ř. km 30,7)
- Od fotbalového stadionu (ř. km 30,1) po Andělskou horu (ř. km 19,0)

Opatření projektované ve studii jsou vždy na průtok dle příslušné míry ochrany. Pokud by bylo v jednotlivých úsecích uvažováno o ochraně na vyšší průtok, znamenalo by to postavení zdí nebo zemních hráz podél celého toku a jednalo by se nepřiměřený zásah do stávajícího území.



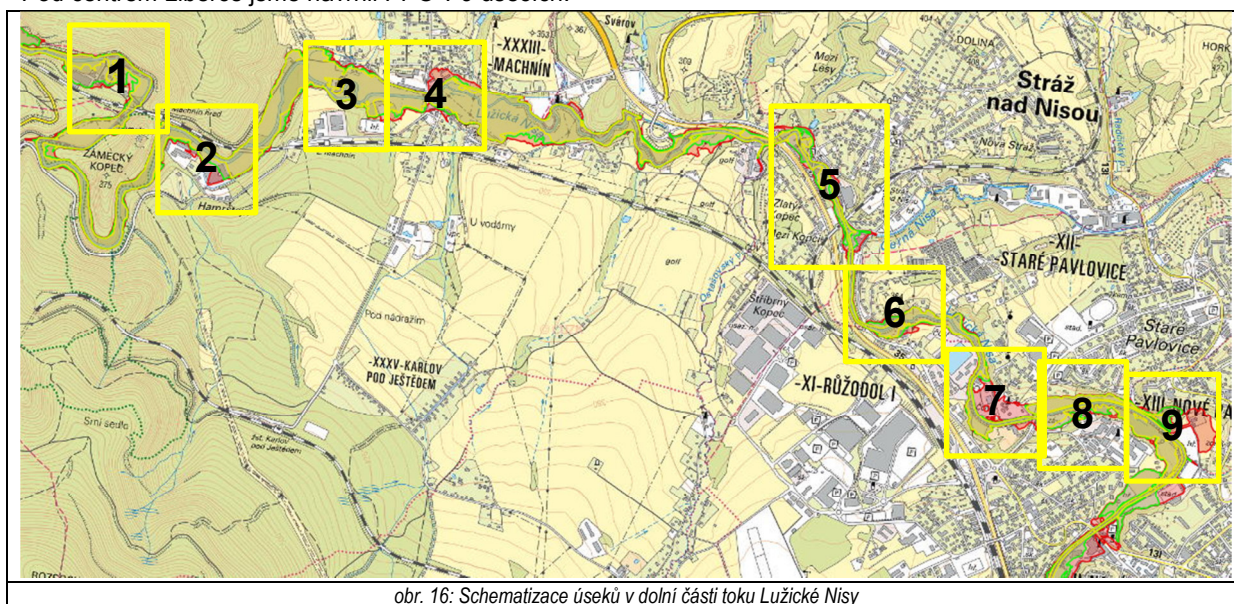
4.4 Definování úseků PPO

Tok Lužické Nisy je celé délce na území Liberce rozdělen na 21 úseků. Každý jednotlivý úsek lze řešit zvlášť, ale zároveň lze řešit úseky po skupinách. Což může být výhodné z majetkoprávních důvodů a také s ohledem na ekonomickou efektivitu jednotlivých částí. Jednotlivé úseky byly vybrány, tak aby se navzájem hydraulicky neovlivňovali, tedy pokud by se postavil jeden úsek, tak aby se nezhoršili odtokové podmínky v jiné části města a mohlo se PPO v jednotlivých úsecích realizovat na sobě časově nezávisle.



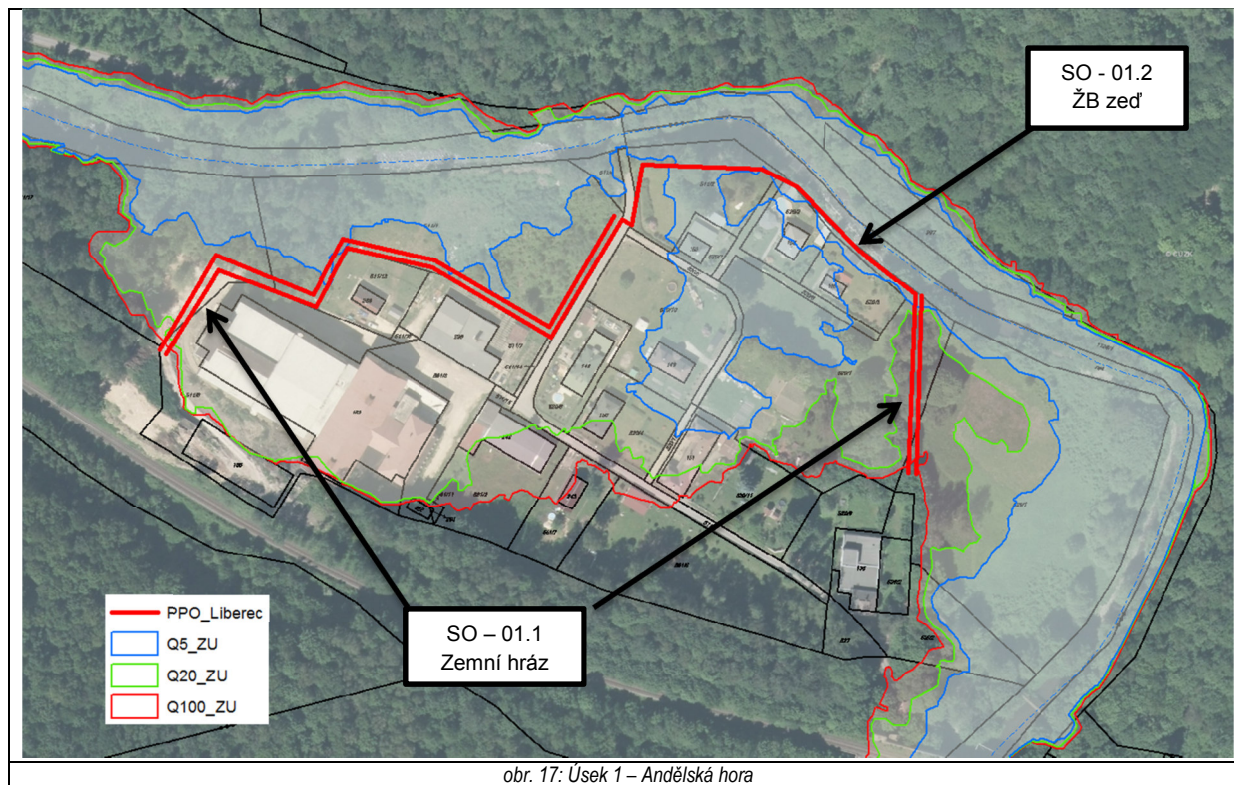
5 PPO pod centrem Liberce

Pod centrem Liberce jsme navrhli PPO v 9 úsecích.



5.1 Úsek 1 - Andělská hora (ř. km19.000 – 19.716)

V úseku 1 – Andělská hora dochází k levobřežnímu zaplavení, území na katastru obce Chrastava, Lužickou Nisou (viz obr. 17). Při Q_{100} dochází k zaplavení 6 obytných budov a průmyslového areálu. Neškodný průtok v tomto úseku je $33,4\text{m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $243,0\text{m}^3/\text{s}$.



5.1.1 Technický návrh

V tomto úseku je jako protipovodňové opatření navržena kombinace zemní hráze a protipovodňové zdi. Protipovodňové opatření je navrženo tak aby ochránilo majetek při průtoku Q_{100} .

Na západně straně začíná navrhované protipovodňové opatření zemní hrází, která je zavázaná do svahu. V tomto místě je kóta koruny hráze 302,15 m n.m, což je i s 30 cm bezpečnostní rezervou. Hráz obíhá severně pozemky, až ke komunikaci podél ní vede k mostu (viz obr. 18). Před mostem PPO překříží komunikaci a v místě křížení je projektováno mobilní hrazení z gumového vaku. Zde při křížení s komunikací je kóta PPO 303, 20 m n.m. Dále bude protipovodňové opatření vedeno ŽB zdí, která bude oddělovat pozemky s obytnými budovami od toku Lužické Nisy směrem proti proudu toku. Na hraně posledního pozemku je navržena opět zemní hráze, která bude směřovat jižním směrem a postupně se její výška bude snižovat. Zavázání zemní hráze je navrženo do terénu severně od vodní elektrárny. Kóta zemní hráze při zavázání je 304,60 m.n.m.



obr. 18: Umístění zemní hráze

V tab. 6 jsou uvedeny parametry navrhovaných PPO.

tab. 6: Parametry PPO SO – 01.1 ŽB zeď a SO – 01.2 Zemní hráz

SO – 01.1 ŽB zeď	
Délka zdi	165 m
Průměrná výška zdi	2 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	304,10 – 304,50 m n.m
SO – 01.2 Zemní hráz	
Délka hráze	345 m
Průměrná výška hráze	1,9 m
Šířka hráze v koruně	2 m
Kóta koruny hráze	302,15 – 304,60 m n.m.

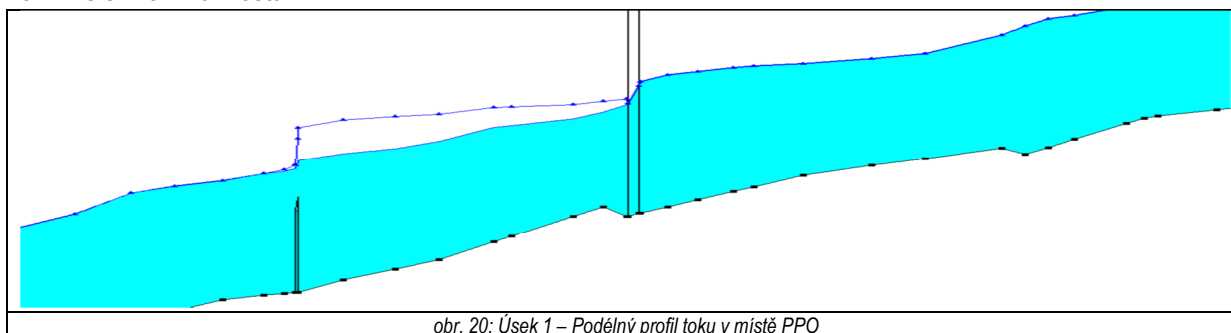
5.1.2 Hydrotechnické posouzení

Výstavbou PPO dojde ke zvýšení hladiny v místě PPO a proti proudu toku bude zvýšena hladina proti současnému stavu do délky 180 m proti proudu toku. Tím dojde k zaplavení komunikace mezi budovou s MVE a železničním mostem viz obr. 19 a obr. 20. Vzhledem k tomu, že přístupová komunikace je zaplavena výše proti proudu a tedy při Q_{100} nesjízdná, toto dodatečné zaplavení nezvyšuje ohrožení.



obr. 19: Úsek 1 – Hydrotechnické posouzení

V místě PPO dojde ke zvýšení hladiny oproti současnému stavu maximálně o 0,45 m. Zvýšení hladiny se projeví až k železničnímu mostu.



obr. 20: Úsek 1 – Podélný profil toku v místě PPO

5.1.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 7 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 7: Investiční náklady PPO SO – 01.1 ŽB zeď a SO – 01.2 Zemní hráz

SO – 01.1 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	2.0 m	28 133 Kč
Délka ŽB zdi		165 m
CELKEM		4 641 945 Kč
30% rezerva		1 392 583 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		6 mil Kč
SO – 01.2 Zemní hráz		
Cena za 1 m ³ při výšce -	1.9 m	828 Kč
Objem hráze		4 841 m ³
CELKEM		4 008 535 Kč
30% rezerva		1 717 943 Kč
CELKEM PPO s 30% rezervou		5.7 mil Kč
Přeložka sítě CETIN		
Cena za 1 m přemístění		2 000 Kč
Délka přemístění		300 m
Celkem za přeložku		0,6 mil Kč
CELKEM ZA PPO SO - 01		12,4 mil Kč

5.1.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 8: Úsek 1 – Maximální investiční náklady

		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	2.2	0.2	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	72.9	5.6	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	Imax	-	67.3	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	12.4	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	5.3	
Absolutní efektivnost	AU	-	54.6	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	6.3	roky

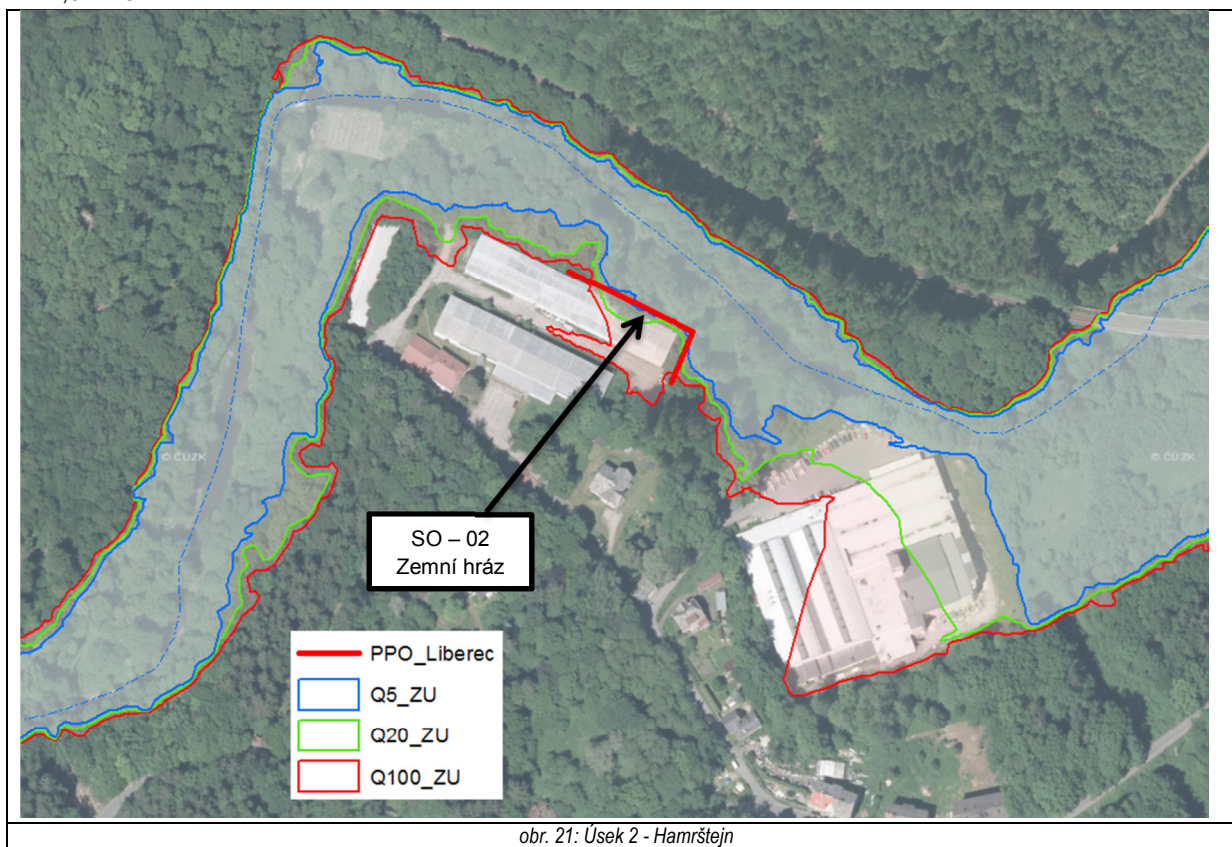
Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 72,9 mil Kč a pro návrhový stav 5,6 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 67,3 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 12,4 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 5,3, což je pro dotační program příznivá hodnota.

5.2 Úsek 2 - Hamrštejn (ř. km 22.09 – 22.30)

V tomto úseku toku Lužické Nisy se nacházejí dva průmyslové areály, které jsou částečně zaplavovány (viz obr. 21). V průmyslovém areálu v západní části dochází k částečnému zaplavení níže ležícího skladu. Průmyslový areál ve východní části je zaplaven dle terénu, avšak podlahy v areálu jsou zvýšené a nedochází tak k zaplavení

vnitřních prostor areálu (viz. obr. 22). Neškodný průtok v tomto úseku je $46,64 \text{ m}^3/\text{s}$ a návrhový průtok pro Q_{100} je $212,0 \text{ m}^3/\text{s}$.



5.2.1 Technický návrh

V rámci studie PPO je uvažováno ochraně průmyslového areálu v západní části lokality na povodňový průtok Q_{100} . Jednalo by se zemní hráze, která by vedla okolo severovýchodního rohu PA (viz. obr. 22). Délka navržené hráze je 85 a průměrná výška 1 m i s 0,3 m bezpečnostní rezervou.

tab. 9: Parametry PPO SO - 02 Zemní hráze

SO - 02 Zemní hráze	
Délka hráze	85 m
Průměrná výška hráze	1 m
Šířka hráze v koruně	1 m
Objem hráze	386 m^3
Kóta koruny hráze	314,60 – 314,25 m n.m.



5.2.2 Hydrotechnické posouzení

Stavbou PPO dojde k zabránění nátoky vody do PA a PPO neovlivní odtokové poměry (viz obr. 23), jelikož již před stavbou PPO nedocházelo k proudění vody v místě PPO. Výstavbou PPO nedojde ke zvýšení hladiny a nedojde ke zhoršení odtokových poměrů.



5.2.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 10 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 10: Investiční náklady PPO S0 – 02 zemní hráz

SO – 02 Zemní hráz		
Cena za 1 m ³ při výšce -	1.0 m	1 010 Kč
Objem hráze		386 m ³
CELKEM		390 641 Kč
Rezerva 30 %		167 417 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		0.6 mil Kč

5.2.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 11: Úsek 2 – Maximální investiční náklady

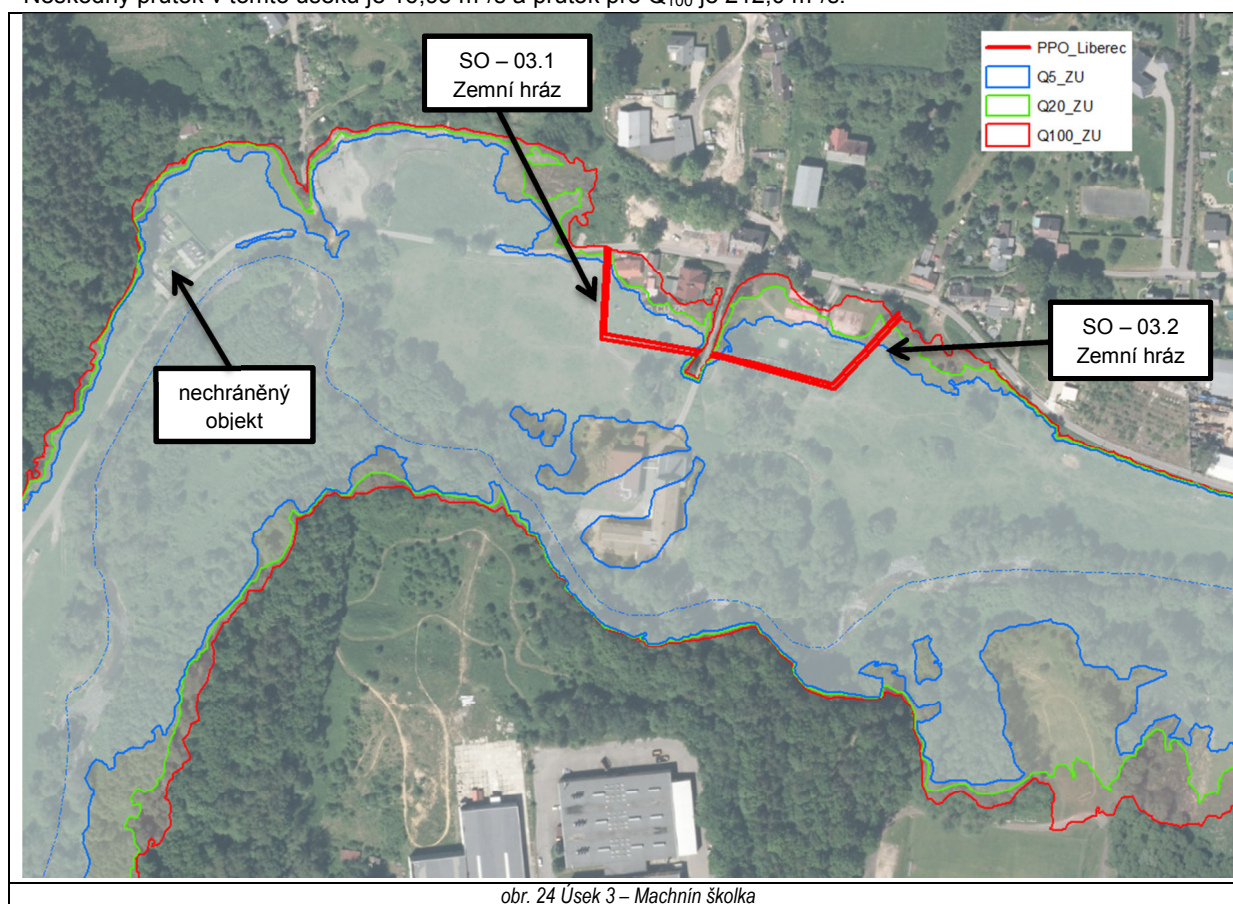
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.3	0.1	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	11.1	1.9	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	Imax	-	9.2	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	0.6	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivity PPO	PU	-	16.4	
Absolutní efektivity	AU	-	8.6	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	2.0	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 11,1 mil Kč a pro návrhový stav 1,9 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 9,2 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 0,6 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivity protipovodňových opatření je 16,4, což je pro dotační program příznivá hodnota.

5.3 Úsek 3 - Machnín školka (ř. km 23.20 – 23.56)

Na západním okraji obce Machnín dochází k zaplavení 4 obytných budov, školky, okresního archivu (dále jen OA) a budovy hasičského záchranného sboru již při povodňovém průtoku Q_{20} (viz obr. 24). Most vedoucí k okresnímu archivu je nekapacitní a dochází k navzdouvání vody. Rozdíl hladin nad a pod mostem je cca 1 m. Neškodný průtok v tomto úseku je $16,95 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $212,0 \text{ m}^3/\text{s}$.



obr. 24 Úsek 3 – Machnín školka

5.3.1 Technický návrh

Není uvažováno ochránění obytného domu na západě lokality, jelikož ochrana na Q_{100} by byla ekonomicky neefektivní a technicky velmi náročná. V případě Okresního archivu a domu hasičského záchranného sboru je navržena individuální ochrana, tedy je doporučeno veškeré technické zařízení a dokumenty přenést do patra.

Výstavba liniového PPO okolo areálu by byl ekonomicky neefektivní a měl by vliv na odtokové poměry v rámci AZZU.

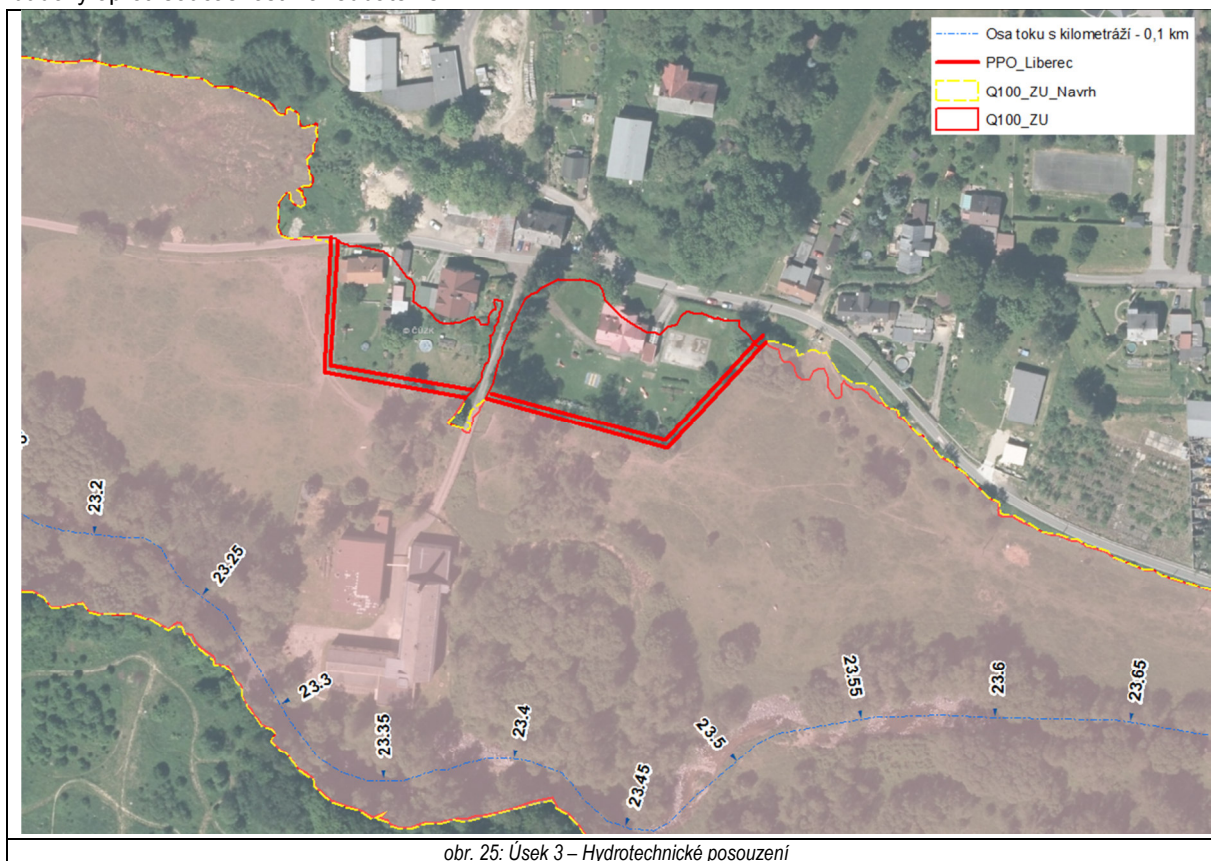
Pro obytné budovy a školky je navržena zemní hráz. Hráz je navržena na povodňový průtok Q_{100} a je navržena jako dva samostatné stavební objekty. Západní část zemní hráze SO 03.1 je navržena od komunikace v ul. Stará směrem na jih podél kraje pozemku a bude zavázána do účelové komunikace k OA. Kóta koruny hráze i s 0,3 m bezpečnostní rezervou nad hladinu Q_{100} je na začátku 317,00 m n.m. a na konci 317,40 m n.m. u komunikace k OA. Ostatní parametry hráze jsou uvedeny v tabulce 13. Druhá část zemní hráze SO 03.2 povede od účelové komunikace k OA směrem na východ a bude zavázána do svahu komunikace v ul. Stará. Kóta koruny hráze SO 03.2 je ve výšce 318,42 m n.m. u účelové komunikace k OA a na konci 318,60 m n.m. Ostatní parametry hráze jsou v tab. 12.

tab. 12: Parametry PPO a SO – 03.1 a SO – 03.2 Zemní hráz

SO – 03.1 Zemní hráz	
Délka hráze	103 m
Průměrná výška hráze	1,1 m
Šířka hráze v koruně	2 m
Objem hráze	739 m ³
Kóta koruny hráze	317,00 – 317,40 m n.m.
SO – 03.2 Zemní hráz	
Délka hráze	120 m
Průměrná výška hráze	1,8 m
Šířka hráze v koruně	2 m
Objem hráze	1 987 m ³
Kóta koruny hráze	318,42 – 318,60 m n.m.

5.3.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem výstavby PPO dojde k mírnému zvýšení hladiny mezi současným a návrhovým stavem. Zvýšení 0,04 m je z hlediska vlivu PPO na okolí zanedbatelné a nepatrně zvětšuje plochu rozlivu bezprostředně nad PPO na obou březích viz obr. 25. Vzhledem k návrhu individuální ochrany OA přenesením technického zázemí a uskladněního materiálu do vyššího patra, nedojde ke zvýšení povodňového nebezpečí a nárůst hladiny o 4 cm zhorší statiku budovy oproti současnosti zanedbatelně.



obr. 25: Úsek 3 – Hydrotechnické posouzení

5.3.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 13 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 13: Investiční náklady na PPO SO – 3.1 a SO – 03.2 zemní hráz

SO – 03.1 Zemní hráz	
Cena za 1m ³ hráze při výšce - 1.1 m	534 Kč
Objem hráze	739 m ³
Celkem PPO SO – 3.1	394 399 Kč
Rezerva 30 %	118 319 Kč
Celkem vč. 30% rezervy	0,5 mil Kč
SO – 03.2 Zemní hráz	
Cena za 1m ³ hráze při výšce - 1.8 m	448 Kč
Objem hráze	1 987 m ³
CELKEM SO – 3.2	890 522 Kč
Rezerva 30 %	267 156 Kč
Celkem vč. 30% rezervy	1,2 mil Kč
Přeložka sítě ČEZ Distribuce	
Cena za 1 m přemístění sítě	2 000 Kč
Délka přemístění	100 m
Cena za přeložku	200 000 Kč
Přeložka vodovodu	
Cena za 1 m přemístění sítě	5 000 Kč
Délka přemístění	110 m
Cena za přeložku	550 000 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy	2,5 mil Kč

5.3.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 14: Úsek 3 – Maximální investiční náklady

		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.1	0.0	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	3.4	0.4	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I _{max}	-	3.0	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	2.5	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	1.2	
Absolutní efektivnost	AU	-	0.5	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	27.4	roky

Z tab. 14 plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

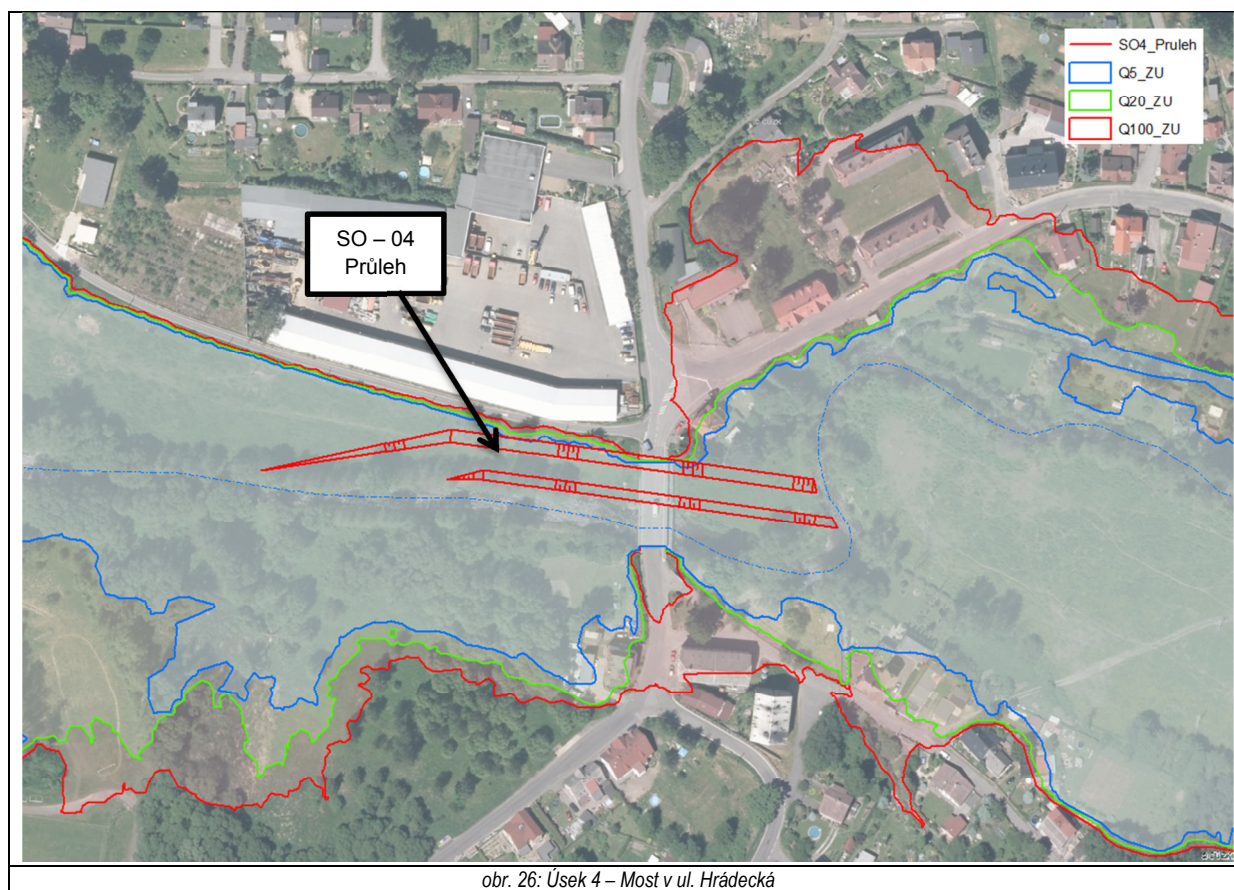
Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 3,4 mil Kč a pro návrhový stav 0,4 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 3 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 2,5 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 1,2, což je pro dotační program příznivá hodnota.

5.4 Úsek 4 - Most ul. Hradecká (ř. km. 23.68 – 24.12)

V obci Machnín dochází nad mostem na pravém břehu k zaplavení obytné budovy, 3 bytových domů, obchodu a komunikace v ul. Stará ve směru na Liberec od křižovatky s ul. Hradeckou. Na levém břehu dochází k zaplavení 2 obytných budov a pošty. Pod mostem dochází k zaplavení obytného domu. V tomto úseku je údolní niva plochá a dochází k velkému rozlivu již při Q_5 . Most v ul. Hradecká je nekapacitní a dochází k tlakovému protékání vody. Voda je nad most navzdouvána a dochází k obtékání mostu z jižní strany, čímž dochází k neprůjezdnosti komunikace pro složky IZS.

Obytné domy na pravé straně řeky nad mostem lze ochránit vytvořením průlehu od profilu 24.08 skrze pravou polovinu mostu až k profilu 23.75.

Neškodný průtok v tomto úseku je $16,95 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $212,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

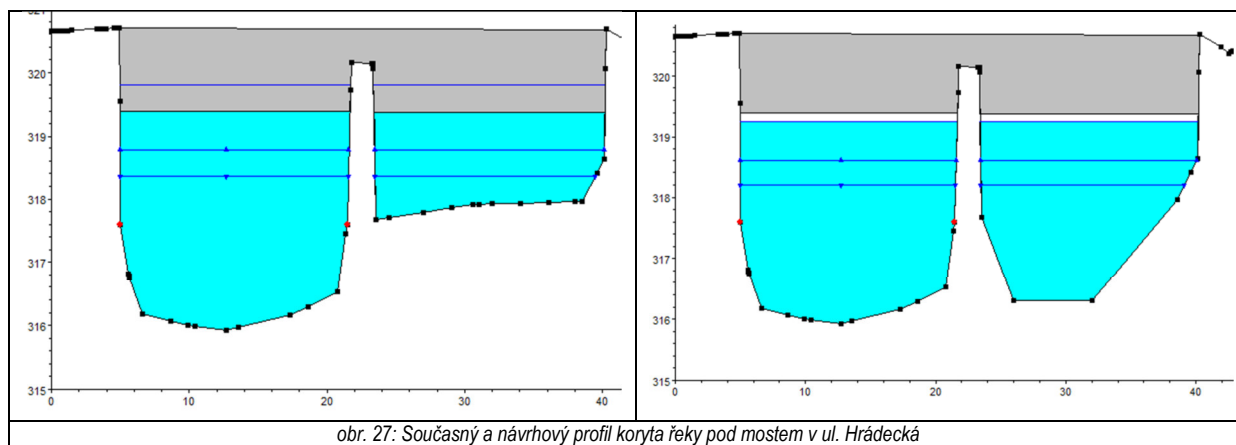


5.4.1 Technický návrh

V rámci tohoto úseku je návrh jako návrh PPO zkapacitnění mostu. Navrhujeme vybudování průlehu, který by převedl vodu za zvýšených průtoků účinněji než je současný stav. K převádění vody by docházelo za nižších průtoků a celkový průtočný profil toku nad i pod mostem by se zvětšil, čímž by došlo ke snížení hladiny nad mostem vlivem vzduší vody.

Délka průlehu je dlouhá 250 m a dno průlehu je široké 9,5 m. Sklon vnitřního svahu (na levé straně u toku) 1:2 a sklon vnější svahu 1:3. Kóta dna v horní části při přechodu z toku do průlehu 317,00 m n.m. pod mostem je kóta dna 316,70 m n.m. a na konci průlehu při přechodu do toku je 316,20 m n.m. Celkový sklon dna je 0,3 %. Celková plocha je $5\,100 \text{ m}^2$ a objem je $7\,650 \text{ m}^3$.

Na levé straně obr. 27 je zobrazen současný stav příčného profilu koryta pod mostem v ul. Hradecká. Na pravé straně je zobrazeno schéma návrhu průlehu resp. návrhový příčný profil pod mostem.



obr. 27: Současný a návrhový profil koryta řeky pod mostem v ul. Hrádecká

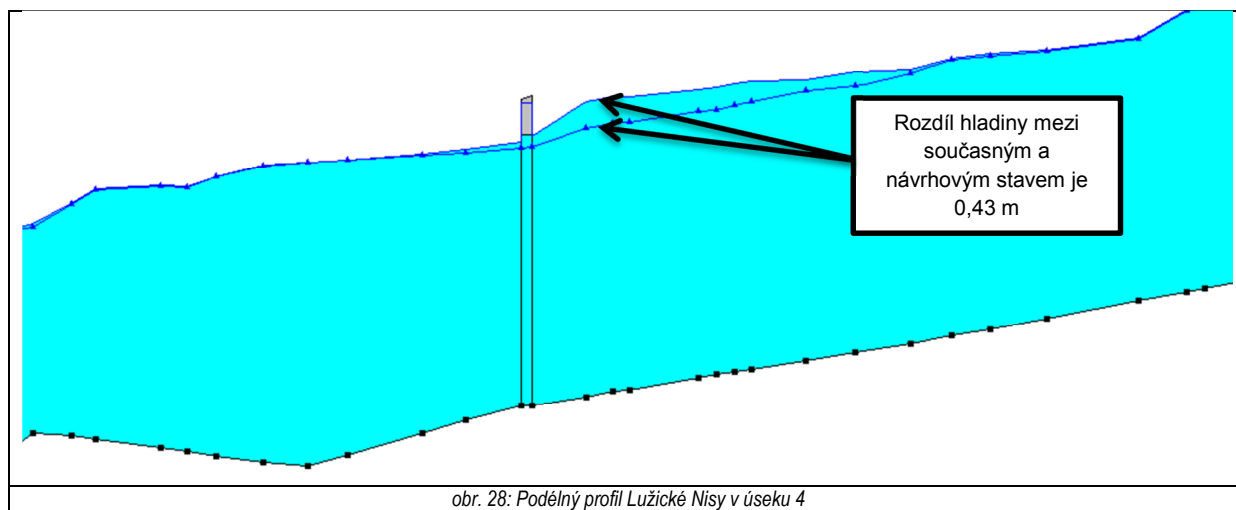
V tab. 9 jsou znázorněny návrhové parametry průlehu pod mostem v ul. Hrádecká.

tab. 15: Parametry PPO S0 – 04 Průleh

SO – 04 Průleh	
Délka průlehu	255 m
Průměrná hloubka průlehu	1,5 m
Šířka průlehu na dně	9,5 m
Kóta dna průlehu	317,00 – 316,20 m n.m.
Sklon svahů (vnitřní, vnější)	1:2, 1:3
Plocha průlehu	5 000 m ²
Objem průlehu	7 500 m ³

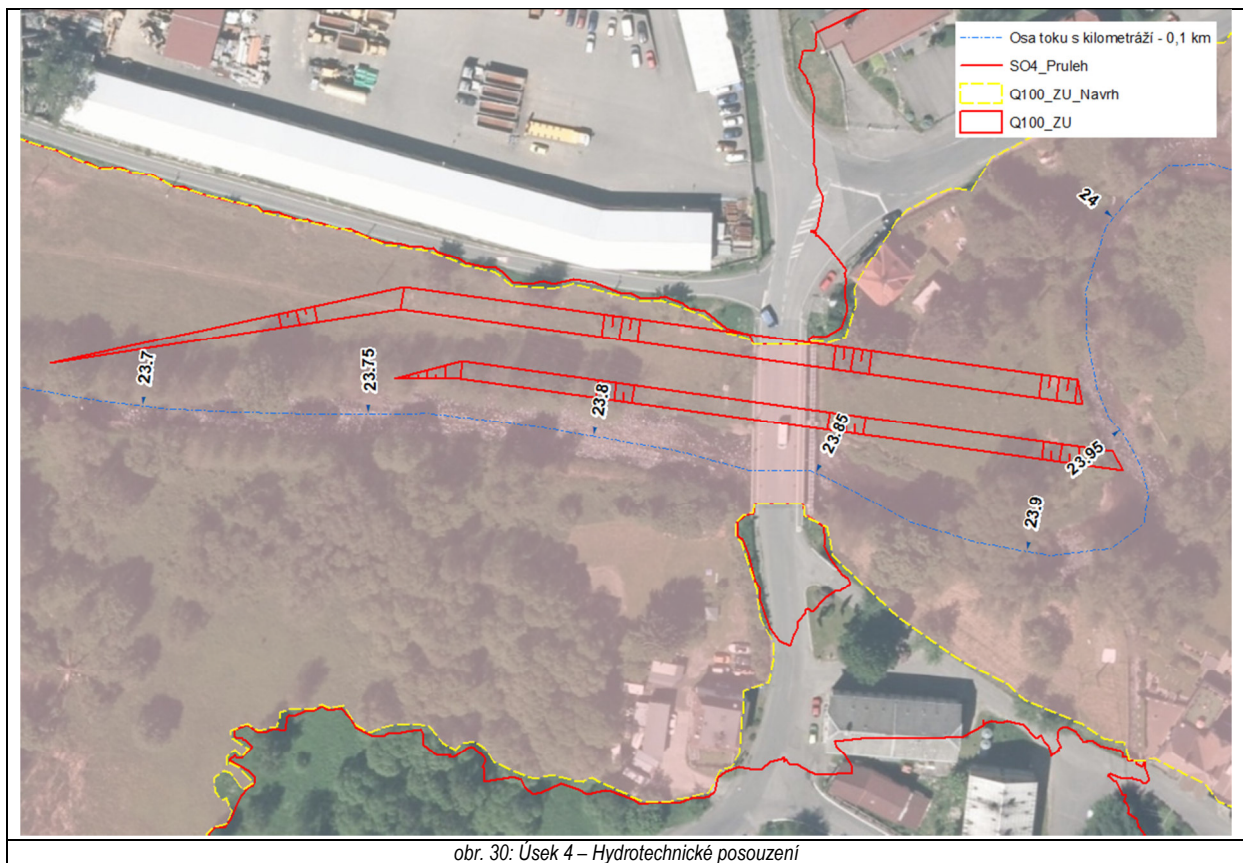
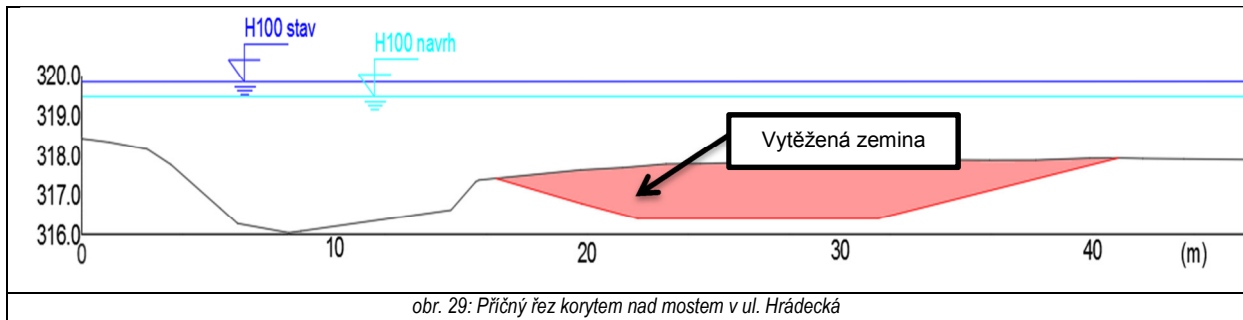
5.4.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem rozšíření průtočné plochy koryta pro vyšší stavy poklesne hladina nad mostem o 0,43 m. Dosah opatření je 330 m nad most v ul. Hrádecká. Na obrázku níže je podélný profil toku v okolí mostu.

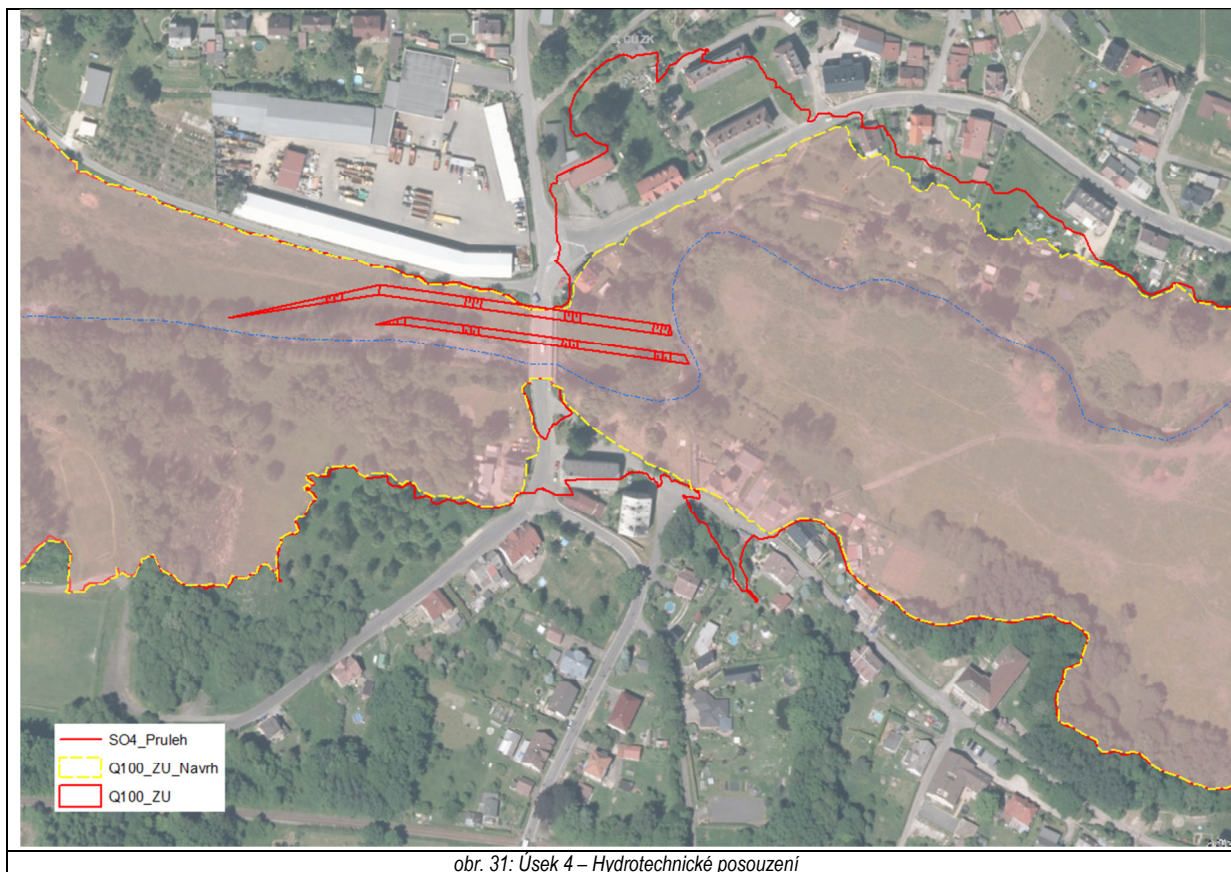


obr. 28: Podélný profil Lužické Nisy v úseku 4

Na obrázku č. je příčný řez nad mostem ul. Hrádecká.



Vlivem návrhu PPO dochází na pravém břehu k ochraně tří bytovek, obchodu a obytného domu na pravém břehu. Na levém břehu dojde k ochraně bytovky, pošty. Celkově na obou březích dojde ke snížení hladiny v neochráněných domech o téměř 0,43 m.



obr. 31: Úsek 4 – Hydrotechnické posouzení

5.4.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 13 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 16: Investiční náklady PPO SO – 04 Průleh

SO – 04 Průleh	
Cena za 1m ³ průlehu	528 Kč
Objem průlehu	7 500 m ³
Celkem	3 960 000 Kč
Rezerva 30 %	1 188 000 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy	4,7 mil Kč
Přeložka sítě CETIN	
Cena za 1 m přemístění sítě	2 000 Kč
Délka přemístění	200
Cena za přeložku	0,4 mil Kč
Přeložka vodovodu	
Cena za 1 m vodovodu	5 000 Kč
Délka přemístění	160
Cena za přeložku	0,8 mil Kč
CELKEM ZA PPO SO – 04.	4,9 mil Kč

5.4.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

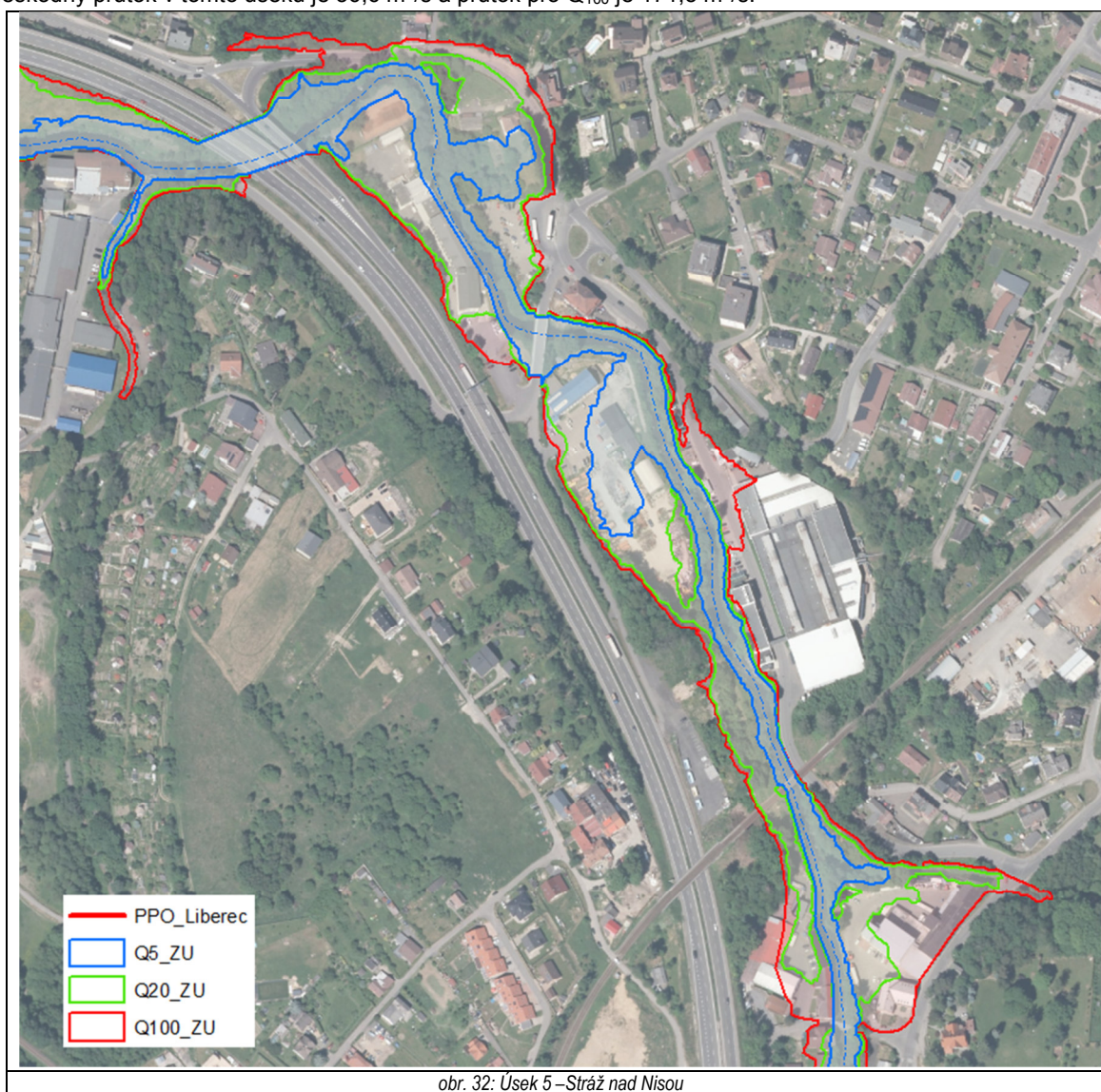
Tab. 1 Úsek 4 – Maximální investiční náklady

		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.3	0.2	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	11.4	5.3	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	Imax	-	6.1	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	5.9	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivity PPO	PU	-	1.0	
Absolutní efektivity	AU	-	0.2	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	32.0	roky

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 11,4 mil Kč a pro návrhový stav 5,3 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 6.1 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 5,9 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivity protipovodňových opatření je 1, což je pro dotační program příznivá hodnota.

5.5 Úsek 5 - Stráž nad Nisou (ř. km. 26.53 – 27.13)

Tok Lužické Nisy v úseku protékající Stráží nad Nisou při povodňových průtocích Q_5 , Q_{20} a Q_{100} vybřežuje (viz obr. 32). Údolní niva je v tomto úseku úzká a zástavba je velmi blízko toku. Na počátku úseku před soutokem s Černou Nisou je zaplaven PA na levém i pravém břehu. Pod soutokem je zaplaven areál pily na levém břehu. Pod mostem v ul. Za Elektrárnou je zaplavován na levém břehu PA a na pravém břehu dva obytné domy. Neškodný průtok v tomto úseku je $36,6 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $171,5 \text{ m}^3/\text{s}$.



obr. 32: Úsek 5 – Stráž nad Nisou

5.5.1 Technický návrh

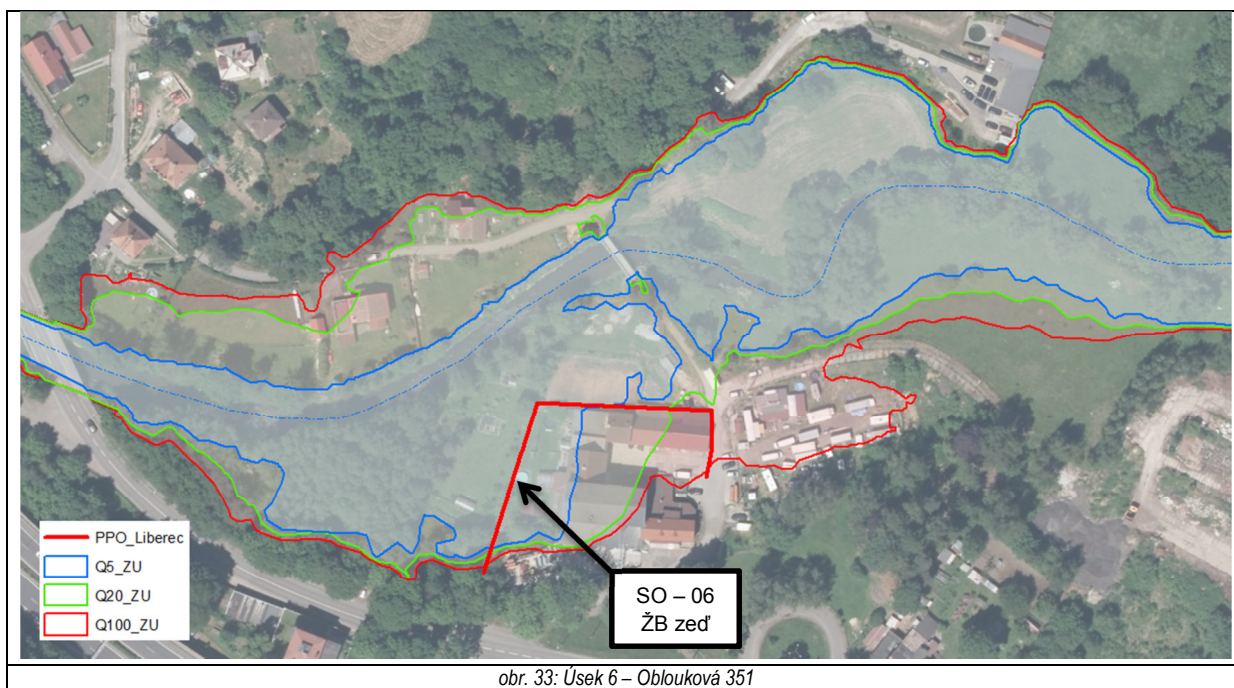
Možné řešení je vybudovat SO 05 ŽB zeď podél celého toku i proti proudu Černé Nisy, proti vzdutí vody při povodni. Vzhledem k délce úseku 1080 m, výšce zdi cca 2 m a 6 mobilních hrazení, při přechodu PPO přes komunikaci nebo při vjezdu od areálu PA, je PPO technicky velmi náročná z důvodů výšky, délky zdi a množství mobilních hrazení. Z tohoto důvodu není v tomto úseku doporučena protipovodňová ochrana liniového typu a je doporučena individuální ochrana jednotlivých objektů s cílem minimalizovat škody (umístění výroby nad hladinu Q_{100} apod).

tab. 17: Parametry PPO SO – 05 ŽB zeď

SO – 05 ŽB zeď	
Délka zdi	1080 m
Průměrná výška zdi	2 m
Šířka zdi	0,4 m
Počet mobilních hrazení	6

5.6 Úsek 6 - Oblouková 351 (ř. km. 27.86 – 28.08)

V této části toku je údolní niva plochá a celá zatopená při všech povodňových scénářích (viz obr. 33). Na pravém břehu jsou v úseku pod lávkou zaplaveny dva obytné domy a na levém břehu dochází k zatápní areálu velkoskladu a prodejny. Nešokdný průtok v tomto úseku je $19,6 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $141,0 \text{ m}^3/\text{s}$.



obr. 33: Úsek 6 – Oblouková 351

5.6.1 Technický návrh

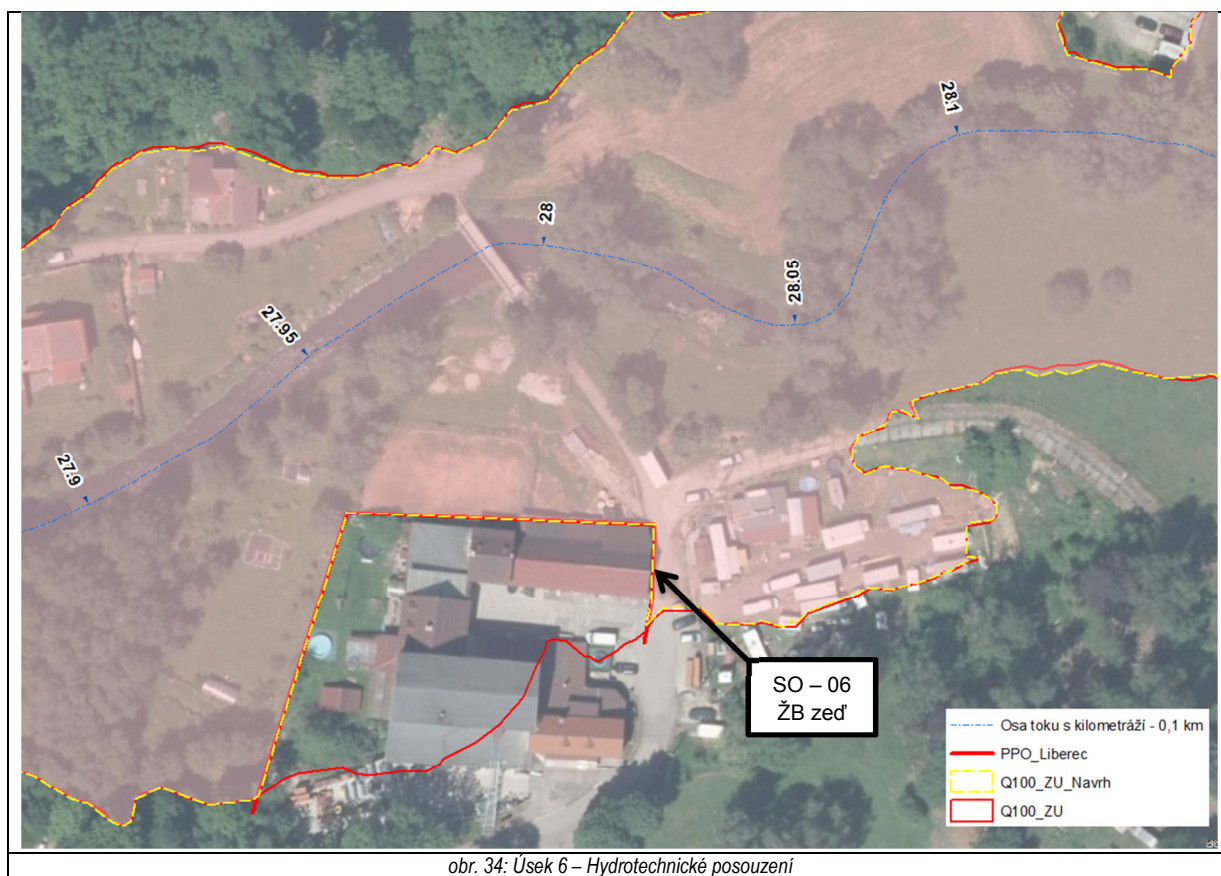
Na levém břehu je návrhová SO 06 ŽB zeď dlouhá 125 m a výška zdi, i s bezpečnostním navýšením o 0,3 m, je 1,5 m. Jihozápadní okraj zdi je zavázán do svahu a poté je zeď vedena severně podél pozemku a na rohu pozemku se stáčí na východ a je vedena podél budovy, kde se stáčí na jih a je zakončena u přístupu do areálu do stávající komunikace.

tab. 18: Parametry PPO SO – 06 ŽB zeď

SO – 06 ŽB zeď	
Délka zdi	125 m
Průměrná výška zdi	1,6 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	335,10 m n.m

5.6.2 Hydrotechnické posouzení

Vybudováním PPO nevznikne zvýšení hladiny ani lokálně v místě PPO, protože v současném stavu voda v místě PPO neproudí a jen zaplaví budovu, kterou PPO chrání. (viz obr. 34).



5.6.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 19 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO. Dalším více nákladem bude přemístění sítí:

tab. 19: Investiční náklady PPO SO – 06 ŽB zeď

SO – 06 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	1.6 m	26 456 Kč
Délka ŽB zdi		125
Celkem		3 307 000 Kč
Rezerva 30 %		992 100 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		4,3 mil Kč

5.6.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivity PPO.

tab. 20: Úsek 6 – Maximální investiční náklady

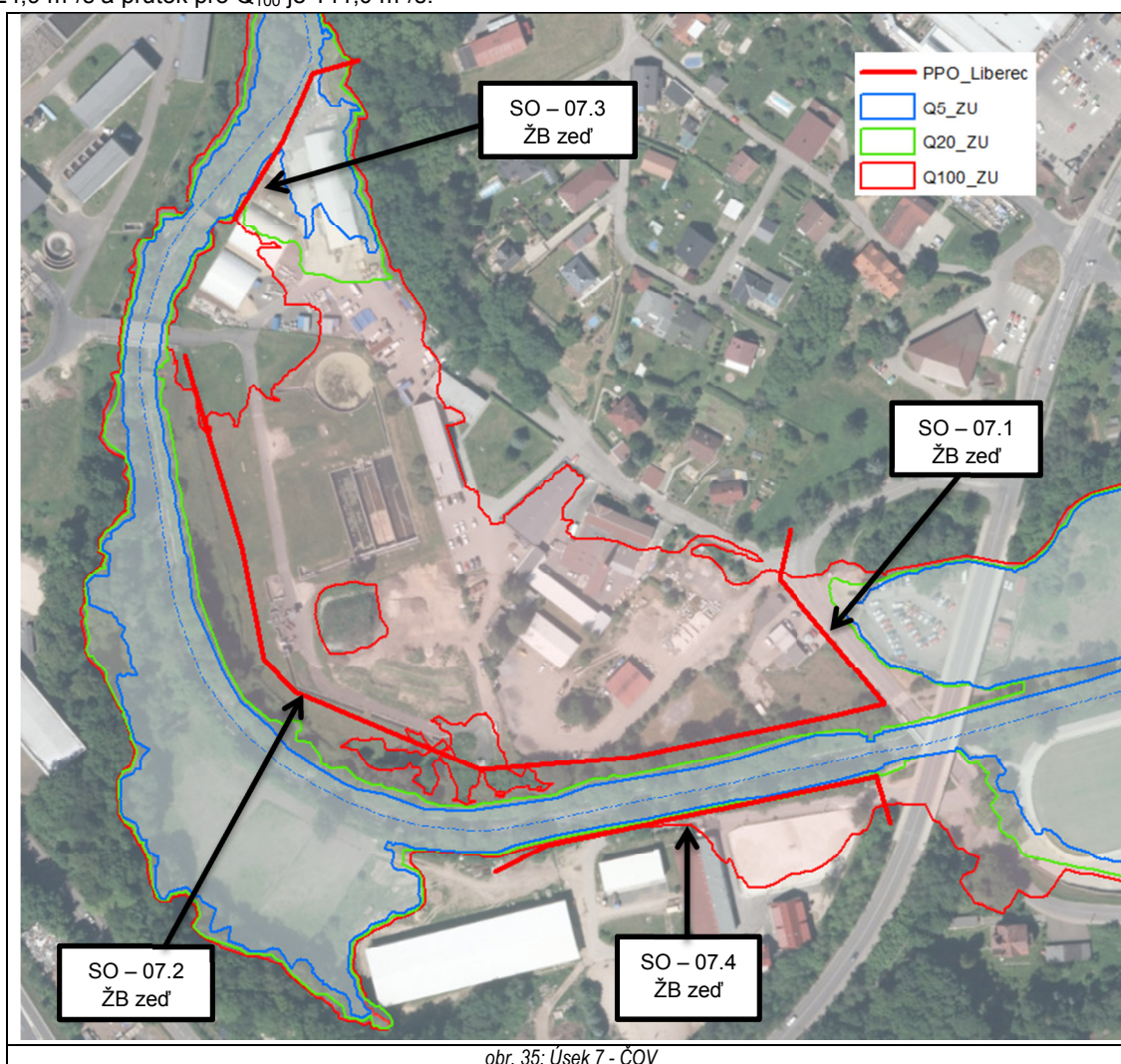
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.3	0.0	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	9.6	0.9	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	Imax	-	8.7	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	4.3	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivity PPO	PU	-	2.0	
Absolutní efektivity	AU	-	4.4	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	16.5	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 11,4 mil Kč a pro návrhový stav 5,3 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 6.1 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 3,3 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivity protipovodňových opatření je 1,9, což je pro dotační program příznivá hodnota.

5.7 Úsek 7 - ČOV (ř. km. 28.56 – 29.20)

V úseku 7 je na pravém břehu v prostoru nad mostem v ul. Norská zaplaven autobazar a v prostoru pod ulicí Norská sběrna surovin, automyčka a část areál ČOV. Na levém břehu Lužická Nisa zaplavuje Jezdecký areál při všech povodňových scénářích. V prostoru pod mostem v ul. Norská voda natéká po účelové komunikace do Jezdecké Areálu, avšak při současném stavu nezpůsobuje škodu na budovách. Neškodný průtok v tomto úseku je 24,9 m³/s a průtok pro Q₁₀₀ je 141,0 m³/s.



obr. 35: Úsek 7 - ČOV

5.7.1 Technický návrh

Protipovodňová ochrana je v tomto úseku rozdělena do 4 stavebních objektů, avšak je nelze stavět samostatně. K ochraně levého břehu je navržena SO 07.1 ŽB zeď, která je vedena od cyklostezky v linii stávajícího plotu až ke křižovatce ul. Selská a nájezdu k ul. Letná. Délka zdi je 95 m a průměrná výška je 1,3 m, kóta zdi je 340,35 m n.m. Od konce zdi SO 07.1 je vedena zeď SO 07.2 v linii plotu směrem po proudu toku a je zavázána do svahu u mostu spojující obě části areálu ČOV. Délka zdi SO 07.2 je 400 m, kóta na začátku je 339,40 m n. m a na konci u zavázání je 339,05 m n.m. Průměrná výška zdi je 1,5 m. SO 07.3 ŽB zeď je zavázána do náspu lávky cyklostezky v linii plotů vede na sever a na konci je zavázána do svahu. Kóta zdi je od 336,80 do 336,60 m n.m., vedena je v délce 80 m a výšce 1,8 m.

Vlivem vzdutí vody těmito zdmi je nutné zvýšit břeh na levém břehu toku, kde voda natéká po cestě k jezdeckému areálu a vylévá se z břehu. Proti tomu je nutné vybudovat zvýšený práh na příjezdové cestě a na břehu u jezdeckého areálu SO – 07.4 ŽB zeď. Práh je nutné zvýšit o cca 0,5 m oproti terénu na kótu 339,80 m n.m. Na jedné straně bude zavázán do svahu mostu v ul. Letná a na druhé straně bude zavázán do SO 07.4 ŽB zdi. SO 07.4 ŽB zeď povede na břehu řeky podél přístupové cesty k areálu v délce 95 m a průměrné výšce 0,6 m i s 0,3 bezpečnostním převýšením. Kóta zdi je v celé délce 339,00 m n.m.

tab. 21: Parametry PPO SO – 07 ŽB zeď

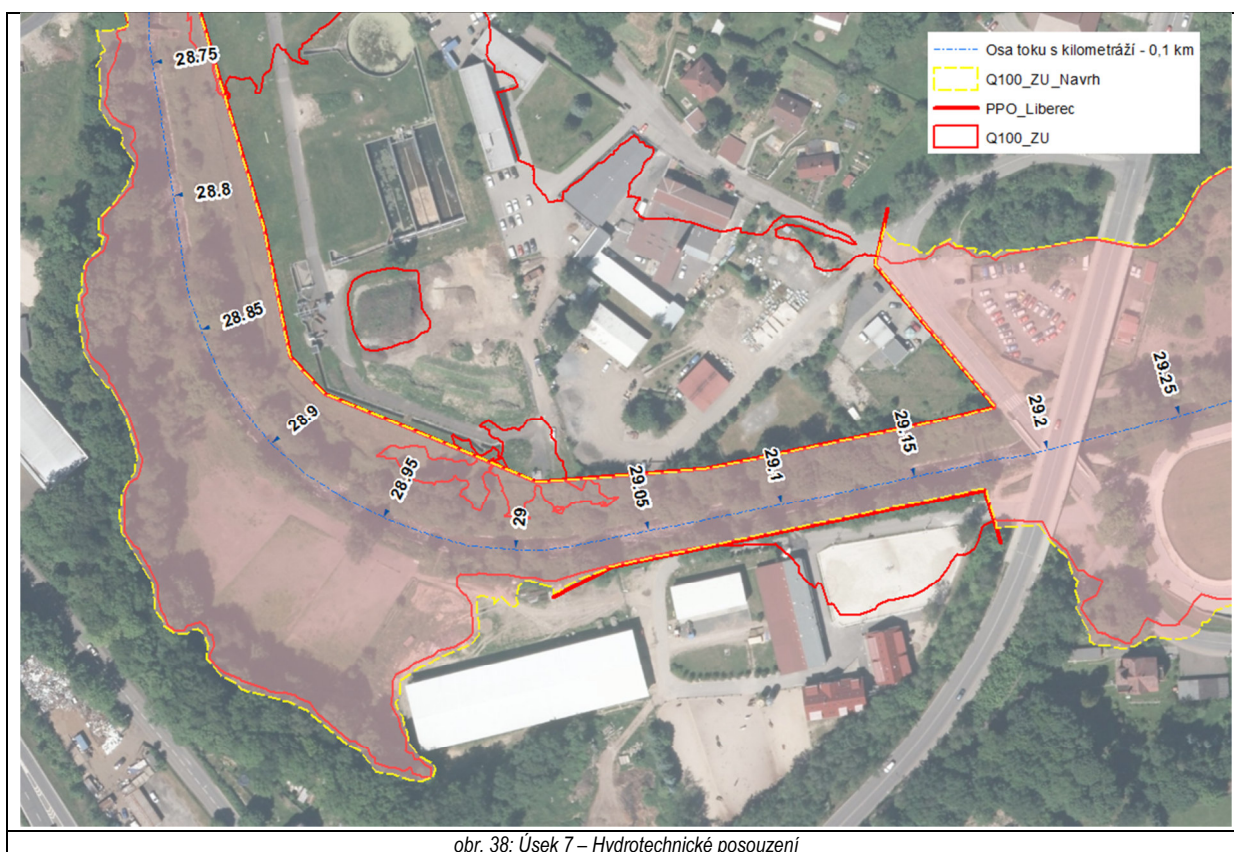
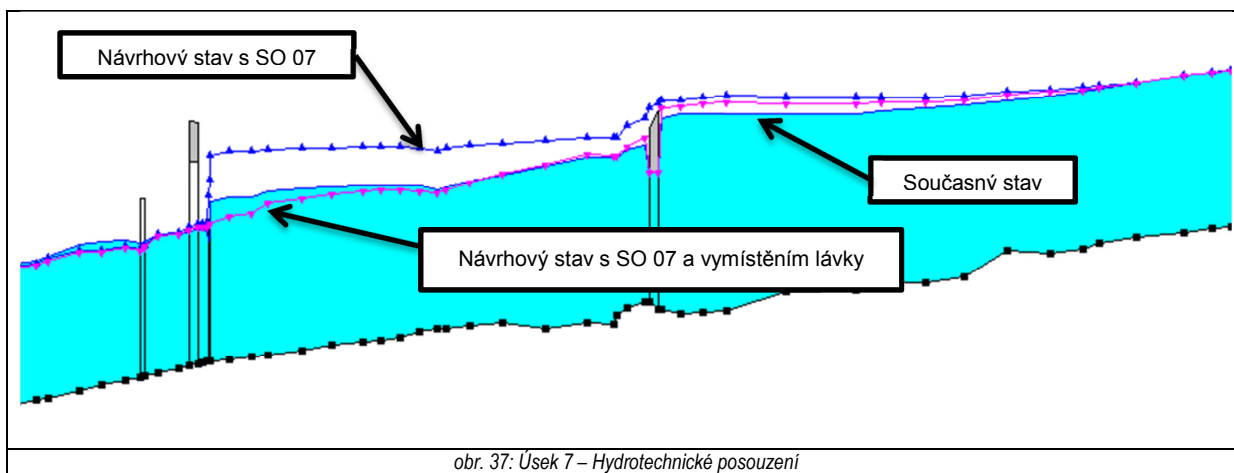
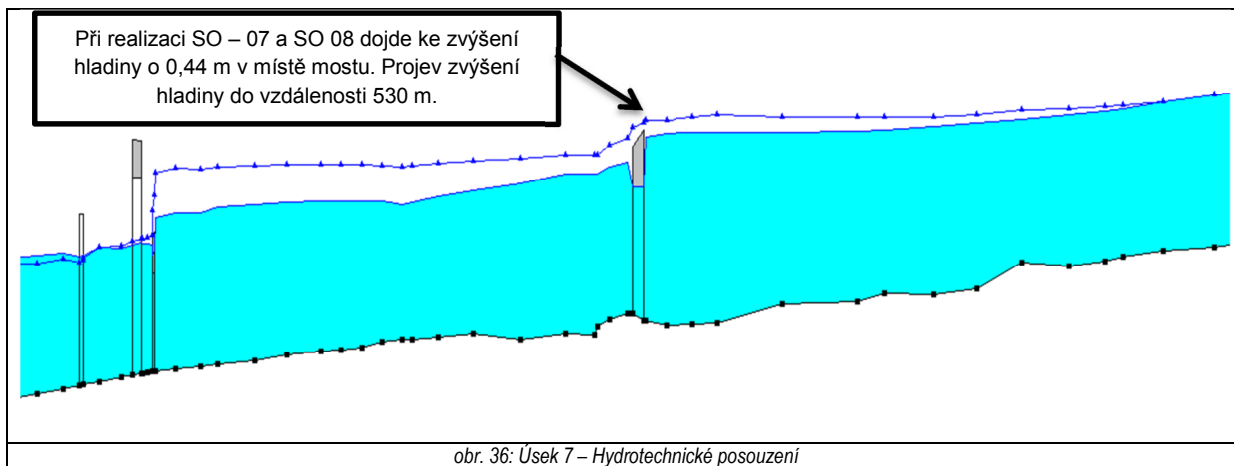
SO – 07.1 ŽB zeď	
Délka zdi	95 m
Průměrná výška zdi	1,1 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	340,30 m n.m
SO – 07.2 ŽB zeď	
Délka zdi	400 m
Průměrná výška zdi	1,5 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	339,40 – 339,05 m n.m
SO – 07.3 ŽB zeď	
Délka zdi	80 m
Průměrná výška zdi	1,8 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	336,80 – 336,60 m n.m
SO – 07.4 ŽB zeď	
Délka zdi	165 m
Průměrná výška zdi	0,5 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	339,00 m n.m

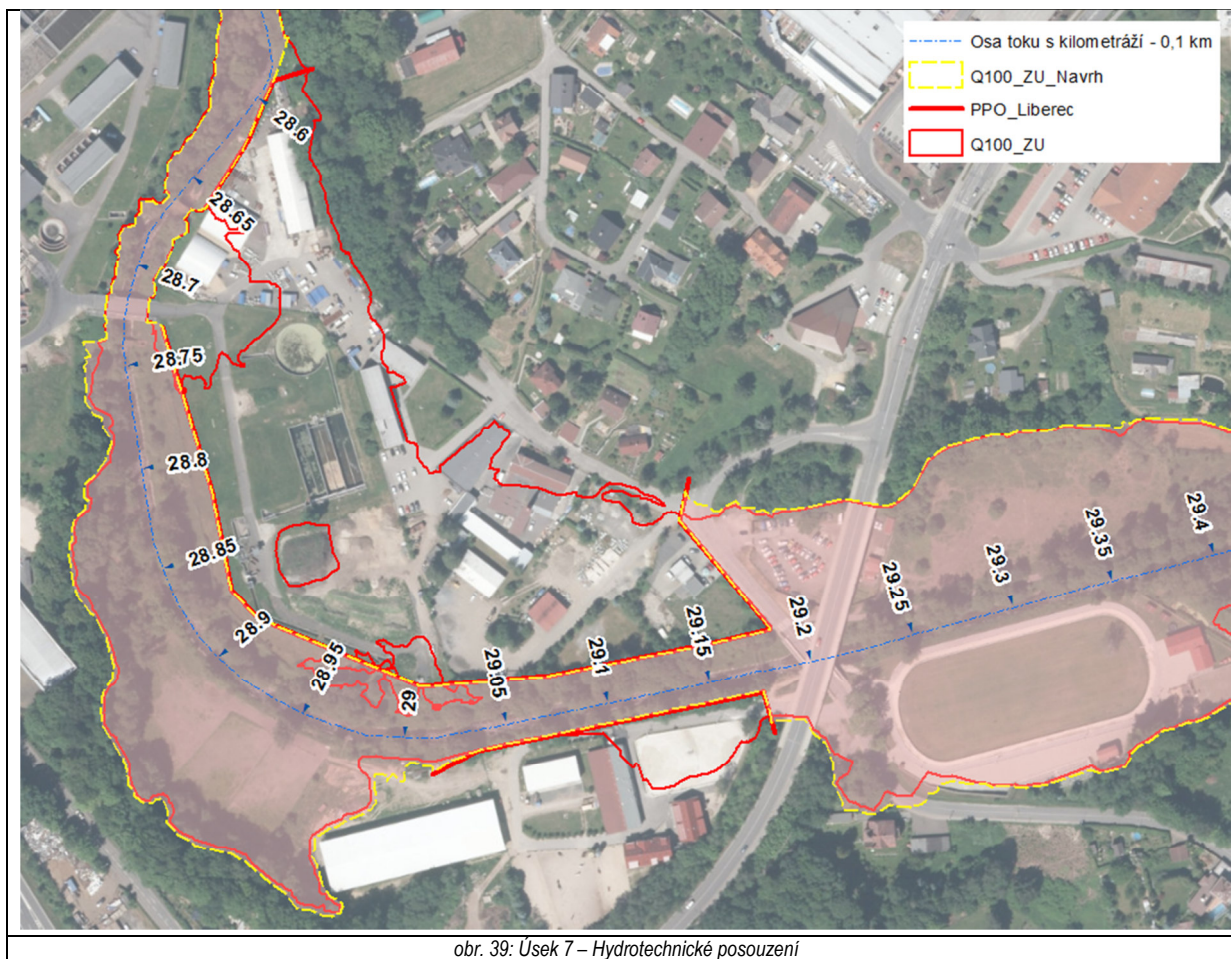
5.7.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem výstavby PPO zdí na pravé straně dojde ke zvýšení hladiny a natékání vody do jezdeckého areálu na levém břehu (viz obr. 39). SO 07.4 ŽB zeď je tak projektována proti natékání vody do jezdeckého areálu. Její výstavba je nutná pouze v případě výstavby SO - 7.1 ŽB zeď, SO – 7.2 ŽB zeď a SO – 7.3 ŽB zeď.

Celý soubor protipovodňových opatření v úseku 7 – ČOV zvyšuje hladinu Lužické Nisy v místě mostu v ul. Norská o 0,44 m a projev zvýšení hladiny je do vzdálenosti 530 m nad PPO (nad most ul. Norská). Vliv PPO v úseku 8 – Prádelna na toto zvýšení hladiny je zanedbatelný.

Zvýšení hladiny lze snížit vymístěním lávky, kde vede plyn DN 150 a kanalizace DN 200 obojí ve správě ČOV. Tímto vymístěním se sníží hladina v místě lávky o 1,1 m oproti návrhu a o 0,53 m oproti současnému stavu. Snížení se projeví až k mostu v ul. Norská. Další snížení lze vytvořit zvýšením průtočné kapacity mostu v ul. Norská, avšak zde by došlo k velkému zásahu do okolního prostředí, jelikož by se musela vozovka v okolí mostu zvýšit spolu s mostovkou. Obě tyto varianty jsou technicky a finančně velmi náročné, především z hlediska přeložek sítí, proto s nimi v této studii nebylo uvažováno z hlediska ekonomické efektivity.





obr. 39: Úsek 7 – Hydrotechnické posouzení

5.7.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 22 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 22: Investiční náklady PPO SO – 07 ŽB zeď

SO – 07.1 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	1.1 m	24 358 Kč
Délka ŽB zdi		95
CELKEM PPO s 30% rezervou		2 314 010 Kč
SO – 07.2 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	1.5 m	26 036 Kč
Délka ŽB zdi		400
ELKEM PPO s 30% rezervou		10 414 400 Kč
SO – 07.3 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	1.8 m	27 294 Kč
Délka ŽB zdi		80
CELKEM PPO s 30% rezervou		2 183 520 Kč
SO – 07.4 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	0.5 m	21 842 Kč
Délka ŽB zdi		165
CELKEM SO – 7.4		3 603 903 Kč

Celkové náklady SO – 7 ŽB zed'	
Celkem PPO	18 515 833 Kč
Rezerva 30 %	5 554 749 Kč
Celkem vč. 30% rezervy	24,1 mil Kč
Přeložka sítě ČEZ Distribuce	
Cena za 1 m přemístění sítě	2 000 Kč
Délka přemístění	75
Cena za přeložku	0,15 mil Kč
Přeložka vodovodu	
Cena za 1 m vodovodu	5 000 Kč
Délka přemístění	200
Cena za přeložku	1 mil Kč
Přeložka sítě pouličního osvětlení	
Cena za 1 m přemístění sítě	2 000 Kč
Délka přemístění	280
Cena za přeložku	0,56 mil Kč
CELKEM ZA PPO SO 07.	25,8 mil Kč

5.7.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 23: Úsek 7 – Maximální investiční náklady

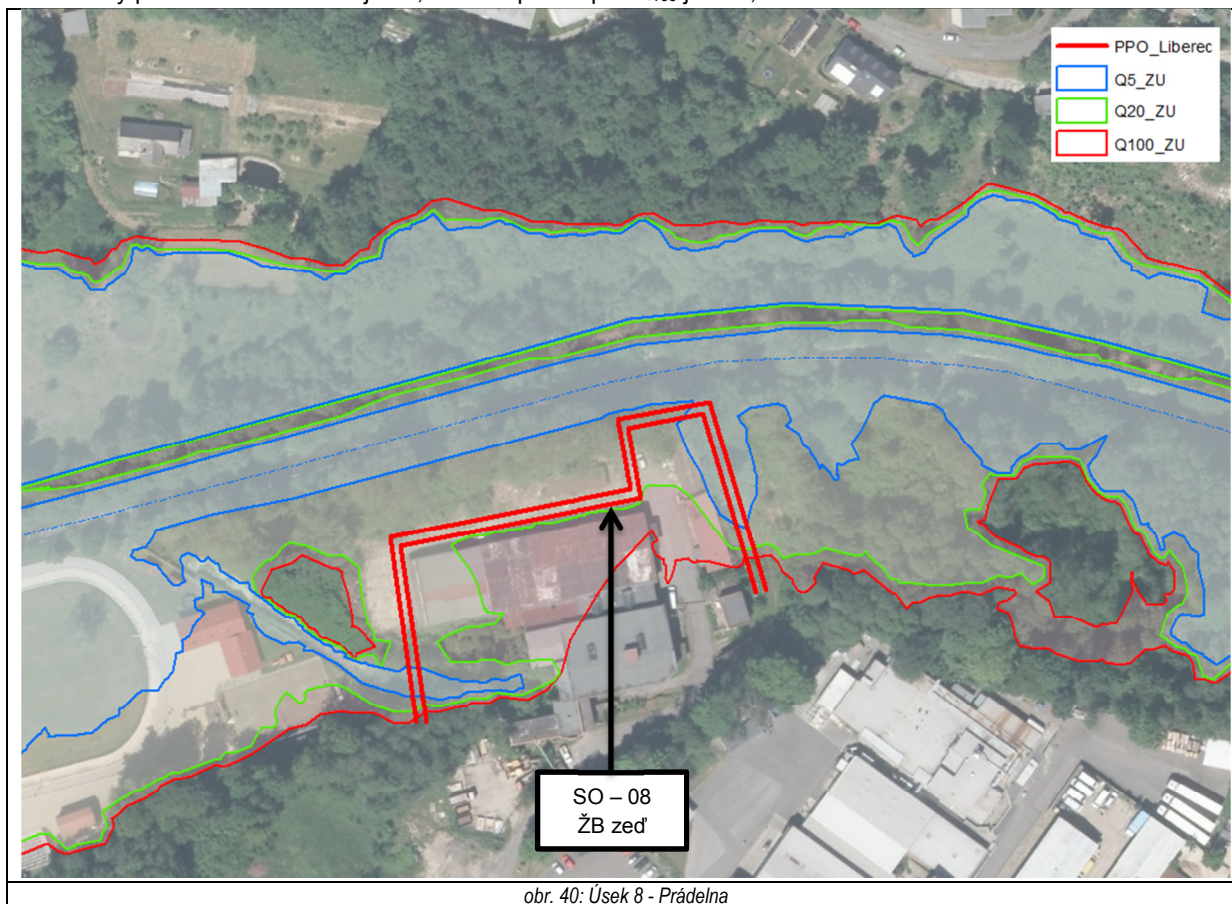
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	1.0	0.1	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	34.9	2.9	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I _{max}	-	32.0	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	25.8	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	1.2	
Absolutní efektivnost	AU	-	6.2	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	26.9	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 34,9 mil Kč a pro návrhový stav 2,9 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 32,0 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 25,8 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 1,2, což je pro dotační program příznivá hodnota.

5.8 Úsek 8 Prádelna (ř.km 29.35 – 29.59)

Tok Lužické Nis v úseku nad Jezdeckým areálem vybřežuje na oba břehy. V těchto místech se údolní niva toku plochá. Na levém břehu je zaplaven areál prádelny již při Q_{20} a dále po proudu je zaplaven jezdecký areál. Neškodný průtok v tomto úseku je $24,9 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $141,0 \text{ m}^3/\text{s}$.



5.8.1 Technický návrh

Návrhem PPO v tomto úseku zemní hráz okolo areálu prádelny. Hráz je na začátku zavázána do svahu na u jihozápadního rohu areálu a kóta koruny hráze je 340,25 m n.m. Hráz dále pokračuje na sever podél areálu a od rohu areálu dále pokračuje na severozápad. U severozápadního okraje areálu je vedena na jihovýchod, kde končí zavázána do svahu. Při zavázání je kóta koruny hráze 340,40 m n.m. Parametry hráze jsou uvedeny v tab. 24.

tab. 24: Parametry PPO SO – 8 ŽB zed'

SO – 08 zemní hráz	
Délka zdi	205 m
Průměrná výška zdi	1,7 m
Šířka zdi	0,4 m
Objem hráze	$3\,067 \text{ m}^3$
Kóta koruny zdi	340,40 – 340,25 m n.m

5.8.2 Hydrotechnické posouzení

Vliv umístění PPO okolo areálu prádelny je zvýšení hladiny toku nad PPO o 0,3 m a toto zvýšení postupně snižuje do vzdálenosti 300 m. Vlivem navýšení hladiny nedojde k ohrožení dalších budov nebo jiného majetku (viz obr. 41).



5.8.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 25 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 25: Investiční náklady PPO S0 – 07 ŽB zeď

SO – 08 Zemní hráz		
Cena za 1 m ³ při výšce -	1.7 m	739 Kč
Objem hráze		3 067 m ³
Celkem		2 266 492 Kč
Rezerva 30 %		679 947 Kč
CELKEM PPO s 30% rezervou		3 mil Kč

5.8.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 26: Úsek 7 – Maximální investiční náklady

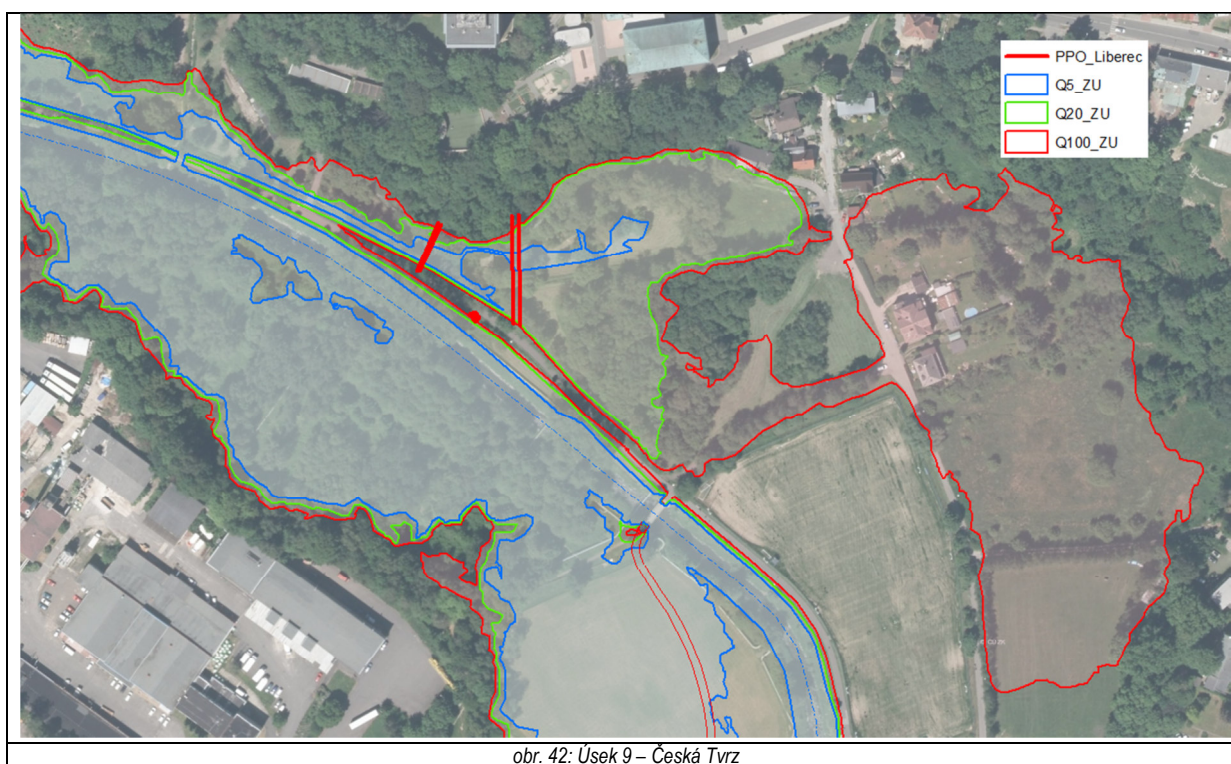
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.7	0.1	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	22.2	2.8	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	Imax	-	19.4	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	3	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivity PPO	PU	-	6.6	
Absolutní efektivity	AU	-	16.4	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	5.1	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 22,2 mil Kč a pro návrhový stav 2,8 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 19,4 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 3 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivity protipovodňových opatření je 6,6, což je pro dotační program příznivá hodnota.

5.9 Úsek 9 - Česká Tvrz (ř. km. 29.83)

V úseku 9 při všech průtokových scénářích dochází k rozlivu vody v parku na levém břehu, zde nedochází k významným škodám. Ve střední části dochází k vybřežení na pravém břehu. Voda na pravém břehu je následně navzdouvána a zaplaví technické zařízení parovodu. Voda dále teče až k ul. Česká Tvrz, kde dochází k zaplavení 3 obytných budov. Neškodný průtok v tomto úseku je 24,9 m³/s a průtok pro Q₁₀₀ je 141,0 m³/s.



5.9.1 Technický návrh

V rámci tohoto úseku jsou možné dvě varianty.

Varianta 1: SO 09.1 Zemní hráz

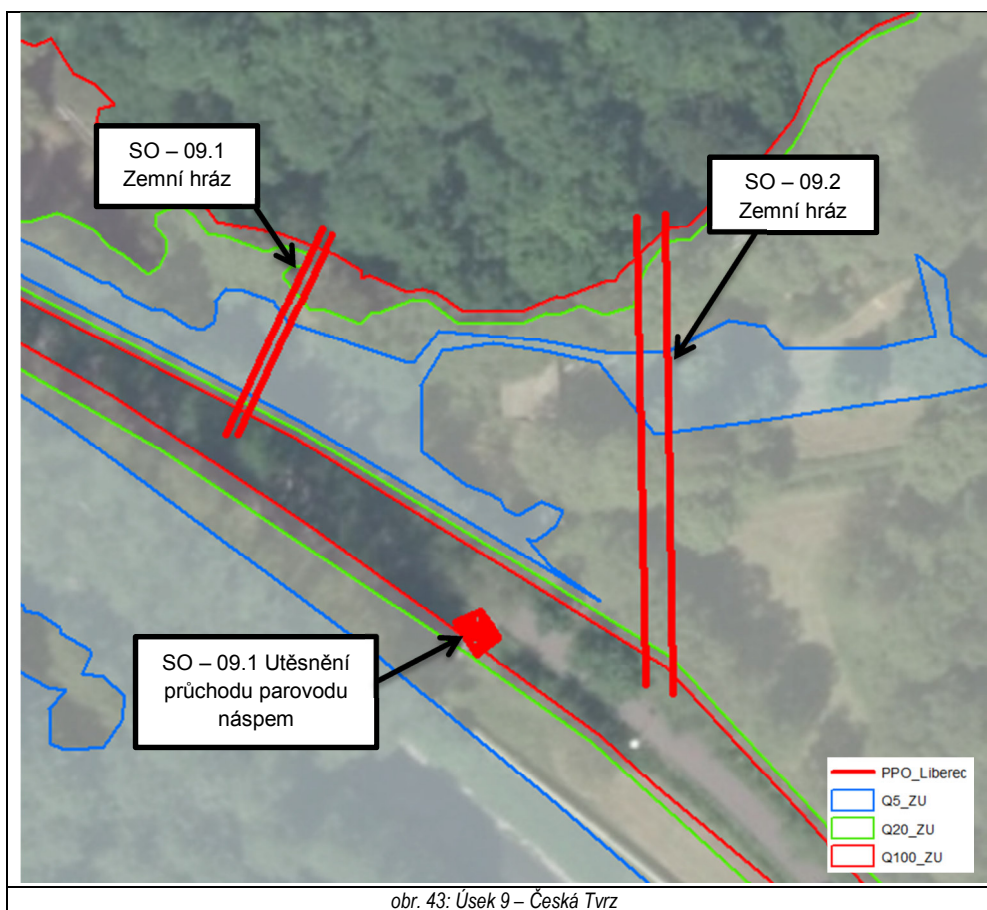
Výstavba zemní hráze západně od technického zařízení parovodu, čímž dojde k jeho ochraně před zaplavením. Musí také dojít k utěsnění průchodu parovodu v náspu pod cyklostezkou. Zemní hráz je na jedné straně zavázána do náspu cyklostezky a na druhé do svahu. Délka hráze v koruně je 20 m a průměrná výška je 1,7 m. Kóta koruny hráze v celé délce je 340,70 m n.m.

Pod zemní hrází je nutné vytvořit spodní propust se zpětnou klapkou pro vodoteč. Na vzdušné straně hráze je navržena šachta s osazení pro čerpadlo. V době zvýšených průtoků by došlo k čerpání vody přes hráz.

Varianta 2: SO 09.2 Zemní hráz

Výstavba zemní hráze východně od technického zařízení parovodu. Voda zaplaví technické zařízení parovodu, ale není nutné těsnit parovod pod cyklostezkou. Zemní hráz je na jedné straně zavázána do náspu cyklostezky a na druhé do svahu. Délka hráze v koruně je 35 m a průměrná výška je 1,6 m. Kóta koruny hráze v celé délce je 340,70 m n.m.

Pod zemní hrází je nutné vytvořit spodní propust se zpětnou klapkou pro vodoteč. Na vzdušné straně hráze je navržena šachta s osazení pro čerpadlo. V době zvýšených průtoků by došlo k čerpání vody přes hráz.



tab. 27: Parametry PPO SO – 09 ŽB zeď

SO – 09.1 Zemní hráz	
Délka hráze v koruně	20 m
Průměrná výška hráze	1,7 m
Šířka hráze v koruně	2 m
Objem hráze	
Kóta koruny hráze	340,70 m n.m
SO – 09.2 Zemní hráz	
Délka hráze v koruně	35 m
Průměrná výška hráze	1,6 m
Šířka hráze v koruně	2 m
Objem hráze	
Kóta koruny hráze	340,70 m n.m

5.9.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem výstavby PPO ať varianty 1 nebo varianty 2 nedojde ke zhoršení odtokových poměrů. PPO v tomto úseku pouze zabraňuje zpětné zaplavení a nezvyšuje tak hladiny toku.



obr. 44: Úsek 9 – Hydrotechnické posouzení

5.9.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkoprávní vztahu k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 28 a jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 28: Investiční náklady PPO SO – 09.1 Zemní hráz

SO – 09.1 Zemní hráz		
Cena za 1m ³ hráze při výšce -	1.7 m	697 Kč
Objem hráze		300 m ³
Celkem za zemní hráz		209 043 Kč
Spodní propust pro vodoteč		300 000 Kč
Celkem PPO		509 043 Kč
Rezerva 30 %		152 712Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		0,7 mil Kč

tab. 29: Investiční náklady PPO SO – 09.2 Zemní hráz

SO – 09.2 Zemní hráz		
Cena za 1m ³ hráze při výšce - 1.6 m		725 Kč
Objem hráze		470 m ³
Celkem za zemní hráz		340 776 Kč
Utěsnění horkovodu pod cyklostezkou		150 000 Kč
Spodní propust pro vodoteč		300 000 Kč
Celkem PPO		790 776 Kč
Rezerva 30 %		237 233Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		1 mil Kč

5.9.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivity PPO.

tab. 30: Úsek 9 – Maximální investiční náklady – varianta 1

		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.0	0.0	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	1.1	0.2	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	Imax	-	0.9	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	0.7	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivity PPO	PU	-	1.3	
Absolutní efektivnost	AU	-	0.2	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	25.8	roky

tab. 31: Úsek 9 – Maximální investiční náklady – variant 2

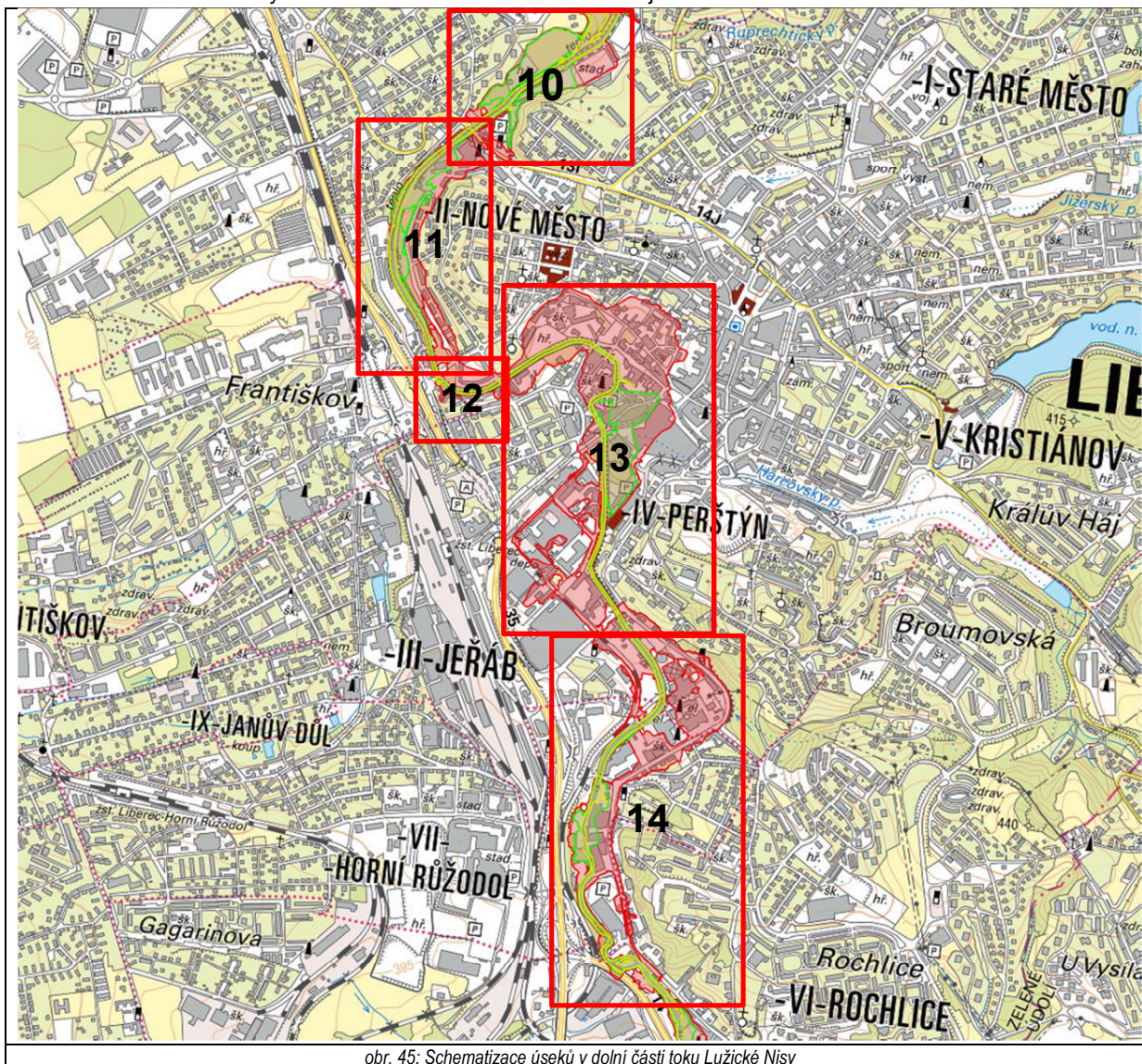
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.0	0.0	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	1.1	0.2	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	Imax	-	0.9	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	1.0	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivity PPO	PU	-	0.9	
Absolutní efektivnost	AU	-	-0.1	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	36.9	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 1,1 mil Kč a pro návrhový stav 0,2 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 0,9 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je pro variantu 1 0,2 mil. Kč a při variantě 2 je 0,3 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivity protipovodňových opatření je 4,5 resp. 3, což je pro dotační program příznivá hodnota.

6 PPO centrum Liberce

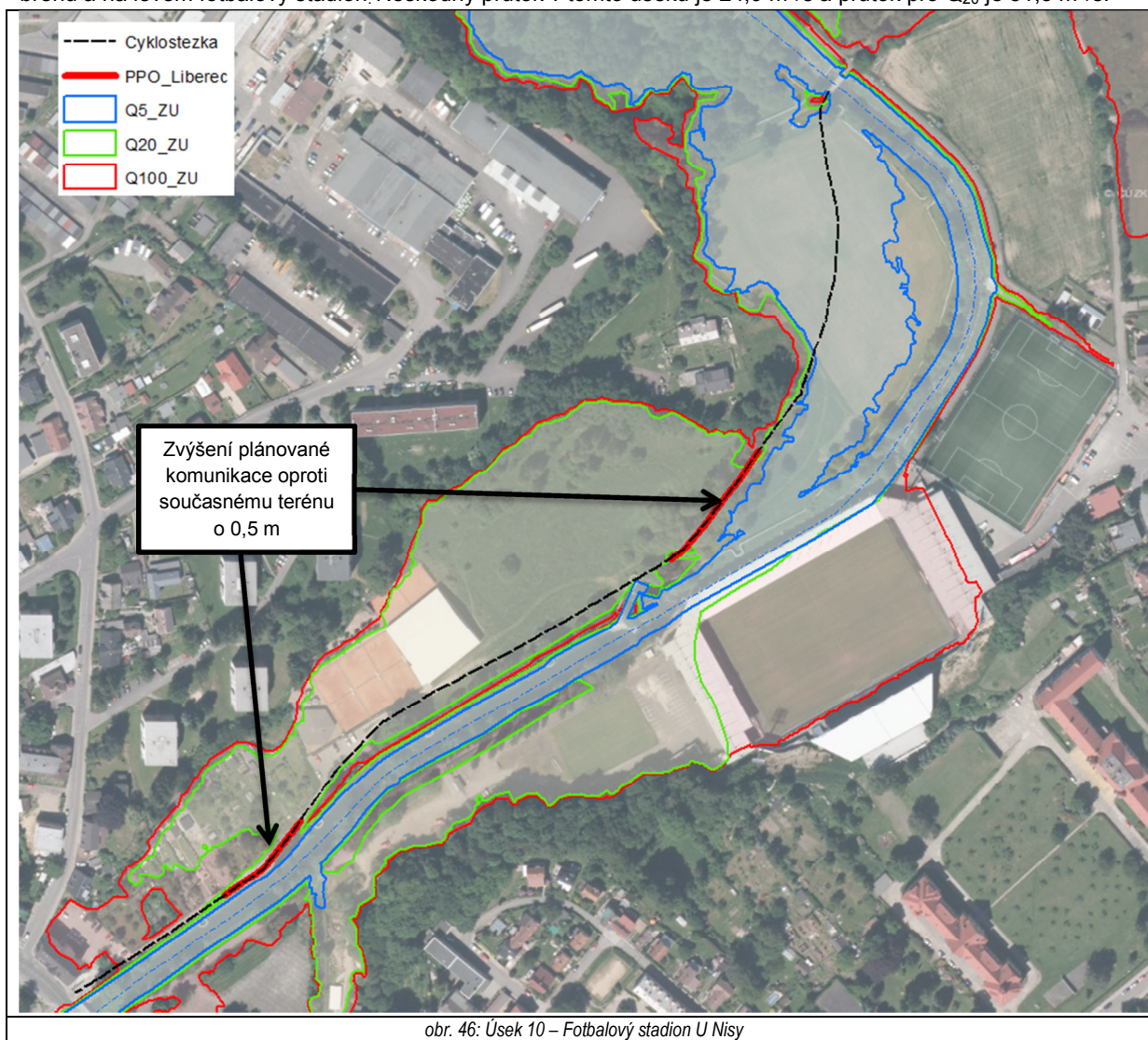
Centrum města Liberec bylo rozděleno na 5 úseků a úsek č. 14 je rozdělen na 3 části.



obr. 45: Schematizace úseků v dolní části toku Lužické Nisy

6.1 Úsek 10 - Fotbalový stadion U Nisy (ř. km. 29.97 – 30.73)

V úseku u fotbalového stadionu je průtokový scénář Q_5 převeden bezpečně korytem, avšak v druhé části úseku za jezem dochází k vylití na levém břehu. V případě průtokového scénáře Q_{20} dochází na pravém břehu k rozlivu pouze v první části. Levý břeh Q_{20} zaplavuje v celé délce úseku a navíc dochází k zaplavení zahrádek a areálu tenisových kurtů. Při Q_{100} je situace s rozlivem obdobná jako u Q_{20} pouze navíc zaplavuje obytný dům na pravém břehu a na levém fotbalový stadion. Neškodný průtok v tomto úseku je $24,9 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{20} je $81,3 \text{ m}^3/\text{s}$.

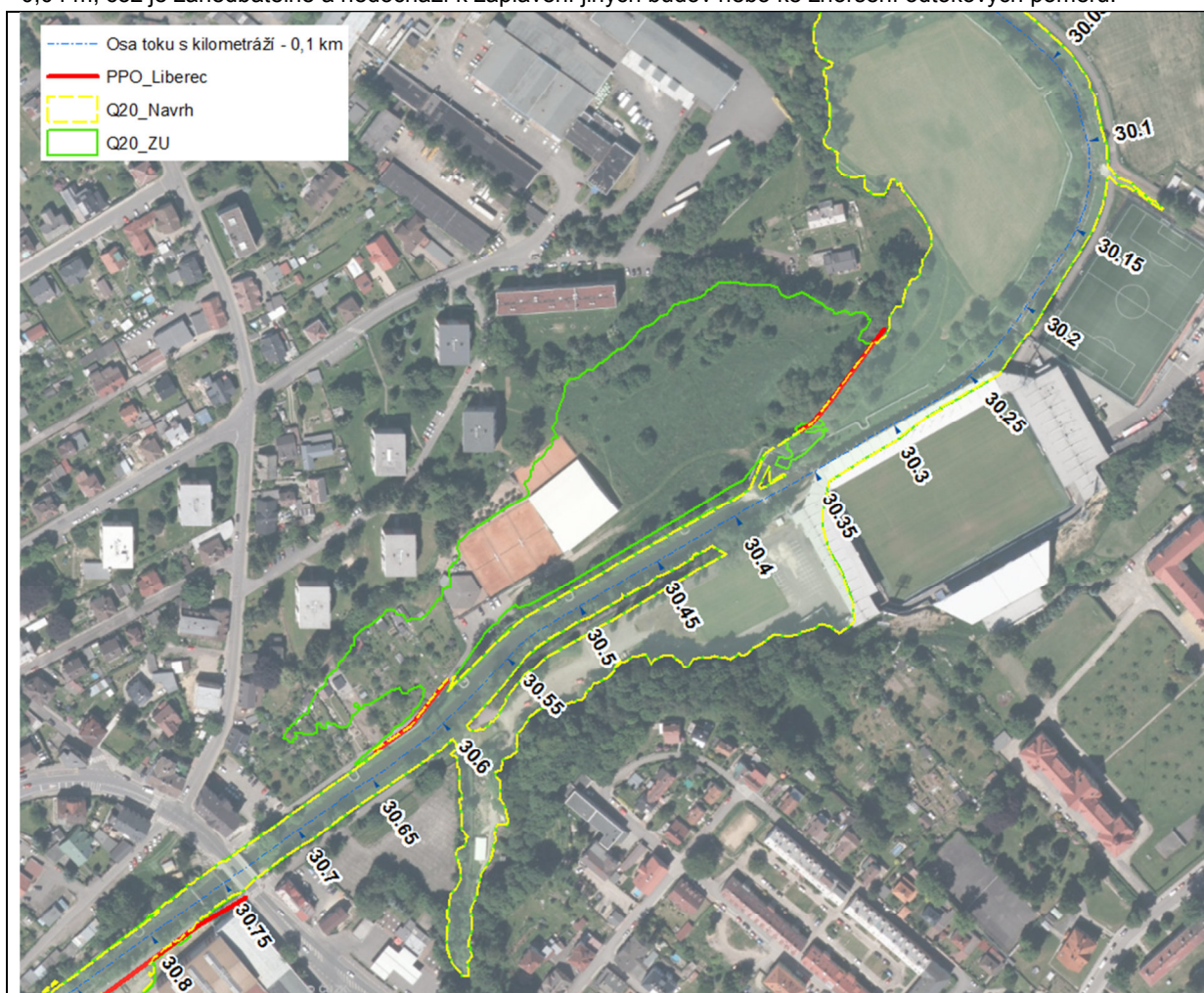


6.1.1 Technický návrh

Míra ochrany v tomto úseku je stanovena na Q_{20} . Je zde projektována zemní hráz v místě vylití vody z koryta a v místě zpětného nátoky, které dochází za jezem. V těchto místech je uvažováno o výstavbě cyklostezky. Cyklostezka by mohla vést na těchto hrázích, které mají maximální výšku nad současným terémem 0,5 m s 0,3 m bezpečnostní rezervou.

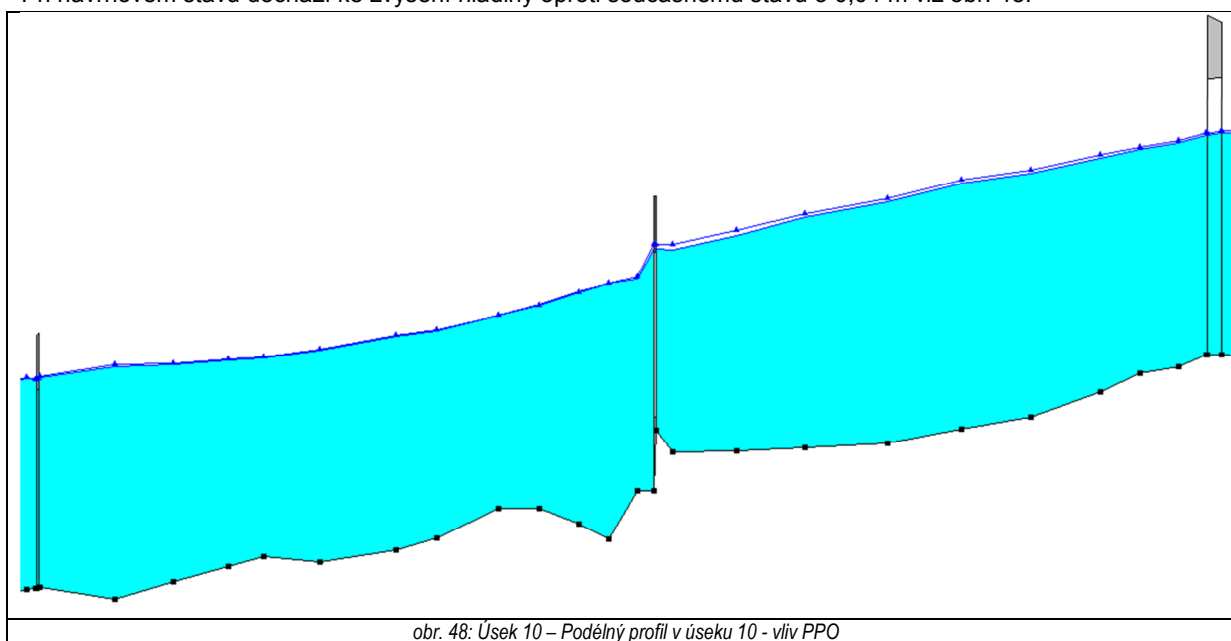
6.1.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem výstavby PPO a ochráníení zahrádek a areálu tenisových kurtů při průtoku Q_{20} dojde ke zvýšení hladiny o 0,04 m, což je zanedbatelné a nedochází k zaplavení jiných budov nebo ke zhoršení odtokových poměrů.



obr. 47: Úsek 10 – Hydrotechnické posouzení

Při návrhovém stavu dochází ke zvýšení hladiny oproti současnému stavu o 0,04 m viz obr. 48.



obr. 48: Úsek 10 – Podélný profil v úseku 10 - vliv PPO

6.1.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 28 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 32: Investiční náklady PPO SO – 10 Zemní hráz a cyklostezku

SO – 10 Zemní hráz		
Cena za 1 m ³ při výšce -	0.5 m	1 397 Kč
Objem hrází		260 m ³
Celkem PPO		355 294 Kč
Rezerva 30 %		106 588
CELKEM PPO s 30% rezervou		0,5 mil Kč
Cena cyklostezky za	1 m ²	780 Kč
Plocha cyklostezky		1005 m ²
Cena cyklostezky		783 900 Kč
Rezerva 30 %		235 170 Kč
Cena cyklostezky vč. 30% rezervy		1 mil Kč
Cena zemních prací za	1 m ³	1000 Kč
Objem zemních prací		804 m ³
Celkem za zemní práce		804 000 Kč
Rezerva 30 %		241 200 Kč
Cena zemních prací vč. 30% rezervy		1 mil Kč
INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKEM		2,5 mil Kč

6.1.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 33: Úsek 10 – Maximální investiční náklady

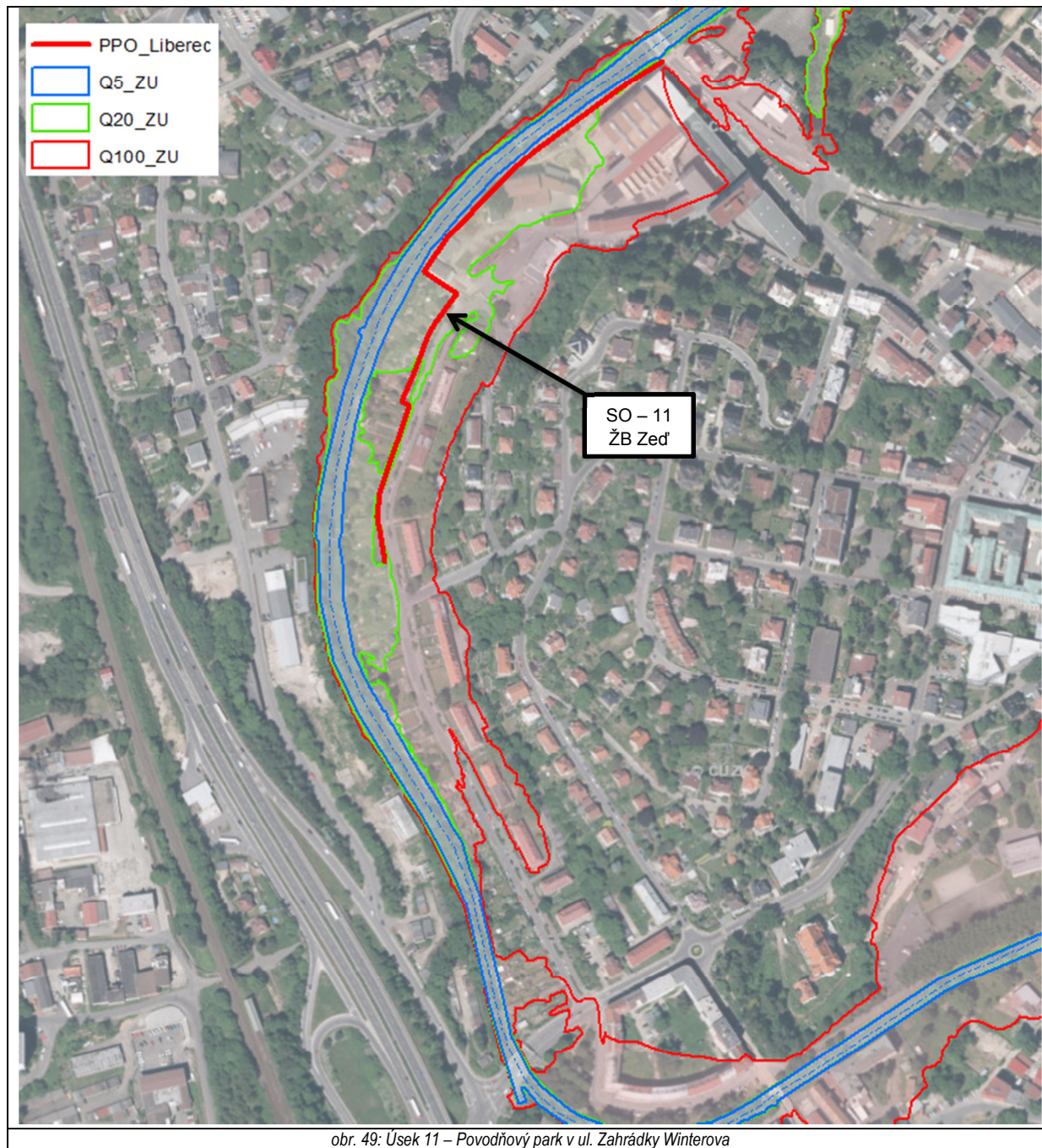
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.2	0.1	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	5.0	4.0	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	l _{max}	-	1.0	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	0.0	2.5	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	0.4	
Absolutní efektivnost	AU	-	-1.5	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	84.2	roky

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 5,0 mil Kč a pro návrhový stav 4,0 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, je 1 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 0,5 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 0,4, což je pro dotační program nepříznivá hodnota.

Avšak pokud by se počítala pouze samotná zemní hráz, tak je poměrový ukazatel efektivnosti PPO 2, což je pro dotační program příznivá hodnota. Při spojení tohoto úseku s jiným, který je velmi efektivní lze z dotačního programu financovat i cyklostezku.

6.2 Úsek 11 - Povodňový park zahrádky v ul. Wintrova (ř. km. 30.73 – 31.65)

V tomto úseku se povodňový průtok Q_5 bezpečně převede a povodňový průtok Q_{20} lze bezpečně převést v první půli úseku. V druhé půli úseku již dochází k zaplavení zahrádek a PA. Průtok Q_{100} zaplavuje od počátku úseku zahrádky a ke konci PA. Neškodný průtok v tomto úseku je $46,7 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $133,4 \text{ m}^3/\text{s}$.



6.2.1 Technický návrh

Návrh PPO v tomto úseku se skládá ze dvou částí SO – 11.1 ŽB zeď a SO 11.2 Povodňový park. Oba stavební objekty jsou na sobě závislé, jelikož výška ŽB zdi je projektována na snížení terénu v povodňovém parku a naopak pokud by došlo pouze ke snížení terénu při Q_{100} by stále docházelo k zaplavení budov a PA.

SO – 11.1 ŽB zeď

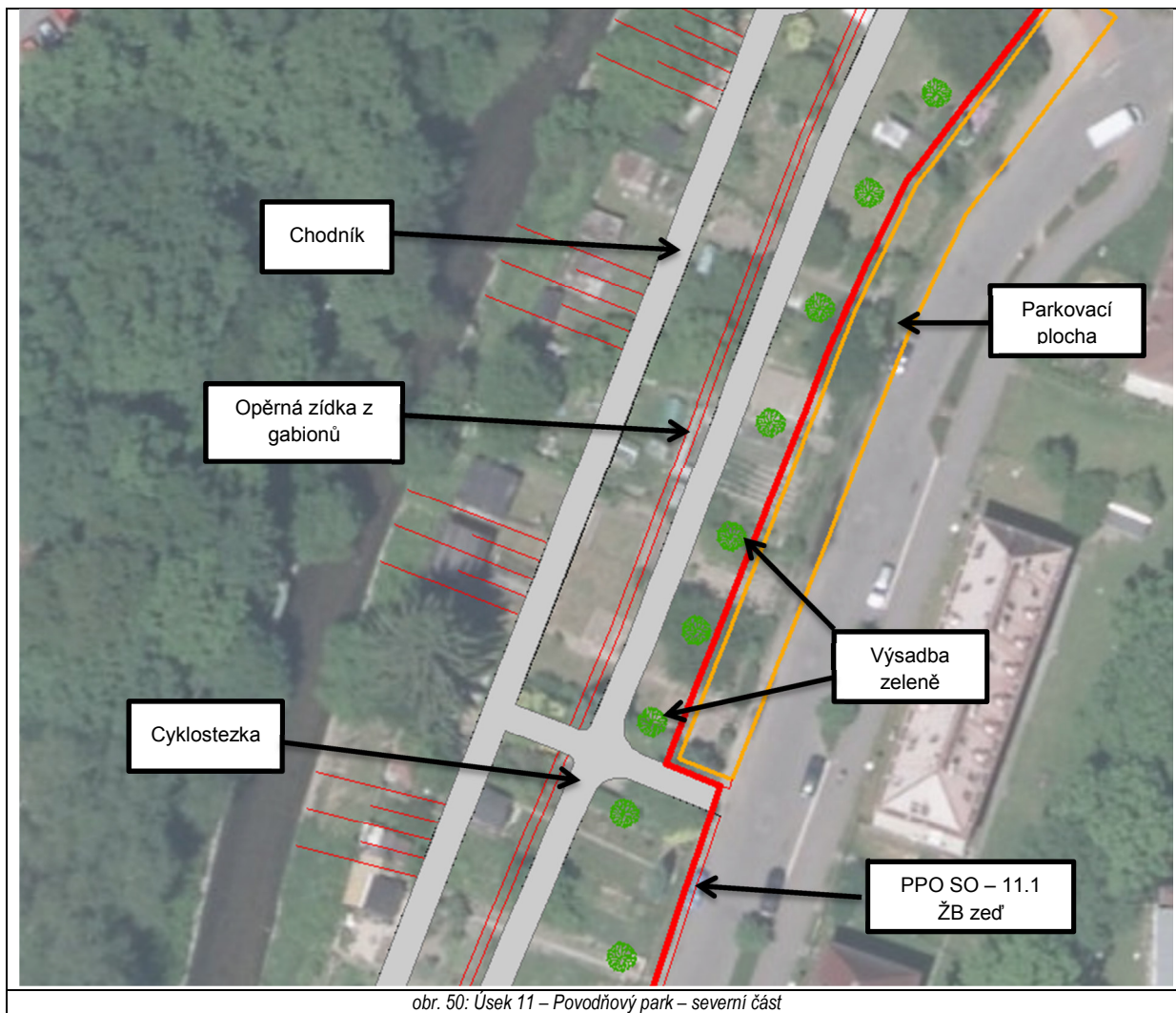
ŽB zeď je na začátku zavázaná do komunikace v ul. Sokolská u mostu a koruna zdi při zavázání má kótu 345,30 m n.m. Od zavázání ŽB zeď vede v linii stávajícího oplocení PA podél cyklostezky až k ulici Wintrova. Na konci PA je kóta koruny zdi 346,15 m n.m. V této kótě vede ŽB zeď až do jejího zavázání. Dále PPO vede po západním kraji parkovací plochy v severní části povodňového parku a zároveň slouží jako opěrná zeď. Na konci parkovací plochy zeď kříží přístupový chodník do povodňového parku. Zde bude z obou stran chodníku schody na ŽB zeď. Výška zdi v místě křížení je 85 cm, což jsou 4 schody z obou stran. V případě bezbariérového přístupu lze křížení řešit nájezdem v maximálním sklonu 1:12. Délka nájezdu by byla 10,8 m. PPO dále vede po hranici ulici Wintrova a zároveň slouží jako opěrná zeď. Její výška se postupně snižuje a po 120 m skončí vlivem postupného zvyšování terénu.

tab. 34: Parametry PPO SO – 11 ŽB zeď

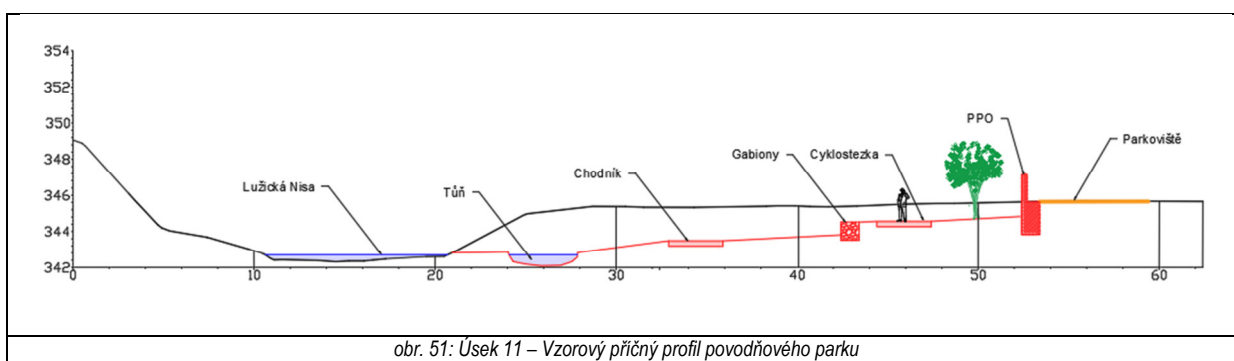
SO – 11.1 ŽB zeď	
Délka zdi	495 m
Průměrná výška zdi	0,9 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	346,15 – 345,30 m n.m

SO - 11.2 Povodňový park

V rámci povodňového parku jsou projektovány 3 parkovací plochy, v severní, střední a jižní části, vždy podél ulice Wintrova a u parkovacích ploch jsou přístupy do parku. Parkovací plochy jsou projektovány ve stejné rovině jako ulice Wintrova. Povodňový park od ulice Wintrova odděluje opěrná zeď vysoká 1 m nad terén parku a základy opěrné zdi jsou do hloubky 1,5 m. Délka opěrné zdi je 620 metrů. Od opěrné zdi vede k toku svah v 2% sklonu. Po 10 – 15 metrech (dle šířky celého parku, která se pohybuje od 25 – 40 m) protíná severojižním směrem park cyklostezka. Cyklostezka je široká 3 m a má asfaltový povrch. Ve směru k toku je 1 m od cyklostezky druhá opěrná zeď která kopíruje cyklostezku. Druhá opěrná zeď je z gabionů a její výška nad terénem je 0,8 m, základy zídky jsou do hloubky 1,5m. Délka opěrné zdi je 620 metrů. Od opěrné zdi vede k toku svah v 3% sklonu. Po 3 – 8 metrech protíná severojižním směrem park mlatový chodník je šířce 2 m. Od chodník je svah vedený přímo k toku. Vzorový řez Povodňový parkem je na obr. 51.



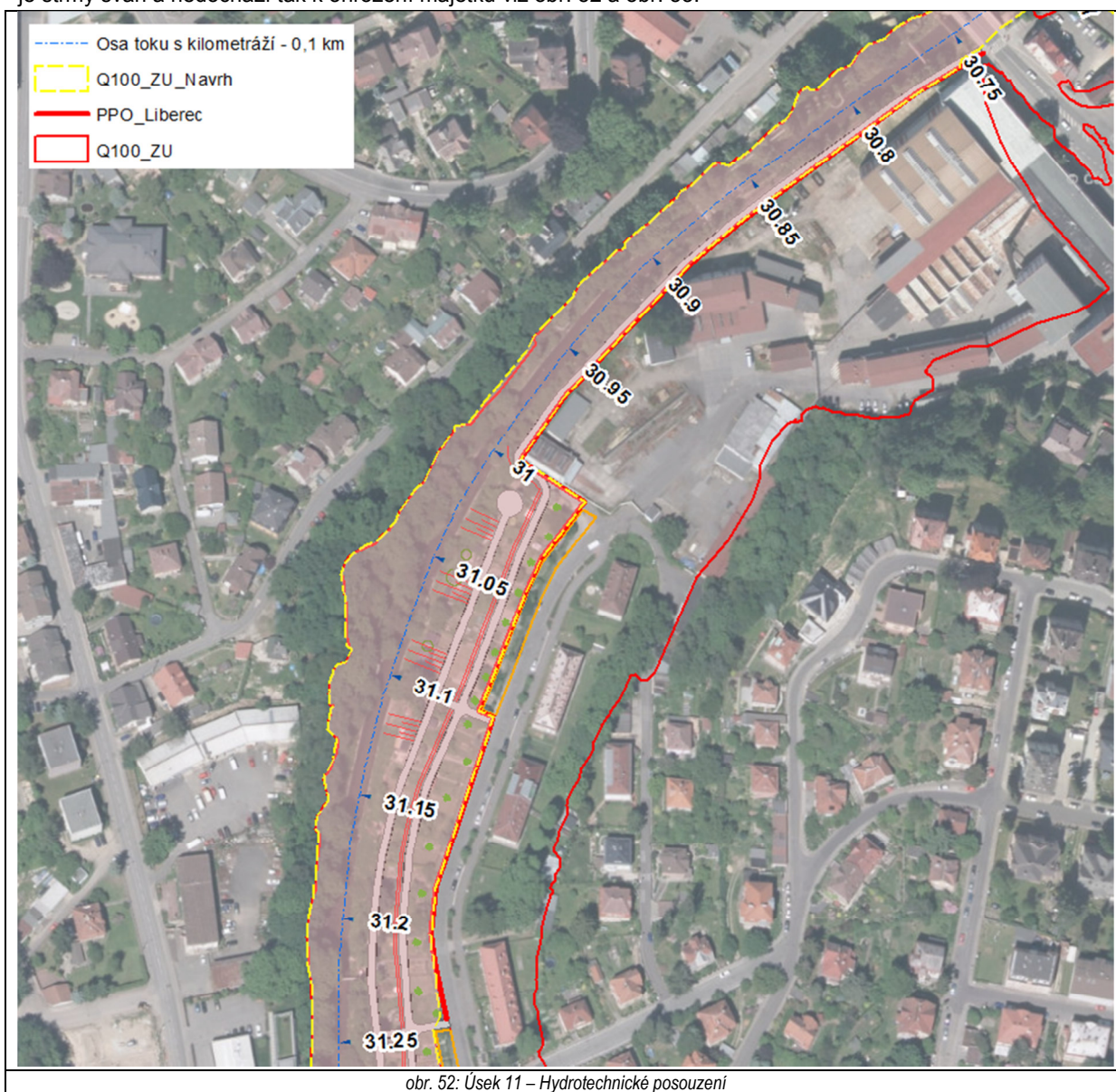
obr. 50: Úsek 11 – Povodňový park – severní část

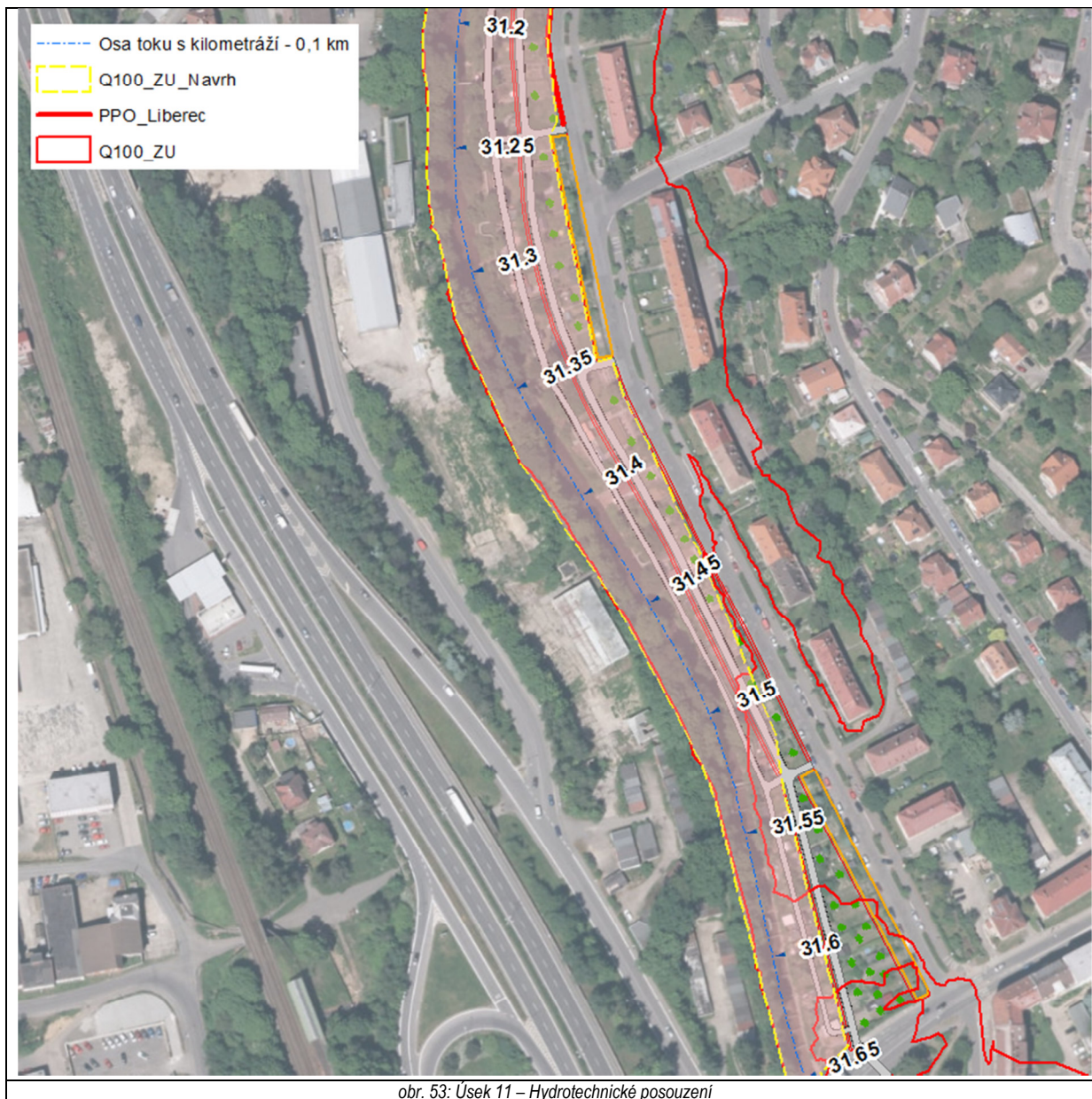


obr. 51: Úsek 11 – Vzorový příčný profil povodňového parku

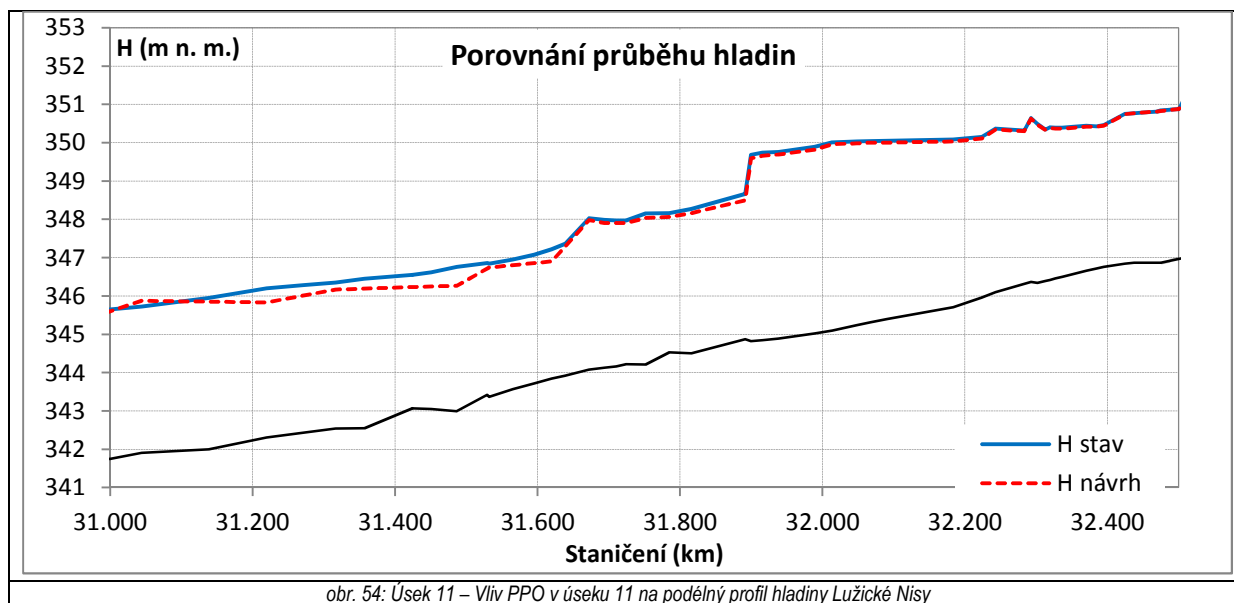
6.2.2 Hydrotechnické posouzení

Výstavbou PPO dojde ke zvýšení hladiny v úseku PA, avšak ze strany PA je chráněn ŽB zdí a na druhém břehu je strmý svah a nedochází tak k ohrožení majetku viz obr. 52 a obr. 53.





Po zrealizování PPO v úseku 11 dojde ke snížení hladiny při Q_{100} , což se projeví i v nadcházejícím úseku 12. Za mostem v ul. Jungmannova dochází k největšímu poklesu a to o 0,47 m.



6.2.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkoprávních vztahu k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 35 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 35: Investiční náklady PPO SO – 11 ŽB Zeď

SO – 11.1 ŽB Zeď		
Cena za 1 m při výšce -	0,9 m	23 519 Kč
Délka ŽB zdi		495
Celkem za PPO		11 641 905 Kč
Rezerva 30 %		3 492 571 Kč
CELKEM PPO s 30% rezervou		15,1 mil Kč

Investiční náklady spojené s vybudování povodňového parku vychází na 94 mil Kč, podrobně jsou vyčísleny v tab. 36.

tab. 36: Investiční náklady na povodňový park

prvky SO	jednotka	cena Kč/jednotku	množství	cena tis Kč
Zemní práce	m3	1000	36 000	36 mil Kč
Bourací a demoliční práce	m2	600	18 000	10,8 mil Kč
Úprava území	m2	200	18 000	3,6 mil Kč
Opěrné zdi	m2	20 000	970	19,4 mil Kč
Cesty	m2	1 000	2 400	2,4 mil Kč
Celkem				72,2 mil Kč
Rezerva 30%				21,6 mil Kč
Celkem s rezervou				94 mil Kč

Celkové náklady na Povodňový park s PPO jsou vyčísleny na 109.1 mil Kč.

6.2.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

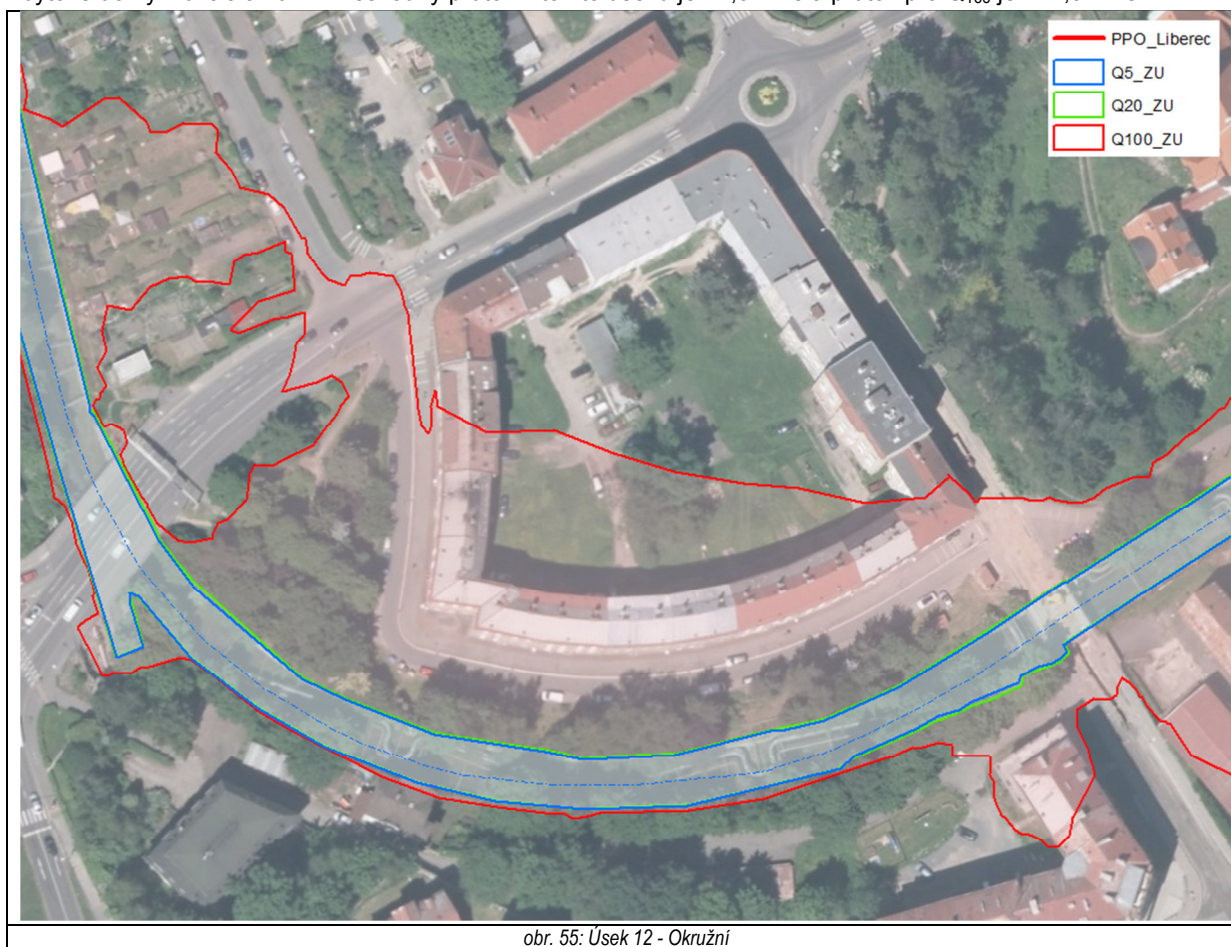
Tab. 2 Úsek 11 – Maximální investiční náklady

		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	1.5	0.4	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	51.1	14.5	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I _{max}	-	36.6	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	109.1	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivity PPO	PU	-	0.3	
Absolutní efektivity	AU	-	-72.4	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	99.4	roky

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 51,1 mil Kč a pro návrhový stav 14,5 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 36,6 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 109,1 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivity protipovodňových opatření je 0,3, což je pro dotační program nepříznivá hodnota.

6.3 Úsek - 12 Okružní (ř. km. 31.65 – 31.89)

V tomto úseku je koryto Lužické Nisy schopno bezpečně převést povodňový průtok Q_5 a Q_{20} . Při Q_{100} dochází především k vybřežení toku na levém břehu, kde jsou zaplaveny bytovky. Most v ul. Metelkova při povodňovém průtoku Q_{100} nazdouvává tok. Vlivem navzdouvání dochází k jeho obtékání a zaplňuje průmyslovou budovu nad mostem na pravém břehu a obytnou budovu pod mostem. Dále voda zatéká do Okružní a zaplňuje všechny bytové domy v ulicích okružní. Neškodný průtok v tomto úseku je $72,5 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $121,9 \text{ m}^3/\text{s}$.



obr. 55: Úsek 12 - Okružní

6.3.1 Technický návrh

Mostní konstrukce je vysoká 1,6 m a kóta spodní hrany konstrukce je 347,73 m n.m. a hladina při návrhovém průtoku Q_{100} má kótu 349,68. Při změně konstrukce mostu lze snížit výšku až na 1 m, čímž dojde ke zprůtočnění

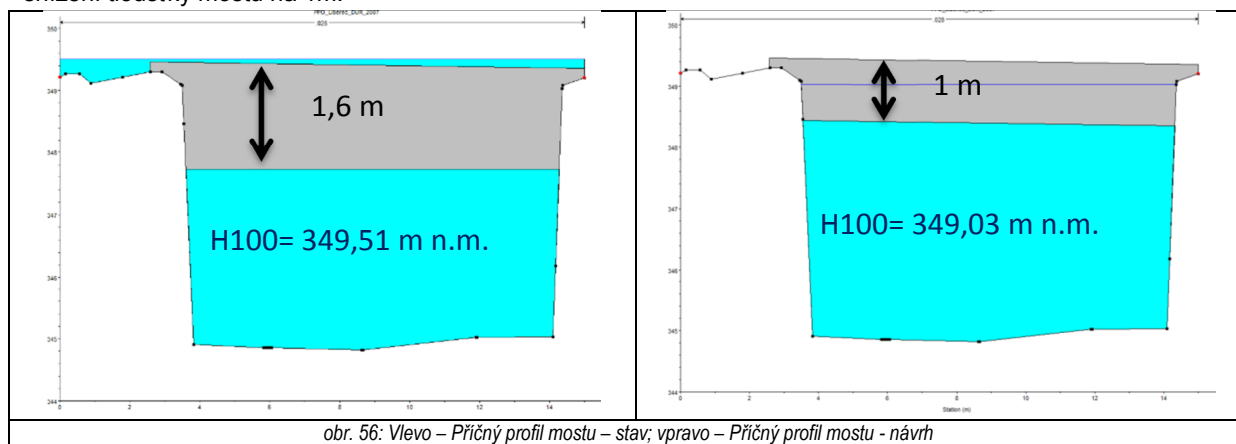
mostu a výška hladiny při návrhovém průtoku Q_{100} bude 348,07 m n.m. a kóta spodní hrany mostovky 348,36 m n.m.

tab. 37: Parametry PPO S0 – 12 Zvýšení průtočné kapacity mostu

SO – 12 Zvýšení průtočné kapacity mostu	
Délka mostu	10,7 m
Šířka	7,9 m
Tloušťka mostu - stav	1,6 m
Tloušťka mostu - návrh	1,0 m

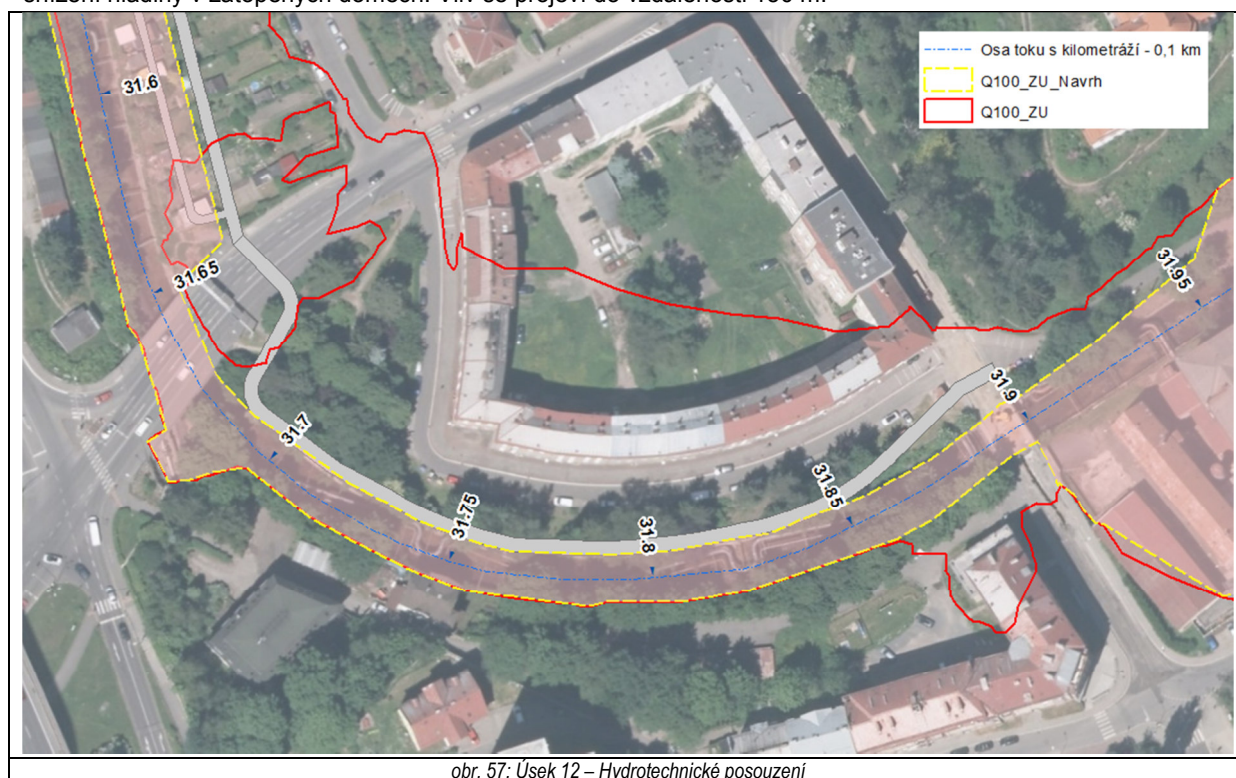
6.3.2 Hydrotechnické posouzení

Na obr. 56 je v levé části znázorněn současný stav, kdy hladina je ve výšce 349,51 m n.m. při Q_{100} a tloušťka mostu je 1,6 m. V pravé části je znázorněn návrhový stav, kdy hladina při Q_{100} má výšku 349,03 m n.m. při snížení tloušťky mostu na 1m.



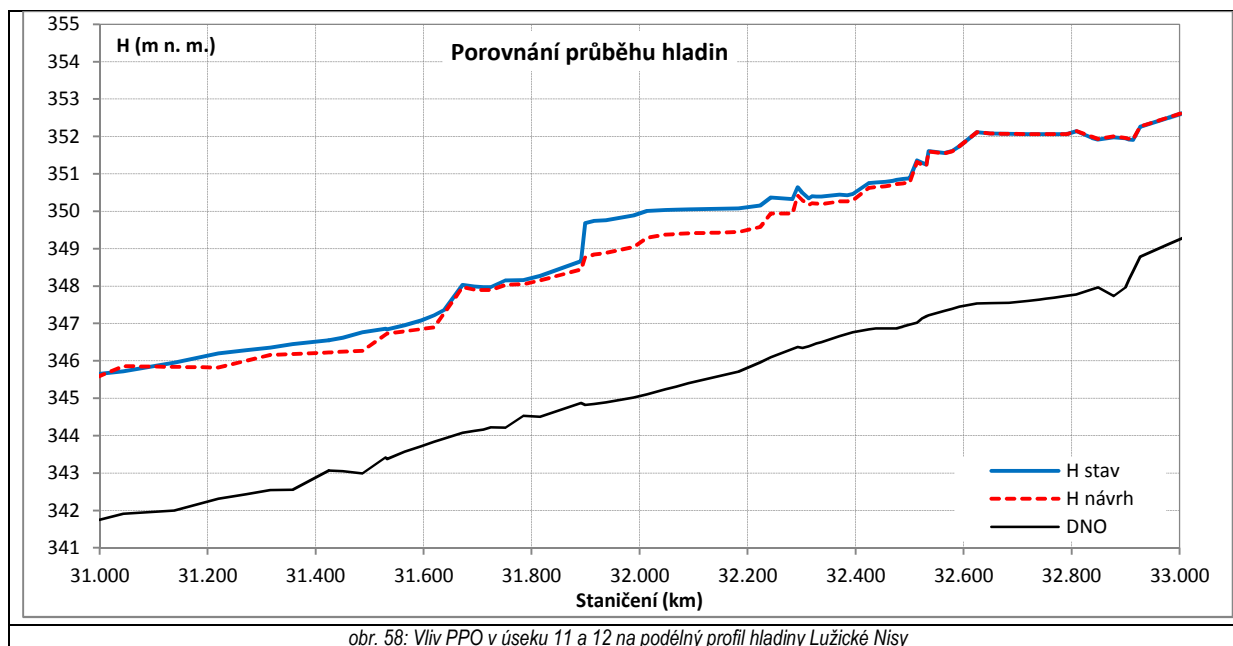
obr. 56: Vlevo – Příčný profil mostu – stav; vpravo – Příčný profil mostu - návrh

Zvýšením průtočné kapacity mostu dojde ke snížení hladiny o 0,48 m, čímž se přestane most v ul. Metelkova přelévat a obytné domy na pravém i levém břehu nebudou ohroženy při Q_{100} . Dále přestane natékat voda z ul. Okružní do ulice Wintrova a do přilehlých zahrádek. Vliv snížení hladiny se projeví i v úseku 13 kde, dojde ke snížení hladiny v zatopených domech. Vliv se projeví do vzdálenosti 150 m.



obr. 57: Úsek 12 – Hydrotechnické posouzení

Na obr. 58 je znázorněn podélný profil toku Lužické Nisy v případě uskutečnění PPO v úseku 11 a 12, tedy vytvoření povodňového parku a zvýšení průtočné kapacity mostu v ul. Metelkova. Snížení hladiny je těsně nad mostem o 0,52 m a vliv sahá do vzdálenosti 150 m proti proudu, tedy oproti pouze úpravě mostu se jedná o rozdíl 4 cm. V této délce by došlo ke snížení hladiny při průtoku Q_{100} .



6.3.3 Odborný odhad investičních nákladů

Odborný odhadu nákladů na vybudování nového mostu, který by splňoval parametry uvedené v návrhu je 10 mil. Kč. Cena není konečná, jelikož do její kalkulace vstupu mnoho neznámých jako vyčíslení přemístění sítí v mostě, statika podpěrných částí mostu a zdí v místě mostu.

6.3.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivity PPO.

tab. 38: Úsek 12 – Maximální investiční náklady

		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.0	0.0	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	1.3	0.7	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I_{max}	-	0.7	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	10	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivity PPO	PU	-	0.07	
Absolutní efektivnost	AU	-	-9.3	mil. Kč

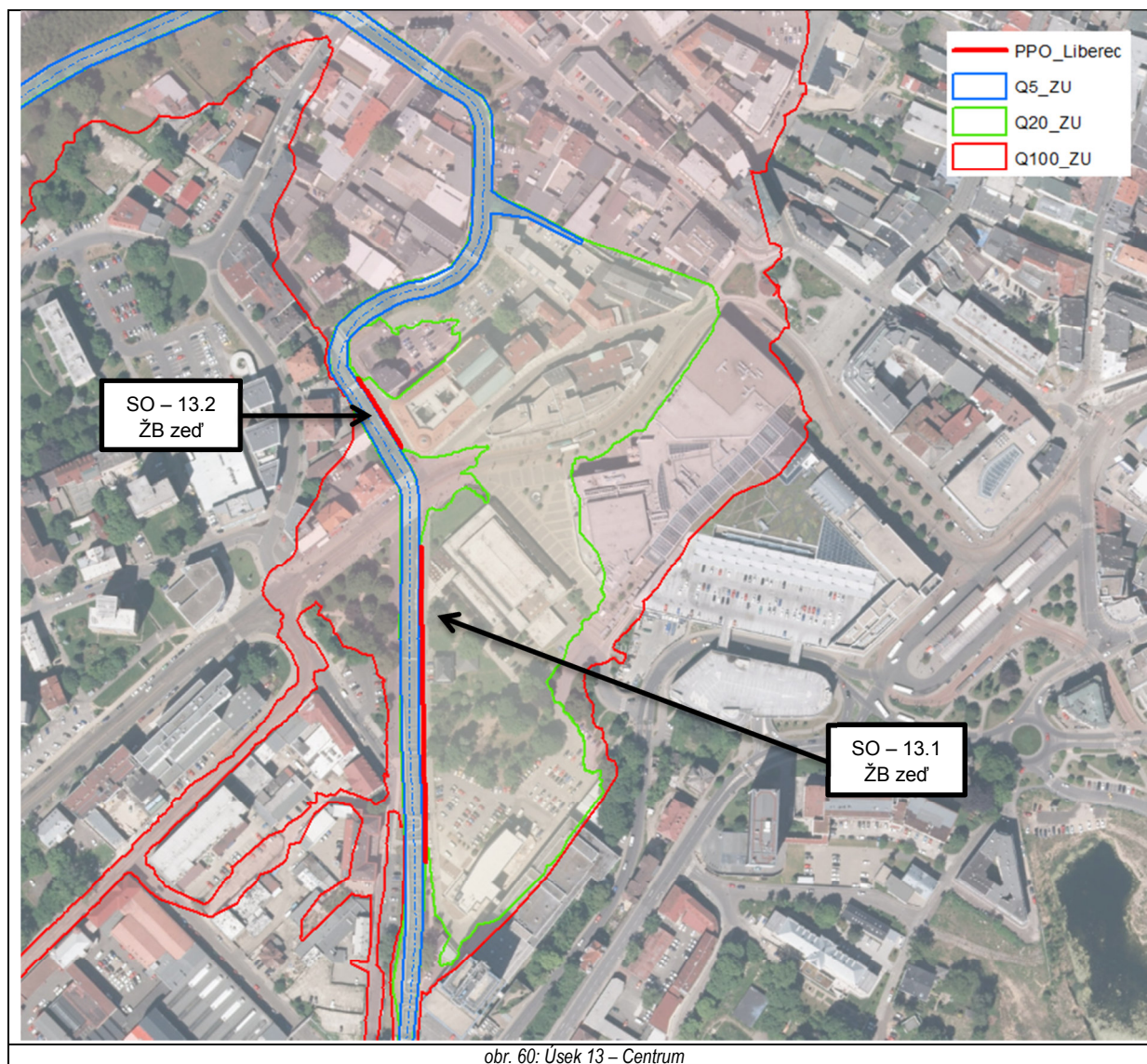
Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 1,3 mil Kč a pro návrhový stav 0,7 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 0,6 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 10 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivity protipovodňových opatření je 0.07, což je pro dotační program nepříznivá hodnota.

6.4 Úsek 13 - Centrum (ř. km. 31.89 – 33.21)

Centru města Liberec dochází jednak k navzdouvání vody mosty a zároveň je koryto nekapacitní pro průtok Q_{100} . Z důvodu uvedených skutečností dochází u Krajského úřadu Libereckého kraje (dále jen KULK), Evropského domu, Scholzova domu (Správa CHKO), kulturního domu, OC Fórum a části Soukeného náměstí. Záplavové čáry pro Q_{100} dále kopírují ulice Papírová, Lucemburská, Široká a Mysliveská. Voda zptně natéká do koryta u skateparku. Levám břeh je zaplaven podstatně méně, voda se na něj vybřežuje vlivem navzdouvání vody mostem v ul. U Besedy. Zaplavuje domy v ulici Na Zápraží, částečně v ulici Orlí a PA před mostem v ul. Metelkova viz obr. 59 a obr. 60.

Při povodňovém průtok Q_{20} dochází k vebřežení toku Lužické Nisy pouze na pravém břehu. Voda vybřežuje na mezi evrospkým domem a Scholzovým domem (správa CHKO). Dochází k zaplavení KULK, Evropského domu, Scholzova domu (Správa CHKO), kulturního domu, OC Fórum, domů v ulici 1. Máje, v ulici Hrazená. Voda natéká zpět do koryta přes Soukeným náměstím a Harcovským potokem. Neškodný průtok v tomto úseku je $55,6 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{20} je $70,6 \text{ m}^3/\text{s}$.





obr. 60: Úsek 13 – Centrum

6.4.1 Technický návrh

V centru města Liberec je míra ochrany stanovena na Q_{20} .

SO – 13.1 ŽB zeď

V současné době probíhá územní řízení ohledně plánovaného projektu náplavky před Krajským úřadem Libereckého kraje. V případě, že by nebyl realizován projekt náplavky je projektováno PPO v rámci zvýšení zdí podél toku v místě od Krajského úřadu, kde by koruna zdi měla kótu 351,50 m n.m. a pokračovala by po pravém břehu k mostu 1. Máje viz obr. 60. Kóta u mostu 1. Máje je 351,30 m n.m. V celé délce je projektována s 0,3 m vysokým bezpečnostním převýšením.

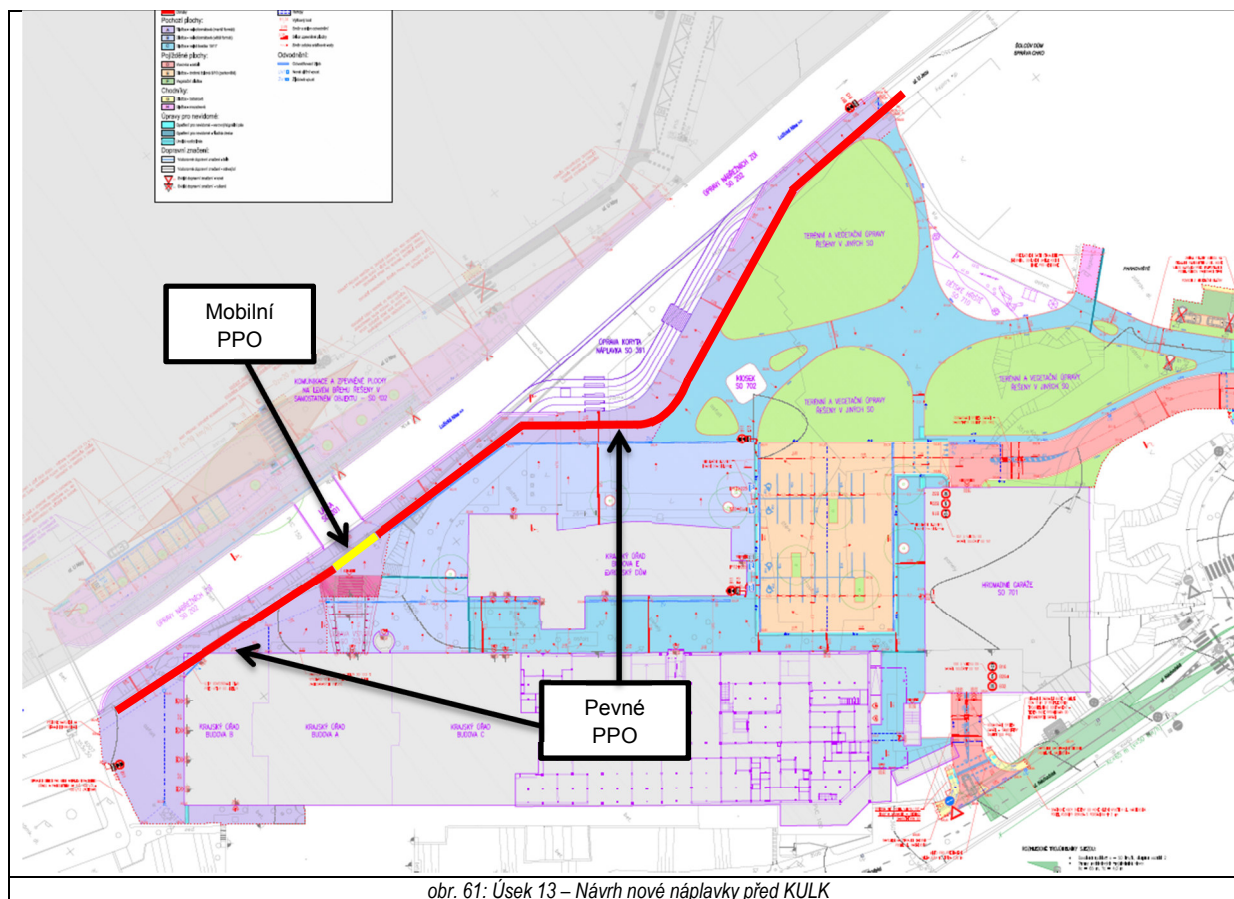
V případě realizování projektu náplavky je nutné dodržet výše uvedené kóty korun zdí. V místě nového mostu navrhujeme mobilním PPO z gumového vaku, který v případě potřeby napustí vodou z toku Lužické Nisy. Uskladnění vaku by mělo být v co možná největší blízkosti mostu, aby se zkrátila doba na dopravu. Ve zbytku náplavky doporučuje pevné PPO z ŽB zdí. V místě pohybu lidí lze přechod přes ŽB zeď schody z obou stran viz obr. 61.

SO – 13.2 ŽB zeď

Tato ŽB zeď pouze zvyšuje současnou zídku oddělující tok Lužické Nisy od ulice U Besedy mezi mostem 1. Máje a lávkou položenou 40 m níže po toku. Zeď je projektována v délce 35 m a průměrné výšce 0,5 i s 0,3 m bezpečnostní rezervou. Kóta koruny zdi je po celou délku 345,90 m n.m.

tab. 39: Parametry PPO SO – 13.1 ŽB zeď a 13.2 ŽB zeď

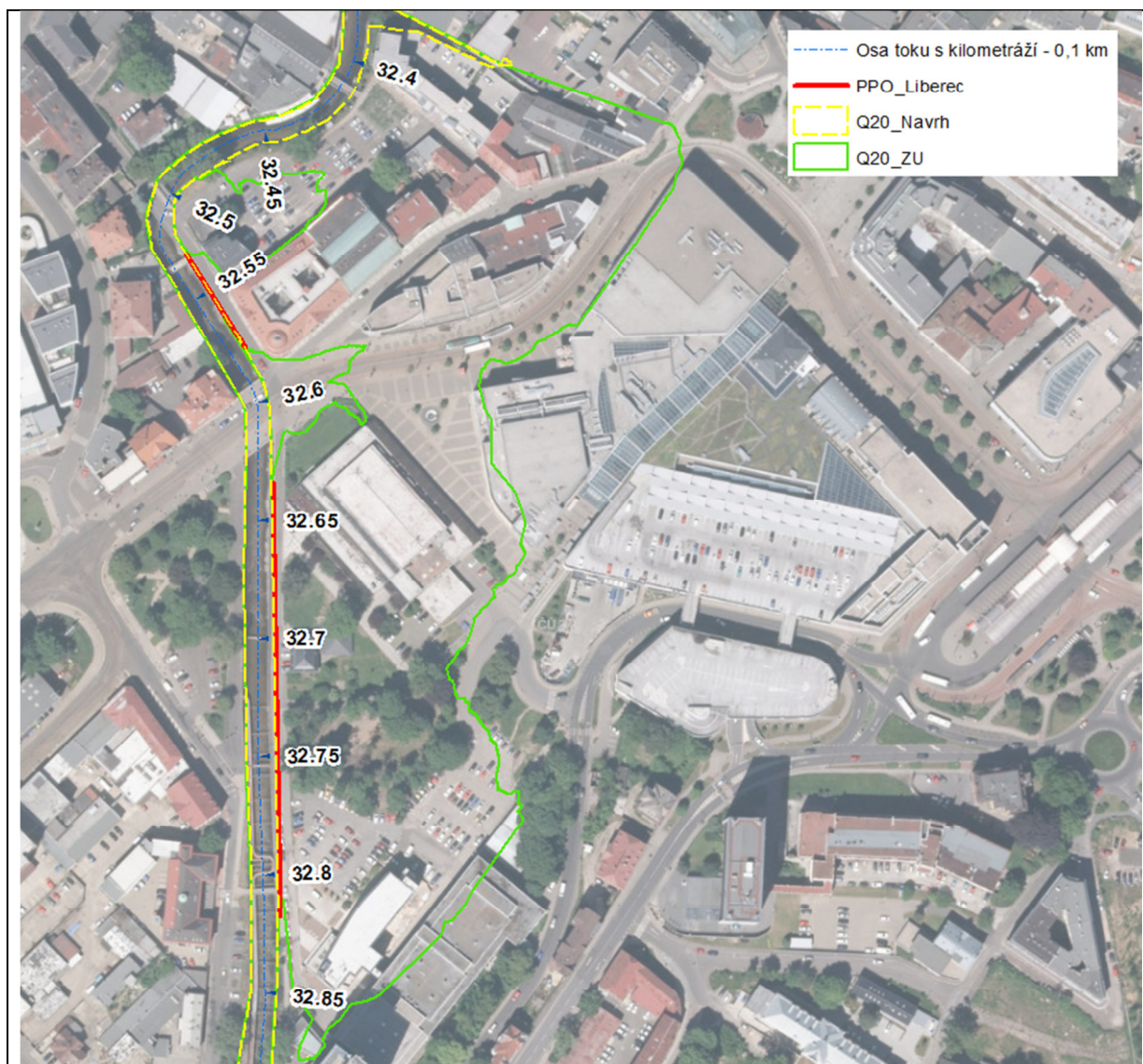
SO – 13.1 ŽB zeď	
Délka zdi	180 m
Průměrná výška zdi	0,9 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	351,50– 351,30 m n.m
SO – 13.2 ŽB zeď	
Délka zdi	35 m
Průměrná výška zdi	0,5 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	345,90 m n.m



obr. 61: Úsek 13 – Návrh nové náplavky před KULK

6.4.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem výstavby PPO nedojde k mírnému zvýšení hladiny nad nebo v místě PPO.



obr. 62: Úsek 13 – Hydrotechnické posouzení

6.4.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkoprávních vztahu k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 40 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 40: Investiční náklady PPO SO – 13.1 ŽB zeď a 13.2 ŽB zeď

SO – 13.1 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	0.9 m	23 519 Kč
Délka ŽB zdi		180
Celkem za PPO		4 233 420 Kč
Rezerva 30 %		1 270 026 Kč
CELKEM PPO s 30% rezervou		5,5 mil Kč
SO – 13.2 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	0.5 m	21 842 Kč
Délka ŽB zdi		35
Celkem za PPO		764 470 Kč
Rezerva 30 %		229 341 Kč
CELKEM PPO s 30% rezervou		1 mil Kč
CELKEM ZA PPO SO - 13		6,5 mil Kč

6.4.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 41: Maximální investiční náklady

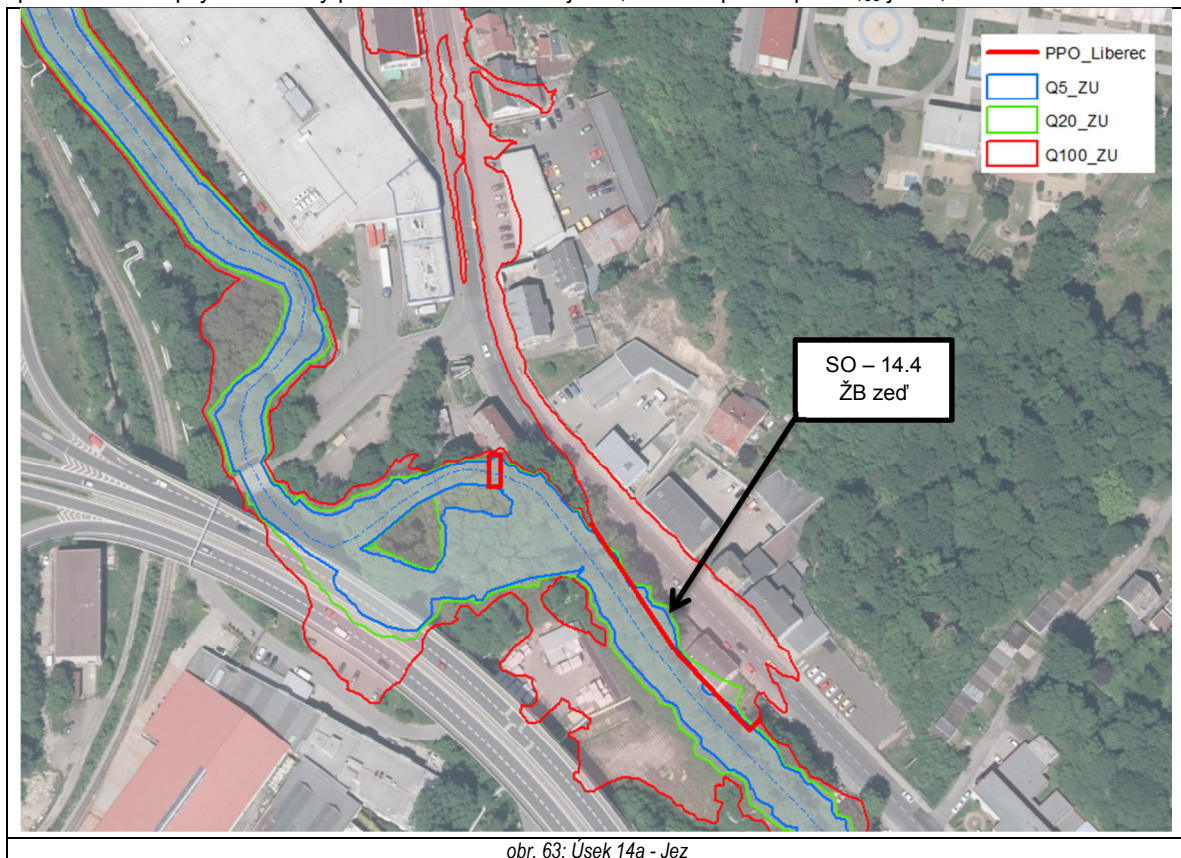
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	1.8	1.2	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	59.5	40.0	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	Imax	-	19.5	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	0.0	6.5	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	3.0	
Absolutní efektivnost	AU	-	13.0	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	11.1	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 3,4 mil Kč a pro návrhový stav 0,4 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 3 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 1,5 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 2, což je pro dotační program příznivá hodnota.

6.5 Úsek 14a - Jez (ř. km. 34.52 – 34.83)

Starý rozbořený jez nad mostem v ul. Mostecká vzdouvá vodu a při vyšších průtocích (Q_{20} a vyšší) dochází k vybřežení vody na pravém břehu a zatopení obytného domu. Při povodňovém průtok Q_{100} na pravém břehu při vybřežení voda teče dále po ul. Dr. Horákové směrem od centra. Na levém břehu dochází k vybřežení a zaplavení areálu pily. Neškodný průtok v tomto úseku je $13,8 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $99,1 \text{ m}^3/\text{s}$.



obr. 63: Úsek 14a - Jez

6.5.1 Technický návrh

O návrhu PPO bylo v tomto úseku uvažováno ve dvou variantách. U varianty s revitalizací jezu a rybím přechodem je nutná součinnost soukromého vlastníka jezu a MVE. S výstavbou rybího přechodu dojde k rozdělení průtoků mezi MVE a rybí přechod a ke ztrátě zisku z výroby el. energie. Z tohoto důvodu se přikláníme a dále řešíme pouze variantu bez revitalizace jezu.

Zed' je zavázána do svahu, který stoupá k domu č.p. 153/94 a odtud vede v délce 80 m podél toku a mezi tokem a domem č.p. 127/98. Za tímto domem je zavázána kolmo k toku do svahu vedoucí k ulici Dr. Milady Horákové. Koruna zdi má v celé délce kótu 363,90 m n.m. a šířku 0,4 m. Výška zdi je 2,5 m. Počítá se s 0,3 m bezpečnostní rezervou a s 1 m podezdívky koryta, jelikož v současné době koryto není opevněno viz. obr. 64.

tab. 42: Parametry PPO S0 – 14.4 ŽB zed'

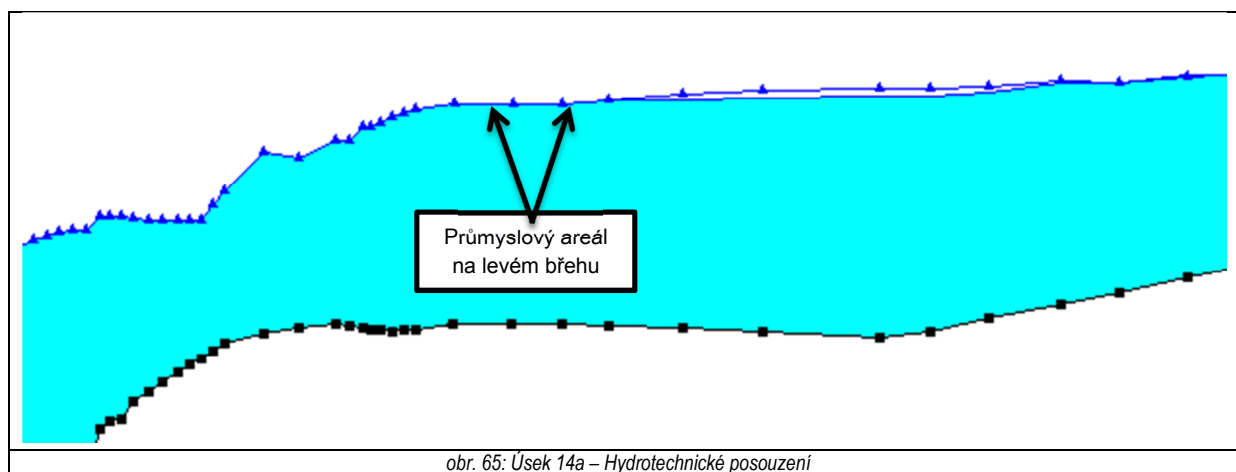
SO – 14.4 ŽB zed'	
Délka zdi	90 m
Průměrná výška zdi	2,5 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	363,90 m n.m



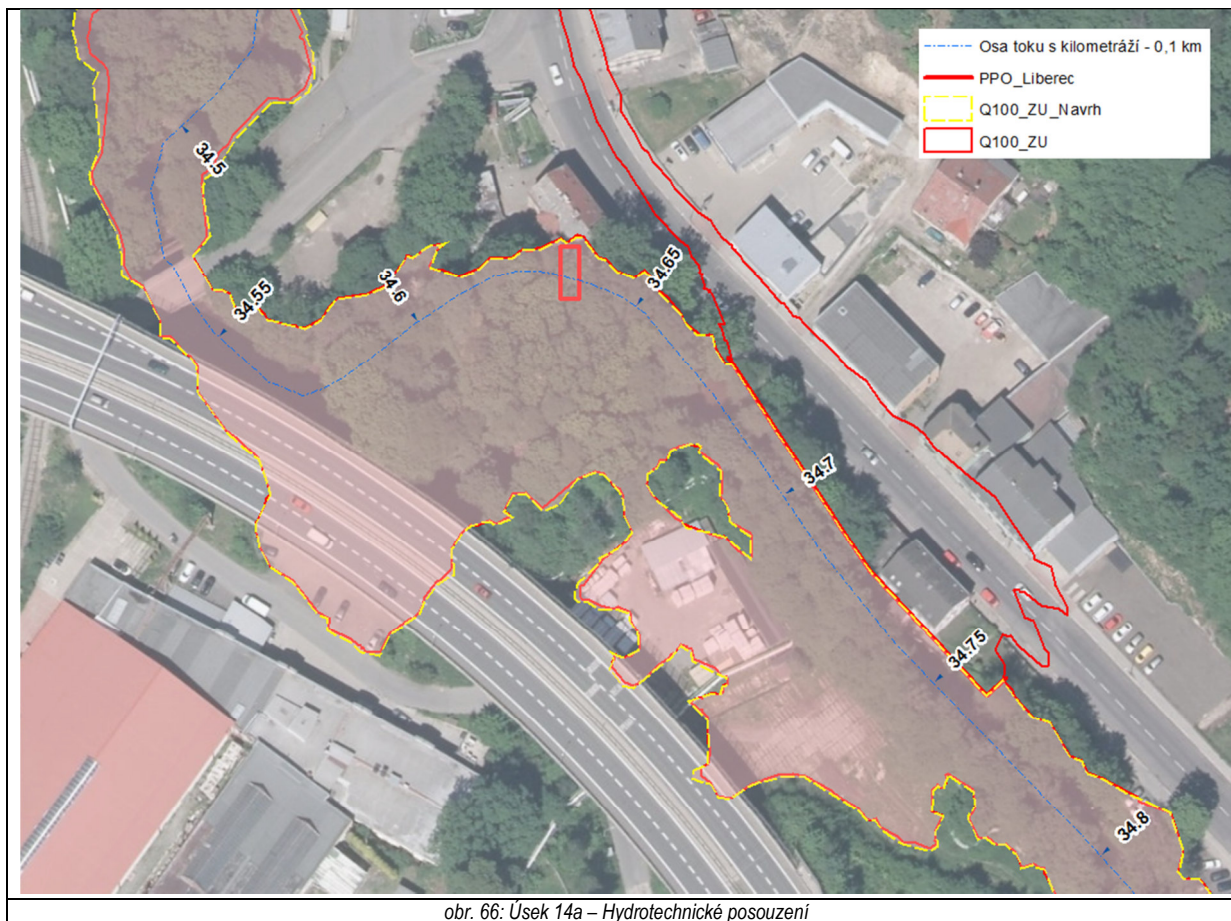
obr. 64: Vlevo – Umístění PPO mezi domem a jezem, vpravo – Umístění PPO mezi domem a tokem

6.5.2 Hydrotechnické posouzení

Po realizaci PPO nedojde ke zhoršení odtokových podmínek na levém břehu v místě PA, jelikož se zvýší hladina toku při Q_{100} o 0,13 m nad plánovaným PPO, kde nedojde k ohrožení majetku.



obr. 65: Úsek 14a – Hydrotechnické posouzení



6.5.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 43 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 43: Investiční náklady PPO SO – 14.4 ŽB zed'

SO – 14.4 ŽB zed'		
Cena za 1 m při výšce -	2.5 m	30 231 Kč
Délka ŽB zdi		90
Celkem PPO		2 720 790 Kč
Rezerva 30 %		816 237 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		3,5 mil Kč

6.5.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 44: Maximální investiční náklady

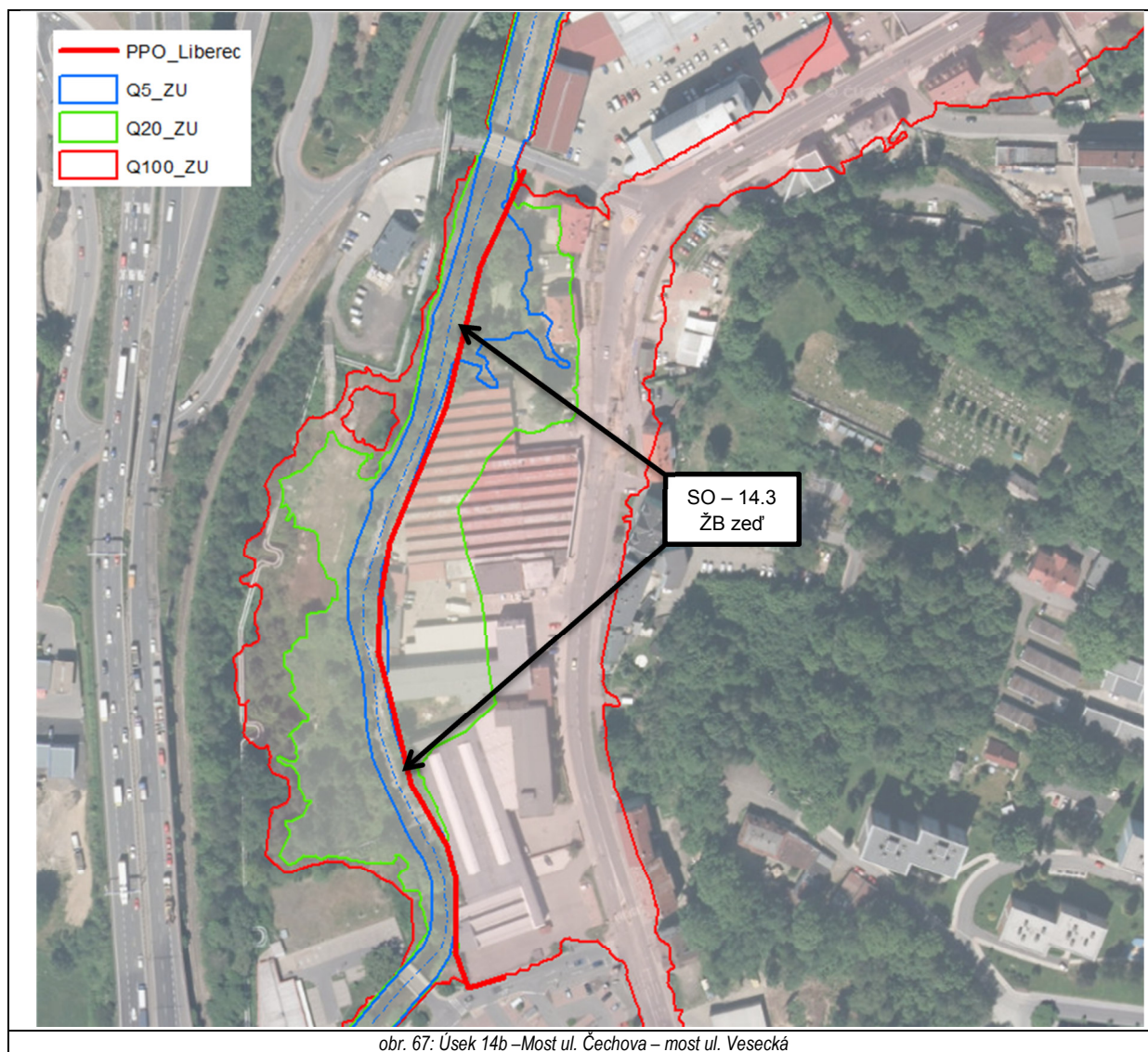
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.2	0.0	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	8.1	1.5	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I _{max}	-	6.6	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	3.5	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	1.9	
Absolutní efektivnost	AU	-	3.0	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	17.9	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 8,1 mil Kč a pro návrhový stav 1,5 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 6,6 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 3,5 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 1.9, což je pro dotační program příznivá hodnota.

6.6 Úsek 14b - Most ul. Čechova – most ul. Mostecká (ř. km. 33.87 – 34.52)

Tok Lužické Nisy mezi mostem v ul. Čechova a mostem v ul. Mostecká je korytem řeky bezpečně převeden při povodňových průtocích. V další části, přibližně v polovině parkoviště u prodejny Kaufland, dochází při povodňovém průtoku Q_{100} k vybřežení toku na obou březích. Na levém břehu je zaplaveny prodejna KIK a na pravém břehu voda natéká po parkovišti až do ulice Dr. Milady Horákové po, které teče dále do centra. Na pravém břehu je zaplaven průmyslový areál. Lužická Nisa vybřežuje v další části i při povodňovém průtoku Q_{20} a zaplavuje dolní část PA a na konci úseku dva obytné domy. Neškodný průtok v tomto úseku je 31,7 m³/s a průtok pro Q_{100} je 107,5 m³/s.



6.6.1 Technický návrh

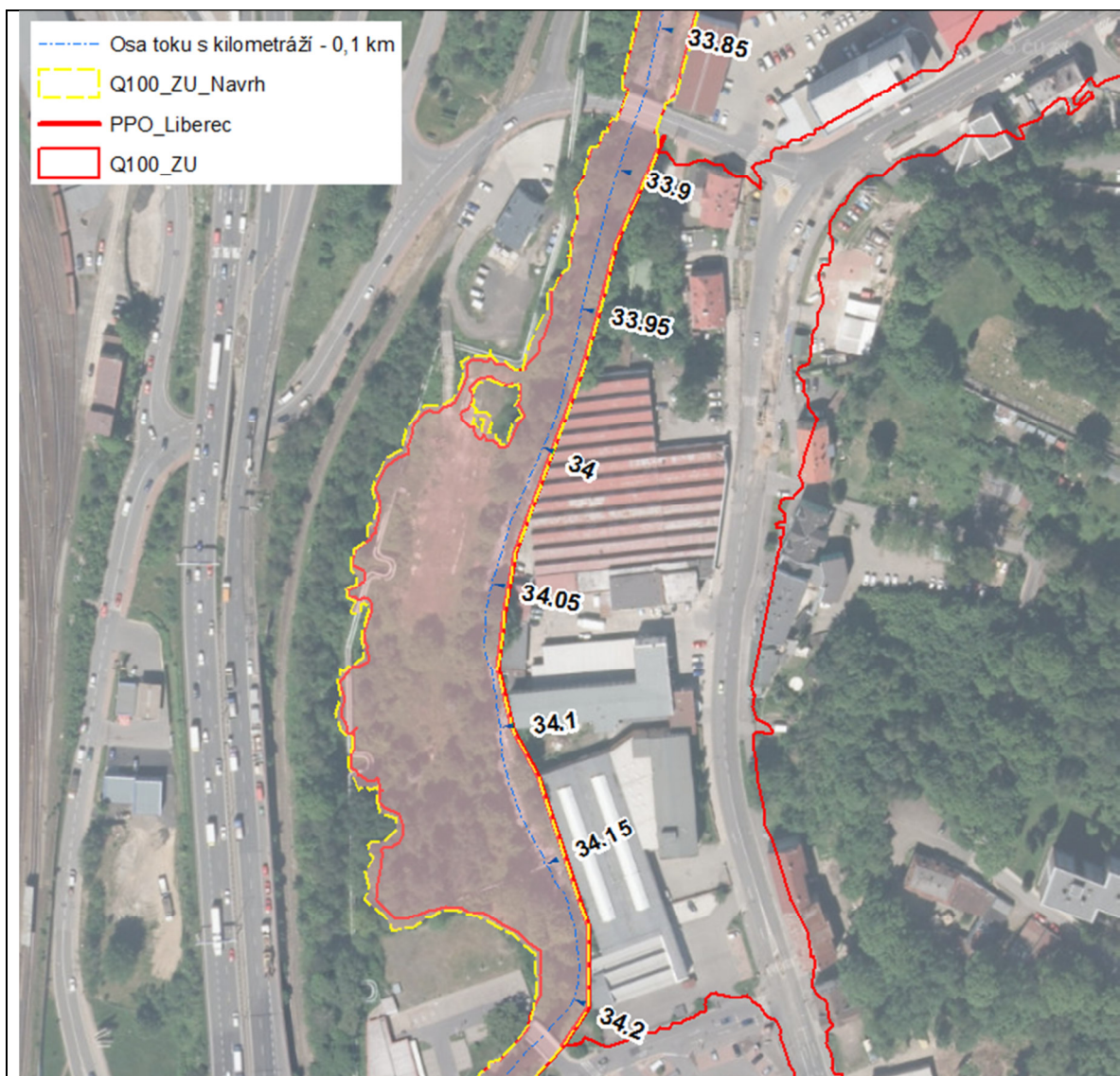
V úseku 14b je projektována ŽB zeď, která je na začátku zavázána do mostu přes Lužickou Nisu v ul. Čechova. Při zavázání má koruna zdi kótu 360,20 m n.m. Dále od zavázání vede proti toku na pravém břehu v délce 350 m. Odděluje obytné budovy v první části úseku a PA v druhé části úseku od toku. Na konci je zavázána do svahu k parkovišti u mostku k prodejně KIK. Kóta zdi je při zavázání 361,20 m n.m. Šířka zdi je 0,4 m. Průměrná výška zdi je 2,5 m, při této výšce se počítá s 0,3 m bezpečnostní rezervou a s 1 m podezdívky koryta, jelikož v současné době koryto není opevněno.

tab. 45: Parametry PPO SO – 14.3 ŽB zed'

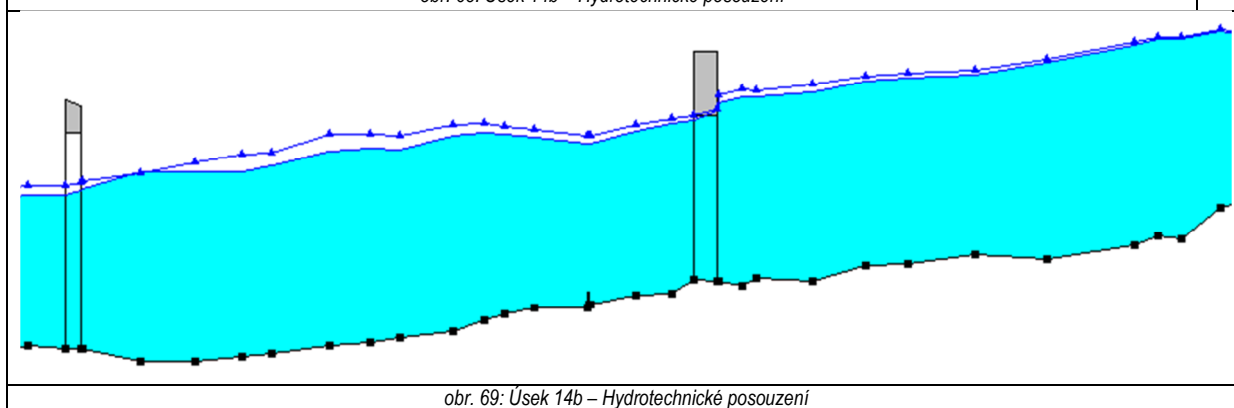
SO – 14.3 ŽB zed'	
Délka zdi	350 m
Průměrná výška zdi	2,5 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	361,20 – 360,20 m n.m

6.6.2 Hydrotechnické posouzení

Výstavbou PPO dojde ke zvýšení hladiny Lužické Nisy v případě Q_{20} i Q_{100} . Největší zvýšení je při Q_{100} o 0,33 m přibližně v polovině úseku mezi mosty viz obr. 69. Na levém břehu dojde k zaplavení většího území než při současném stavu, avšak v tom dodatečně zaplaveném území nedochází ke škodě na majetku nebo zhoršení odtokových poměrů viz obr. 68.



obr. 68: Úsek 14b – Hydrotechnické posouzení



obr. 69: Úsek 14b – Hydrotechnické posouzení

6.6.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 46 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 46: Investiční náklady PPO SO – 14.3 ŽB zed'

SO – 14.3 ŽB zed'		
Cena za 1 m při výšce -	1.5 m	30 231 Kč
Délka ŽB zdi		350
Celkem za PPO		10 580 850 Kč
Rezerva 30 %		3 174 255 Kč
CELKEM PPO s 30% rezervou		13,8 mil Kč

6.6.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 47: Maximální investiční náklady

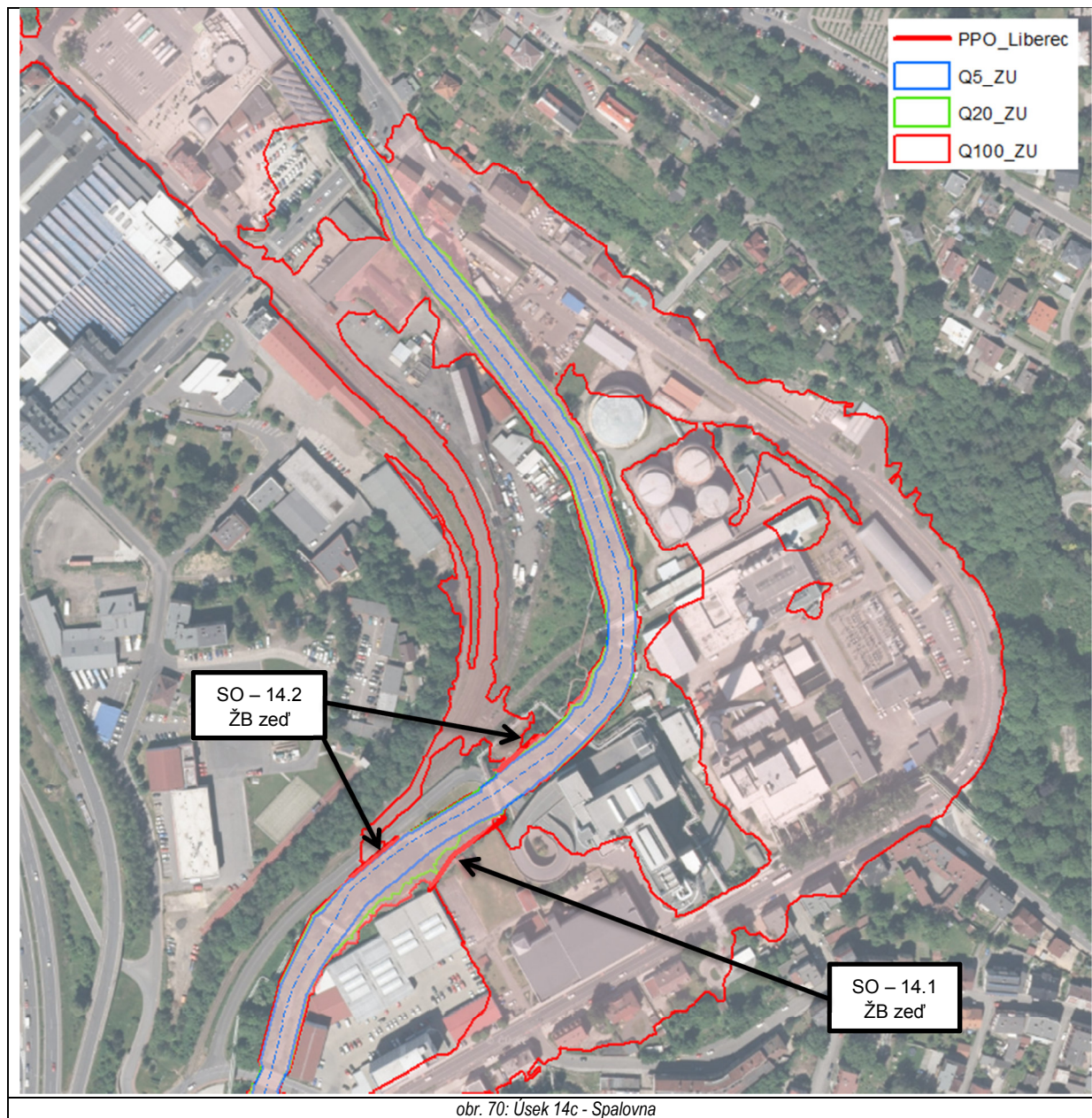
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	1.7	0.3	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	56.4	9.2	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I _{max}	-	47.2	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	13.8	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	3.4	
Absolutní efektivnost	AU	-	33.4	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	9.7	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 56,4 mil Kč a pro návrhový stav 9,2 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 47,2 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 13,8 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 3,4, což je pro dotační program příznivá hodnota.

6.7 Úsek 14a - Spalovna (ř. km. 33.21 – 33.78)

V celém úseku Spalovna jsou povodňové průtoky Q_5 a Q_{20} korytem Lužické Nisy převáděny bezpečně. Při Q_{100} dochází k vybřežení na obou březích. Na levém dochází k vybřežení před mostem do spalovny a pod ním oba úseky jsou dlouhé cca 20 m. Na pravém břehu dochází k rozlivu a nátoku vody do areálu spalovny nad mostem do spalovny. Vody dále teče až na ulici Dr. Horákové, kde zaplavuje 20 obytných domů, spalovnu a k ní přílehlý průmyslový areál. Neškodný průtok v tomto úseku je $67,5 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $107,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

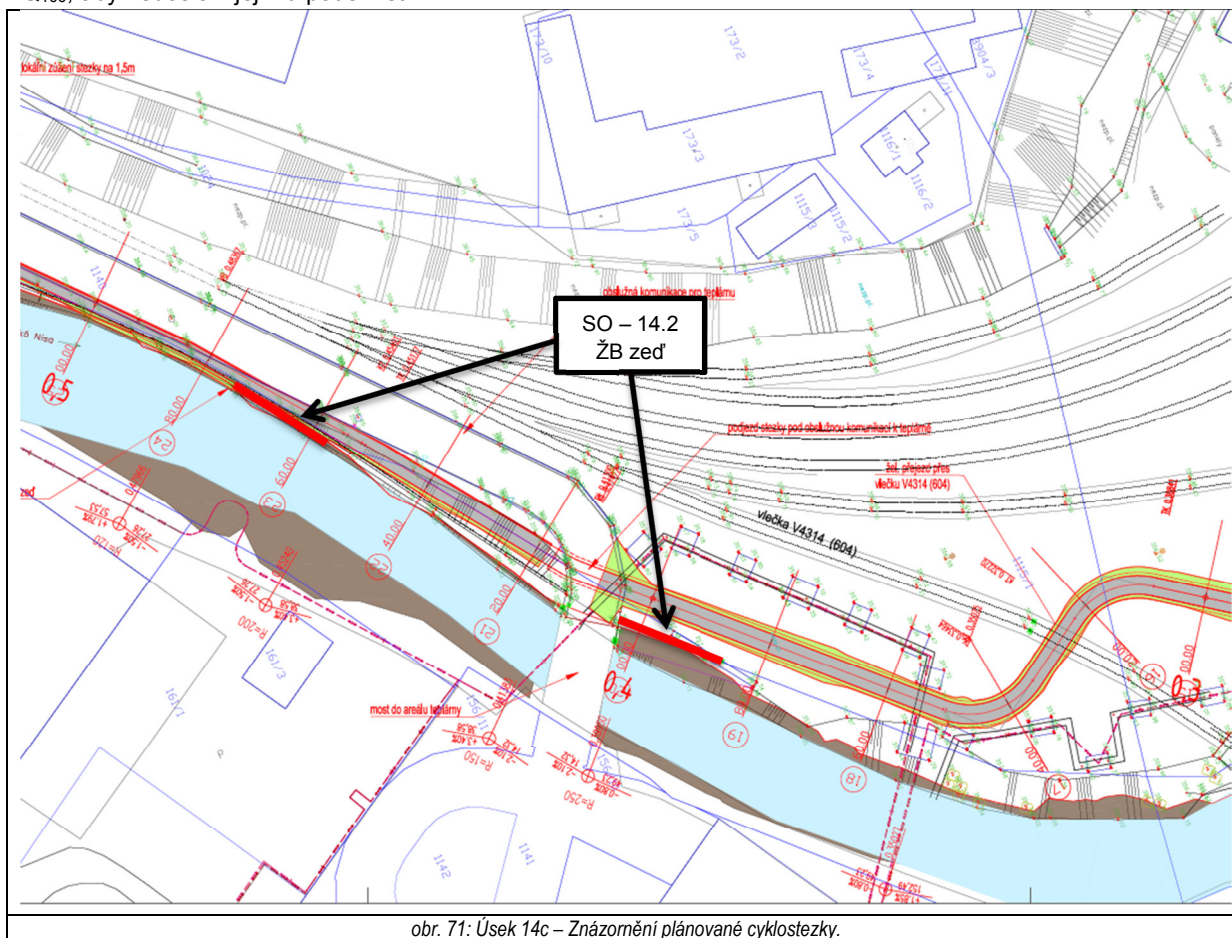


6.7.1 Technický návrh

V tomto úseku je na pravém břehu navržena ŽB zeď dlouhá 60 m a vysoká v průměru 0,8 m, bezpečnostní rezervou 0,3 m. Zeď je navržena od severovýchodního rohu budovy prodejny náhradních dílu Elit směrem k mostu k teplárně, kde je zavázána do zvýšeného terénu pod mostem.

Na levém břehu jsou navrženy dvě ŽB zdi, jedna před mostem do teplárny v délce 20 m a průměrné výšce 1 m a druhá je navržena pod mostem do teplárny v délce 20 m a průměrné výšce 1m. Obě zdi lze vystavět současně s plánovanou cyklostezkou, resp. pokud by byla postavena v těchto místech výše jak 358,20 m n.n.m., mohla by

suplovat ŽB zeď. Opěrná zeď cyklostezky, především v úseku nad mostem do teplárny, musí staticky vydržet tlak Q_{100} , aby nedošlo k jejímu podemletí.



obr. 71: Úsek 14c – Znáromění plánované cyklostezky.

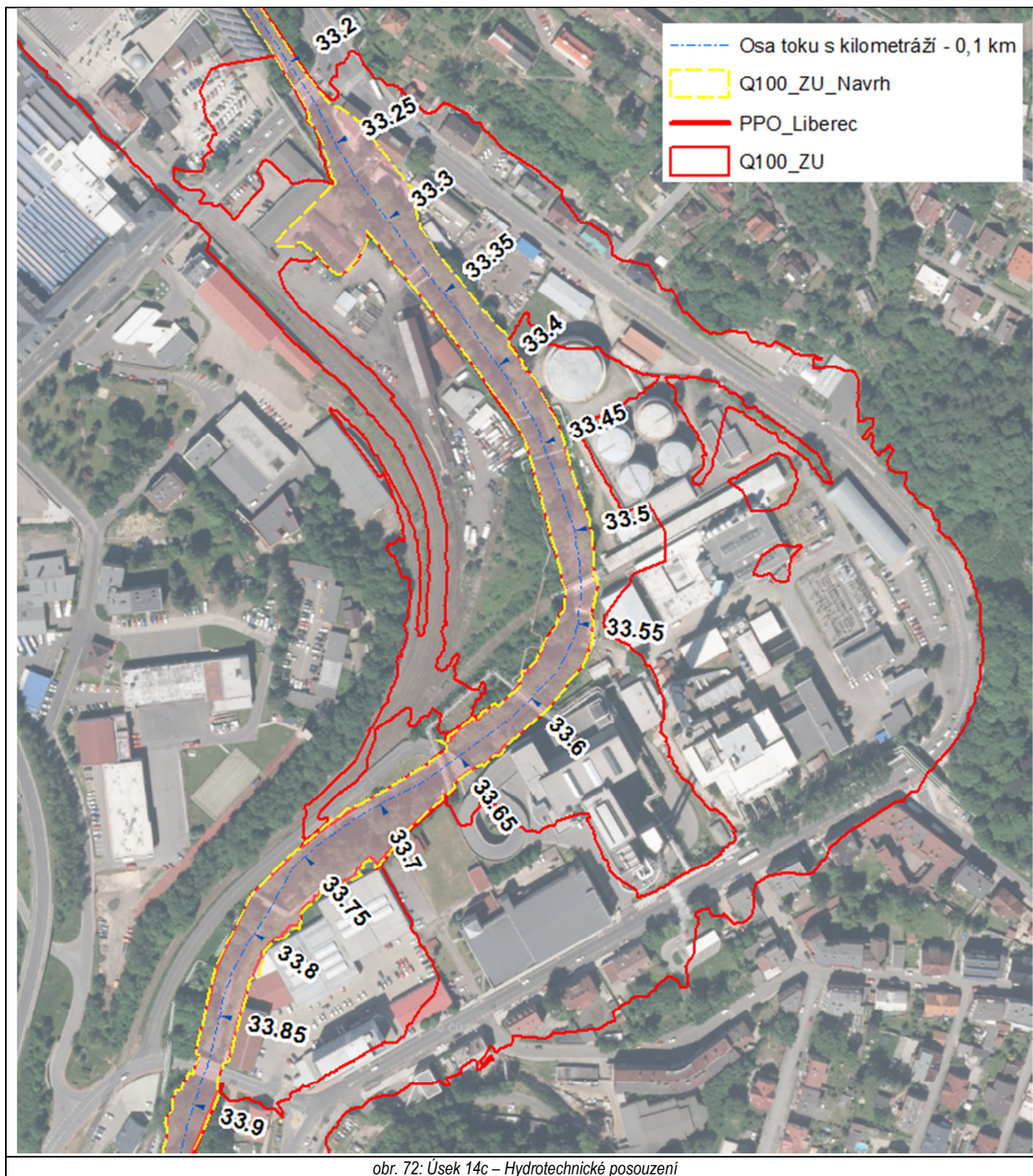
tab. 48: Parametry PPO SO – 14.1 ŽB zeď a 14.2 ŽB zeď

SO – 14.1 ŽB zeď	
Délka zdi	60 m
Průměrná výška zdi	0,8 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	358,20 m n.m
SO – 14.2 ŽB zeď	
Délka zdi	20 + 20 m
Průměrná výška zdi	1 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	358,20 m n.m

6.7.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem výstavby PPO na levém břehu nedojde ke zhoršení odtokových poměrů, jelikož navýšení průtoku při zahrazení levého břehu je $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$, což je zanedbatelné v porovnání s celkovým průtokem v korytě $107,5 \text{ m}^3/\text{s}$ při Q_{100} . Zvýšení hladiny při zvýšení průtoku je zanedbatelné.

Vlivem výstavby PPO na pravém břehu by se zvýšila hladina a na levém břehu by došlo ke zhoršení odtokových podmínek v případě, že by nebyla postavena PPO na levém břehu. Tedy PPO na levém břehu lze zrealizovat kdykoliv, ale PPO na pravém břehu lze zrealizovat až po výstavbě PPO na levém břehu.



obr. 72: Úsek 14c – Hydrotechnické posouzení

6.7.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkoprávních vztahu k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 49 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 49: Investiční náklady PPO SO – 14.1 ŽB zeď a 14.2 ŽB zeď

SO – 14.1 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	0.8 m	23 100 Kč
Délka ŽB zdi		60
Celkem za PPO		1 386 000 Kč
Rezerva 30 %		415 800 Kč
CELKEM PPO s 30% rezervou		1,8 mil Kč
SO – 14.2 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	1.0 m	23 939 Kč
Délka ŽB zdi		40
Celkem za PPO		957 560 Kč
Rezerva 30 %		287 268 Kč
CELKEM PPO s 30% rezervou		1,2 mil Kč
CELKEM ZA PPO SO - 14		3 mil Kč

6.7.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 50: Maximální investiční náklady

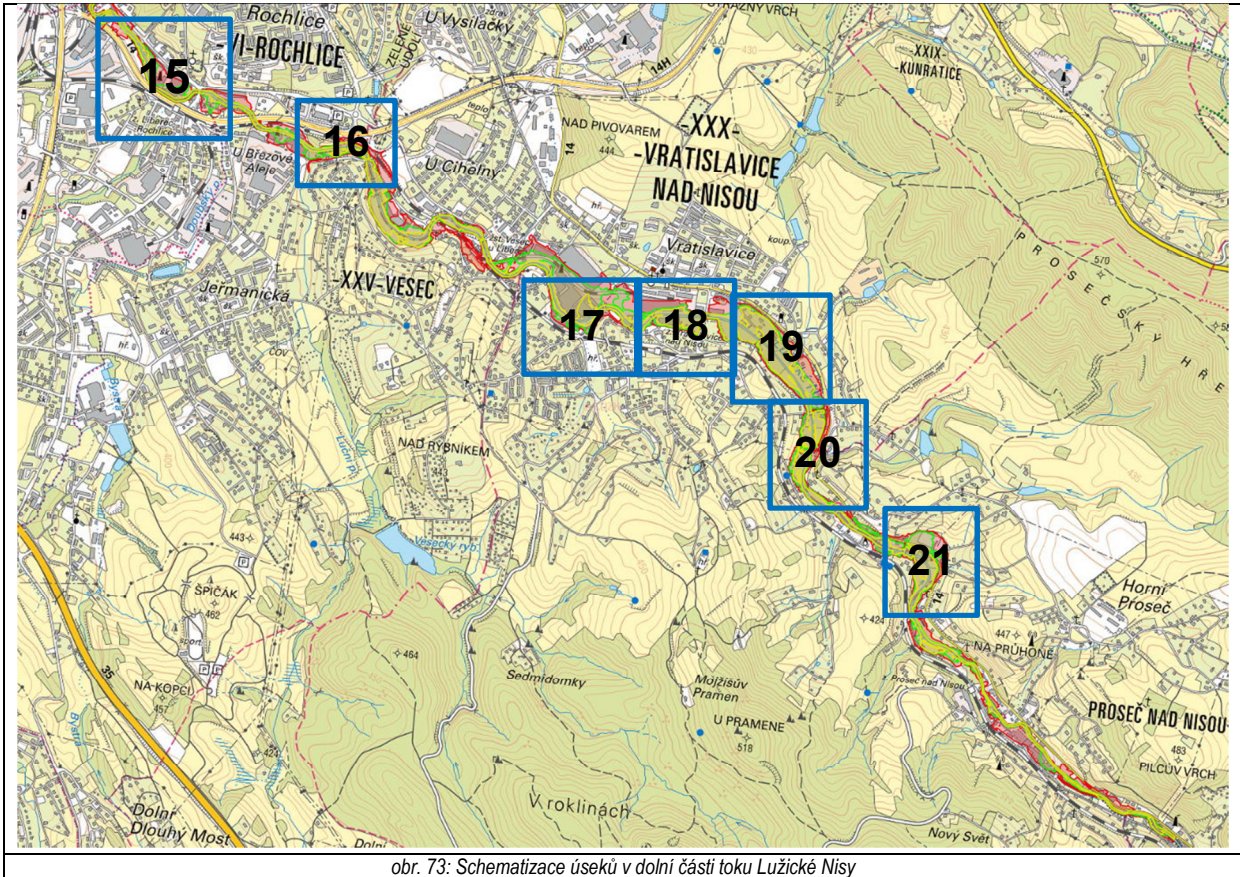
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	1.1	1.0	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	36.3	32.5	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I _{max}	-	3.8	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	3.0	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	1.3	
Absolutní efektivnost	AU	-	0.8	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	26.5	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 36,3 mil Kč a pro návrhový stav 32,5 mil Kč (což jsou finance na údržbu PPO po dobu 100 let). Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 3.8 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 3 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 1.3, což je pro dotační program příznivá hodnota.

7 PPO pod centrem Liberce

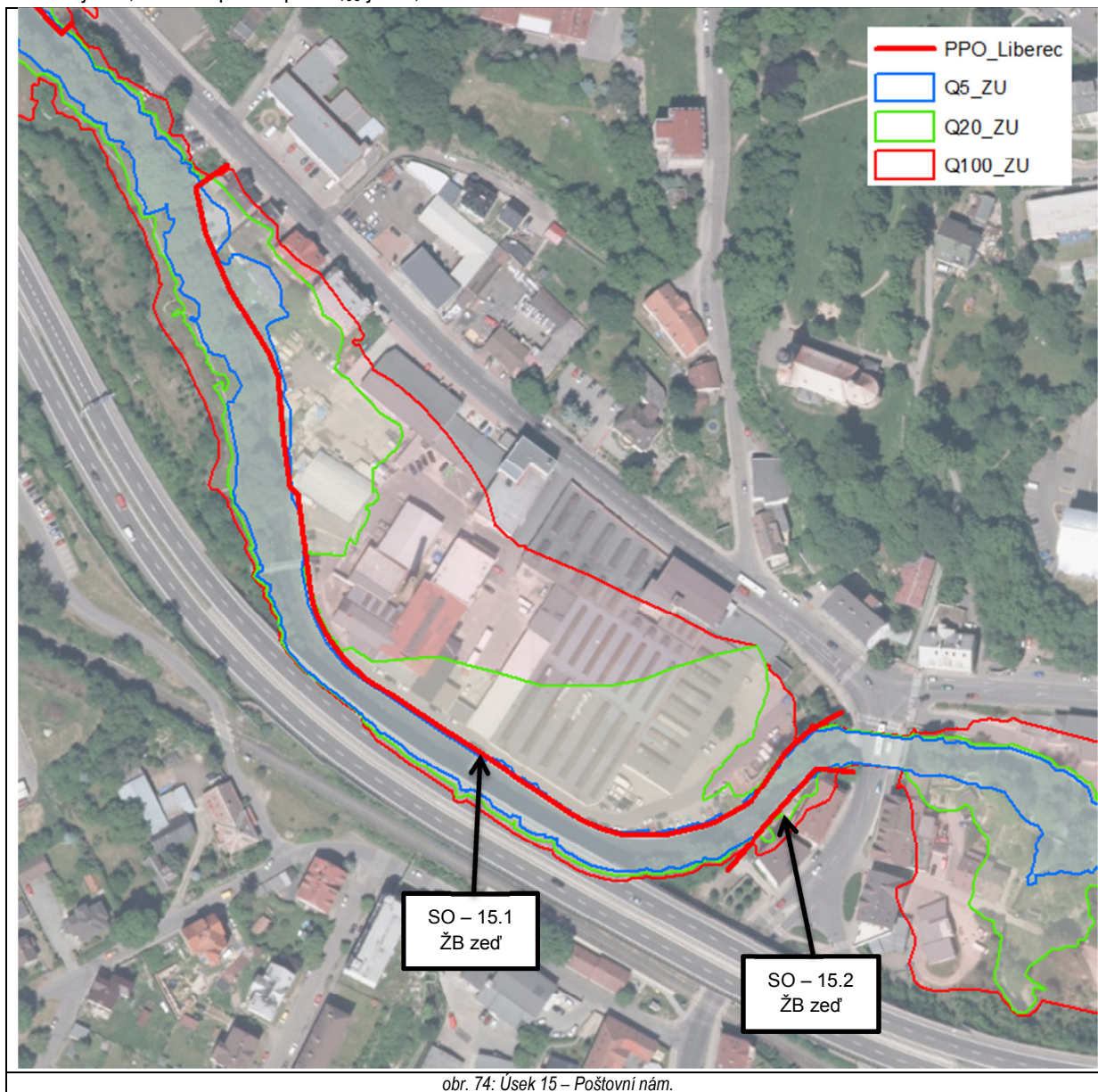
Nad centrem Liberce jsme navrhli PPO v 7 úsecích.



obr. 73: Schematizace úseků v dolní části toku Lužické Nisy

7.1 Úsek 15 – Poštovní nám. (ř. km. 34.83 – 35.24)

Pod mostem v ul. Poštovní náměstí koryto toku bezpečně převede průtok Q_5 . Avšak při povodňových průtocích Q_{20} a Q_{100} Lužická Nisa zaplavuje na pravém břehu průmyslový areál a na konci úseku tři obytné domy. Na levém břehu jsou zaplavovány dva obytné domy, stojící pod mostem v ul. Poštovní náměstí. Neškodný průtok v tomto úseku je $13,8 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{100} je $99,1 \text{ m}^3/\text{s}$.



7.1.1 Technický návrh

V tomto úseku je jako PPO navržen železobetonová zeď, která je zavázaná do mostu v ul. Poštovní náměstí a dále je vedena na pravém břehu po vrchu navigace toku. Po 300 m zeď dále pokračuje a rozděljuje zahrady od toku v linii současného oplocení zahrad. Za domem č.p. 179/106 je zeď zavázána do svahu ke komunikaci v ul. Dr. Milady Horákové. Délka zdi je 405 m a průměrná výška cca 2,3 m, i s 0,3 m bezpečnostním převýšením. Dále se uvažuje o 1 m podezdívky koryta v polovině úseku, jelikož v současné době koryto není v této části opevněno. Kóta na počátku zavázání do mostu 366,95 m n.m. a na konci 364,95 m n.m.

Z důvodu zhoršení odtokových poměrů pro domy na levém břehu pod mostem v ul. Poštovní nám. Je nutné vystavět SO 15.2 ŽB zeď. Zeď je navržena se zavázáním do mostu v ul. Poštovní náměstí a vede po linii navigace směrem po proudu toku a na konci je zavázána do svahu. Délka zdi je 65 m, šířka koruny zdi 0,4 m a

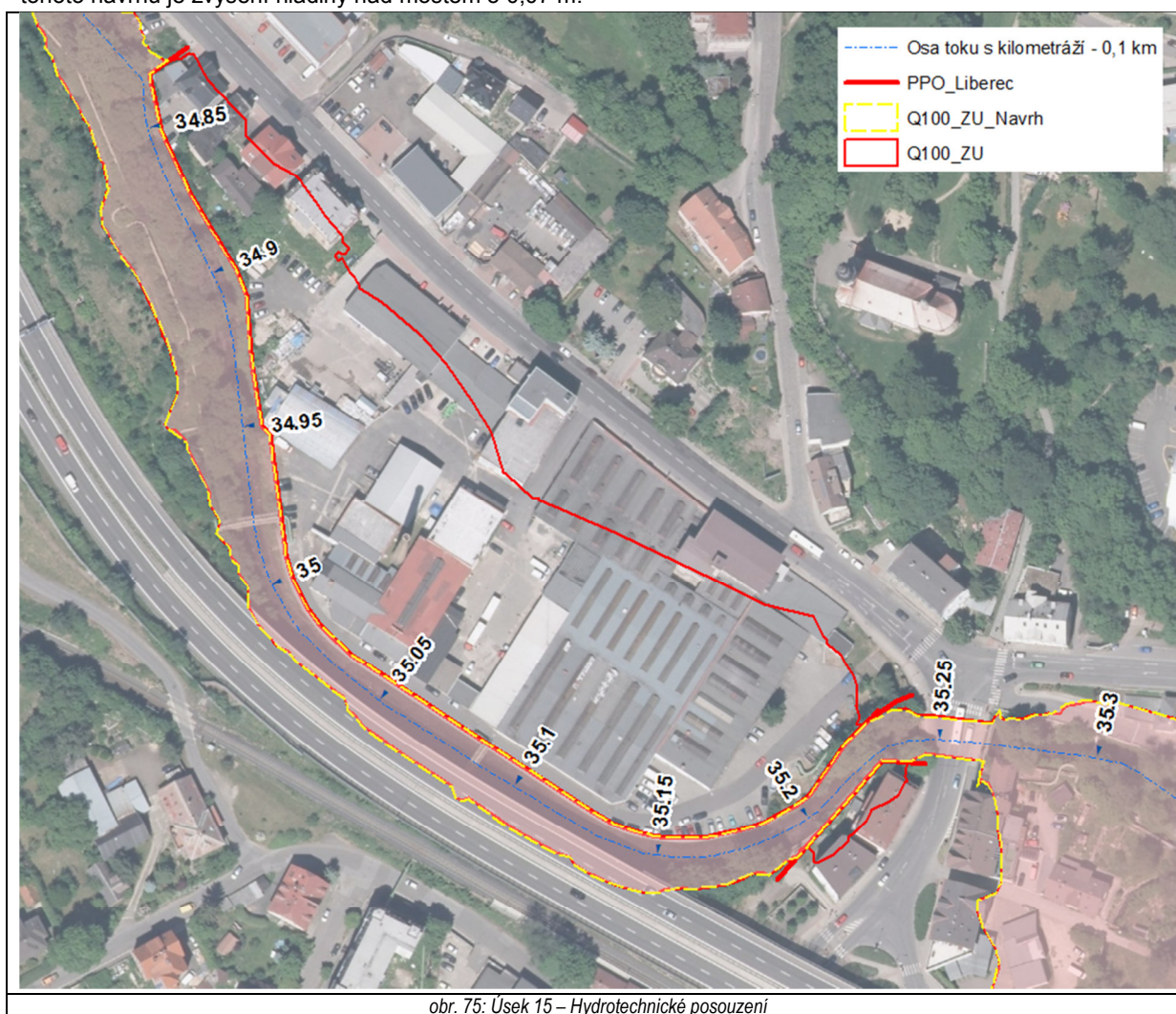
průměrná výška je 2,3 m. Počítá se s 0,3 m bezpečnostní rezervou a s 1 m podezdívky koryta, jelikož v současné době koryto není opevněno. Kóta koruny zdi je v celé délce 366,95 m n.m.

tab. 51: Parametry PPO SO – 15 ŽB zeď

SO – 15.1 ŽB zeď	
Délka zdi	405 m
Průměrná výška zdi	1,3 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	366,95 – 364,95 m n.m
SO – 15.2 ŽB zeď	
Délka zdi	65 m
Průměrná výška zdi	2,3 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	366,95 m n.m

7.1.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem výstavby PPO na pravém břehu, tedy SO 15.1 ŽB zeď, dojde ke zhoršení odtokových poměrů na levém břehu, jelikož se zvýší hladiny o 0,17 m. Proto je nutné zbudovat SO 15.2 ŽB zeď k ochraně 2 bytových domů na levém břehu. Dále dojde ke zhoršení odtokových poměrů nad mostem, které lze snížit úpravou mostu nebo dodatečnými úpravami koryta, tak aby byla zvýšena průtočná kapacita koryta a vliv PPO byl minimální. V případě tohoto návrhu je zvýšení hladiny nad mostem o 0,07 m.



obr. 75: Úsek 15 – Hydrotechnické posouzení

7.1.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 52 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 52: Investiční náklady PPO SO – 15 ŽB zeď

SO – 15.1 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	2.3 m	29 392 Kč
Délka ŽB zdi		405 m
Celkem za PPO		11 903 760 Kč
Rezerva 30 %		3 571 128 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		15,5 mil Kč
SO – 15.2 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	2.3 m	29 392 Kč
Délka ŽB zdi		65 m
Celkem za PPO		1 910 480 Kč
Rezerva 30 %		573 144
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		2,5 mil Kč
CELKEM ZA PPO SO - 15		18 mil Kč

7.1.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 53: Maximální investiční náklady

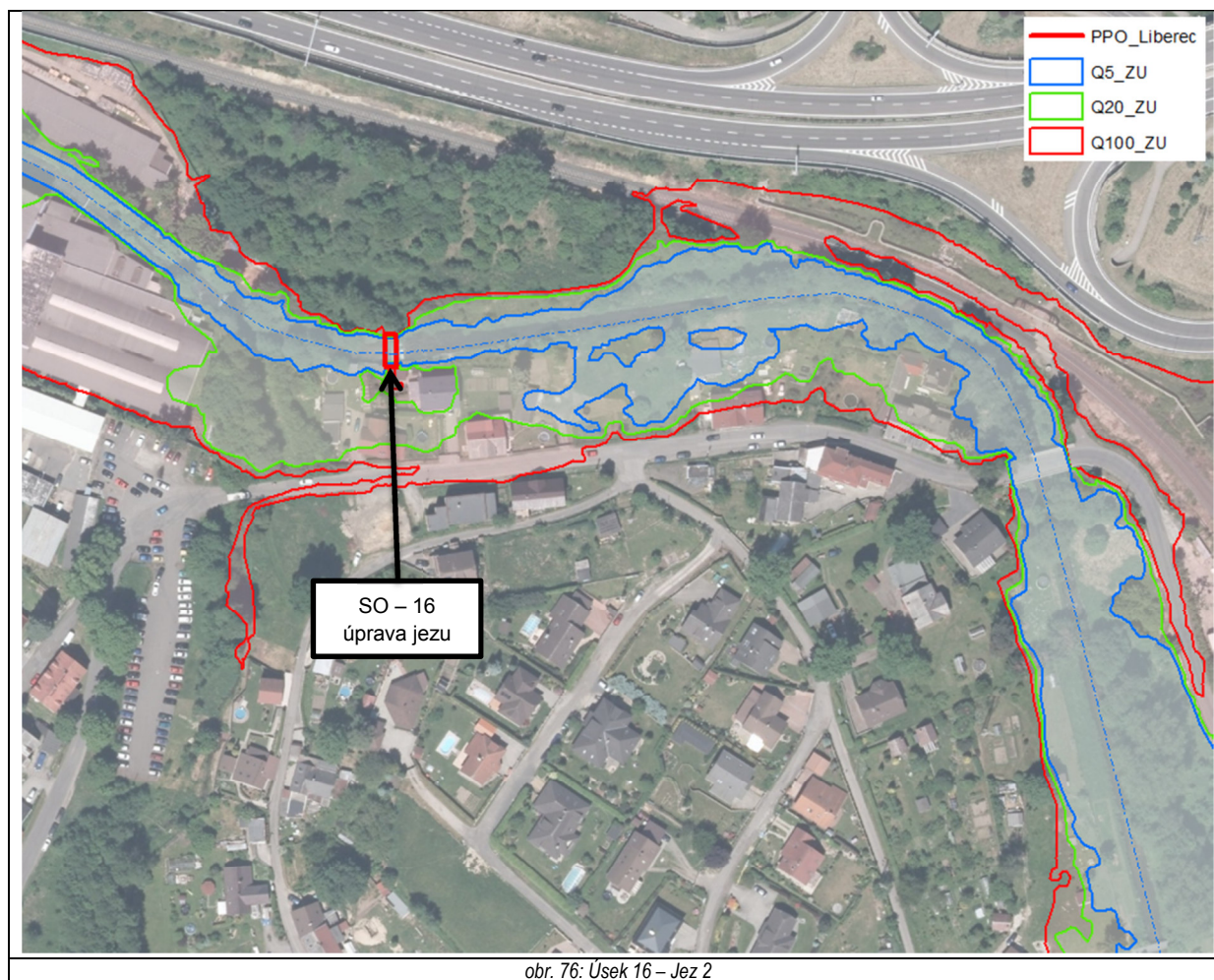
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	3.6	0.3	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	120.7	11.1	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I _{max}	-	109.7	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	18.0	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	6.1	
Absolutní efektivnost	AU	-	91.7	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	5.5	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 120,7 mil Kč a pro návrhový stav 11,1 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 109,7 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 18 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 6,1, což je pro dotační program příznivá hodnota.

7.2 Úsek 16 - Jez 2 (ř. km. 35.83 – 36.11)

V tomto úseku dochází vlivem vzduší vody jezem k rozlivu na oba břehy, avšak pouze na levém břehu není zástavba, ale dochází zde k zaplavení železnice. Při povodňovém průtoku Q_5 se tok Lužické Nisy rozlévá především na levý břeh a ohrožuje 3 budovy. Při Q_{20} a Q_{100} je zaplaveno 7 domů z toho 4 obytné. Neškodný průtok v tomto úseku je $8,3 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{05} je $27,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Z dostupných informací od Povodí Labe, s.p. je jez v soukromém vlastnictví.



obr. 76: Úsek 16 – Jez 2

7.2.1 Technický návrh

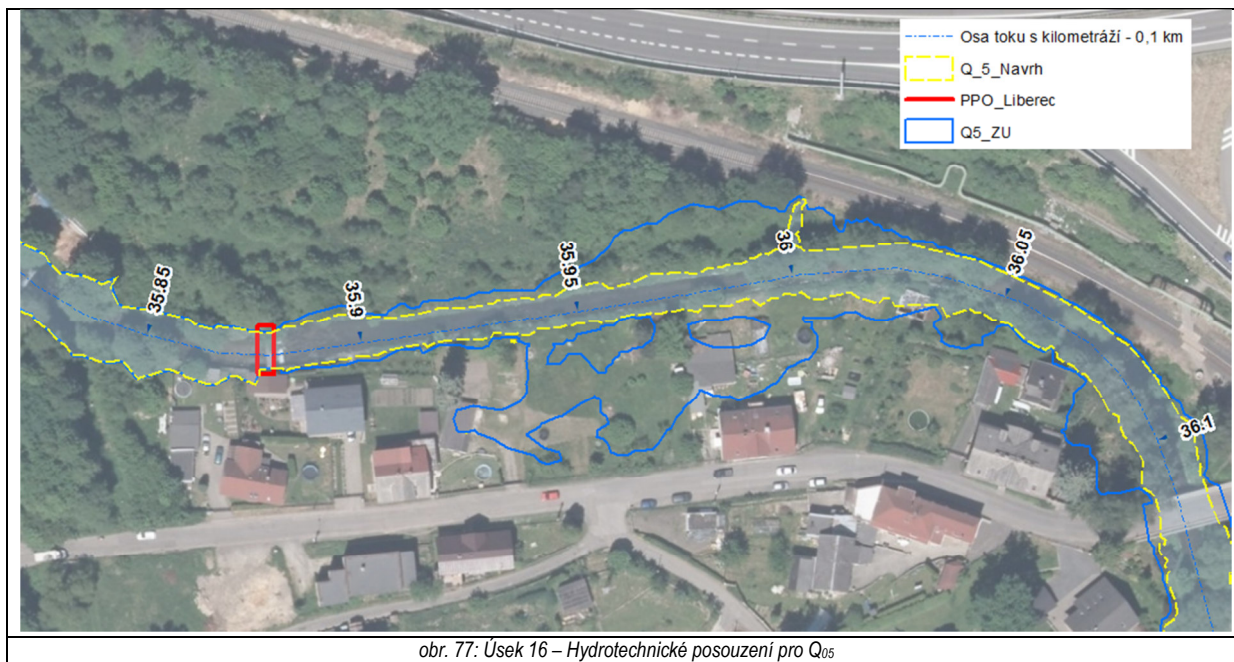
Je zde navržena úprava jezu, který by nově byl tvořen gumovými vaky. Gumové vaky lze v případě potřeby vypustit čímž se hladina vzdouvána jezem sníží o 1 m. Další možností je vytvoření jezu, u kterého je vzdouvání vody drženo ocelovými pláty připevněnými ke konstrukci trhacími šrouby. Šrouby by za vyššího stavu vody a tedy většího tlaku praskly a pláty by se položily na dno a uvolnili koryto vodě.

tab. 54: Parametry PPO SO – 16 Úprava jezu

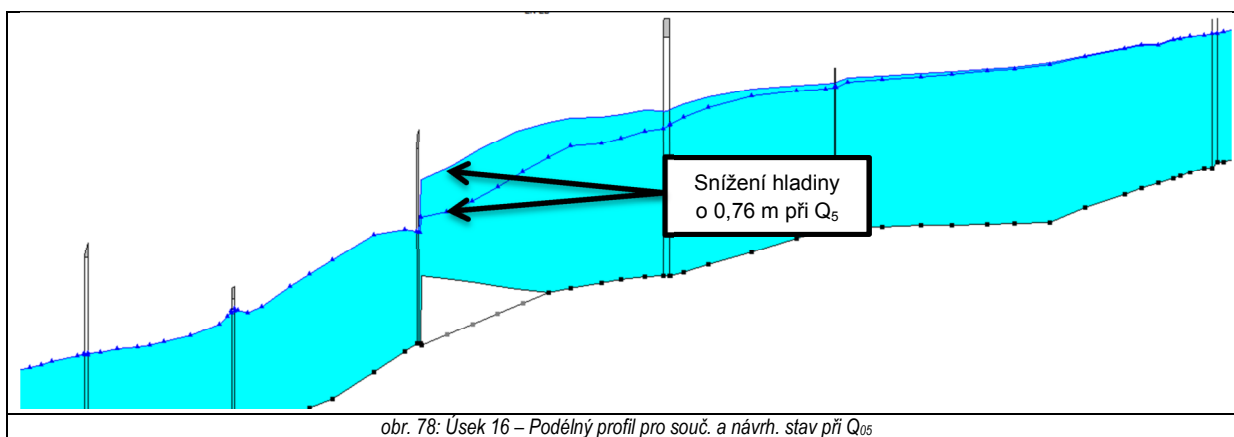
SO – 16 Úprava jezu	
Délka vaku	12 m
Výška vaku	1,3 m
Kóta koruny vaku při napuštění	367,70 m n.m
Kóta koruny vaku při vypuštění	366,70 m n.m

7.2.2 Hydrotechnické posouzení

Realizování úpravy jezu dojde ke zlepšení odtokových poměrů, jelikož dojde ke snížení hladiny nad jezem při Q_5 o 0,76 m (viz. obr. 78), při Q_{20} o 0,61 m a o 0,63 při Q_{100} . Při Q_5 budou ochráněny všechny obytné budovy, které jsou v současném stavu ohroženy viz. obr. 77. Při Q_{20} dojde k ochraně 4 budov oproti současnému stavu viz. obr. 79. Při Q_{100} by po zrealizování byla ochráněna jedna budova i oproti současnému stavu, avšak by došlo ke snížení hladiny vody v zaplavených domech viz. obr. 80. Vliv snížení hladiny je do vzdálenosti 400 m a při Q_5 dokonce do vzdálenosti 600 m.

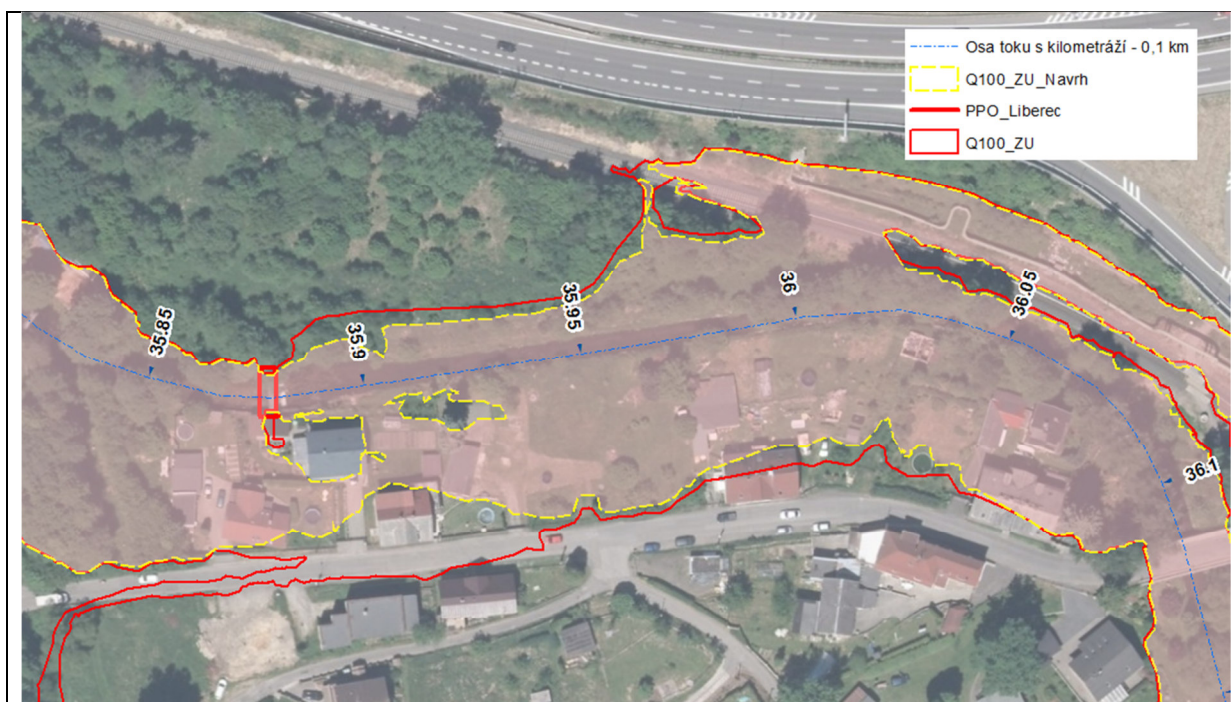


obr. 77: Úsek 16 – Hydrotechnické posouzení pro Q_{05}



obr. 78: Úsek 16 – Podélný profil pro souč. a návrh. stav při Q_{05}



obr. 79: Úsek 16 – Hydrotechnické posouzení pro Q₂₀obr. 80: Úsek 16 – Hydrotechnické posouzení pro Q₁₀₀

7.2.3 Odborný odhad investičních nákladů

Rekonstrukce a úpravy jezu ekonomicky náročné. Odhad investičních nákladů dle podobných staveb je 15 mil, avšak výše investičních nákladů se může po podrobných průzkumech stavu koryta v místě jezového objektu zvýšit.

7.2.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 55: Maximální investiční náklady

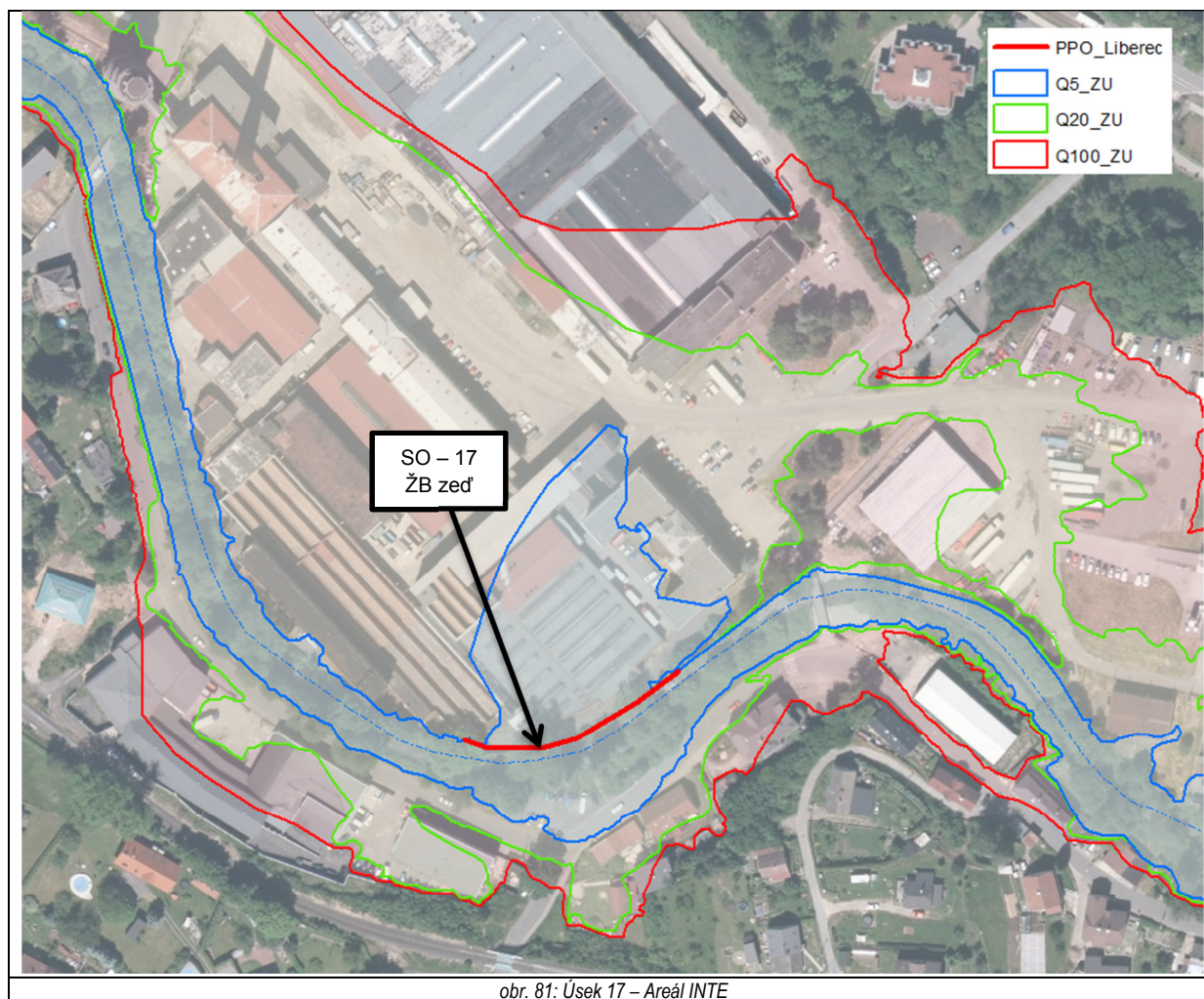
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.3	0.1	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	8.4	3.7	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I _{max}	-	4.7	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	15.0	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	0.3	
Absolutní efektivnost	AU	-	-10.3	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	105.8	roky

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 8,4 mil Kč a pro návrhový stav 3,7 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 4,7 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 15 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 0.3, což je pro dotační program nepříznivá hodnota.

7.3 Úsek 17 - Areál INTE (ř. km. 37.60 – 37.76)

V úseku 17 okolo PA Ante dochází při povodňovém průtoku Q_{20} a Q_{100} k rozlivu Lužické Nisy především na pravém břehu, kde je zaplaven PA ANTE. Na levém břehu dochází k zaplavení dvou obytných budov a dvou PA. Při povodňovém průtoku Q_5 dochází k zaplavení části PA ANTE na pravém břehu toku a komunikace na levém břehu.

V tomto úseku je stanovena míra ochrany na Q_5 , jelikož PPO na Q_{20} a Q_{100} by znamenala postavení ŽB zdi na obou březích, což je nepřiměřený zásah do stávajícího území. Neškodný průtok v tomto úseku je $16,2 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{05} je $27,2 \text{ m}^3/\text{s}$.



7.3.1 Technický návrh

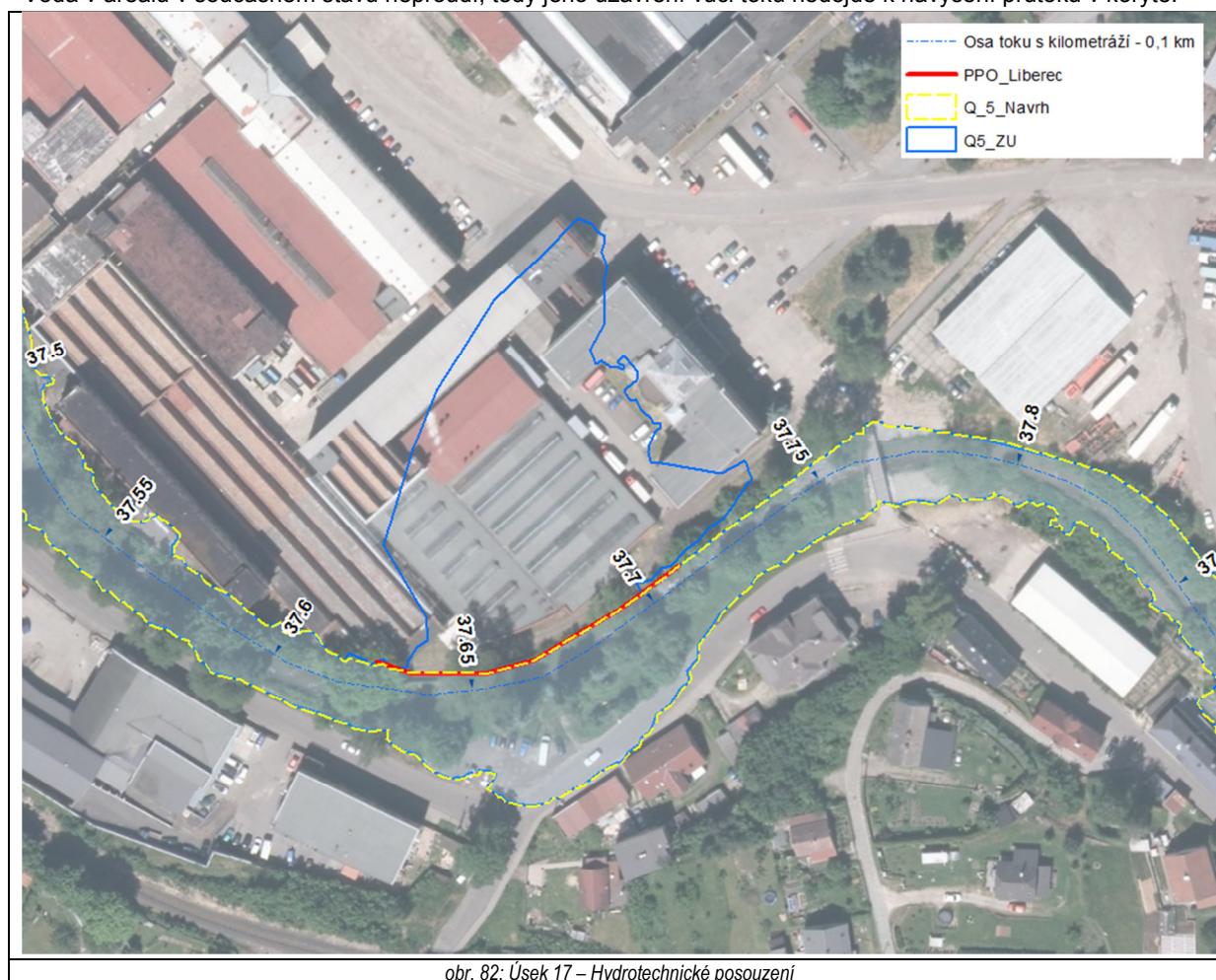
Návrh PPO je SO 20 ŽB zeď v linii pravého břehu Lužické Nisy. Dojde ke zvýšení opěrné zdi v délce 60 m na kótu 375,00 m n.m. v horní části a 374,70 m n.m. v dolní části zdi. Průměrná výška je 0,5 m, i s 0,3 bezpečností rezervou. Takto navržené PPO zabrání zaplavování PA INTE při povodňovém průtoku Q_5 .

tab. 56: Parametry PPO SO – 17 ŽB zeď

SO – 17 ŽB zeď	
Délka zdi	60 m
Průměrná výška zdi	0,5 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	375,00 – 374,70 m n.m

7.3.2 Hydrotechnické posouzení

Po zrealizování PPO v úseku 17 nedojde ke zhoršení odtokových poměrů, jelikož nedojde ke zvýšení hladiny nebo zvětšení plochy rozlivu. Důvodem je, že již při současném stavu voda z toku do areálu INTE pouze nateče. Voda v areálu v současném stavu neproudí, tedy jeho uzavření vůči toku nedojde k navýšení průtoku v korytě.



obr. 82: Úsek 17 – Hydrotechnické posouzení

7.3.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkoprávních vztahu k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 57 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 57: Investiční náklady PPO S0 – 17 ŽB zeď

SO – 17 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	0.5 m	21 842 Kč
Délka ŽB zdi		60
Celkem za PPO		1 310 520 Kč
Rezerva 30 %		393 156 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		1,6 mil Kč

7.3.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 58: Maximální investiční náklady

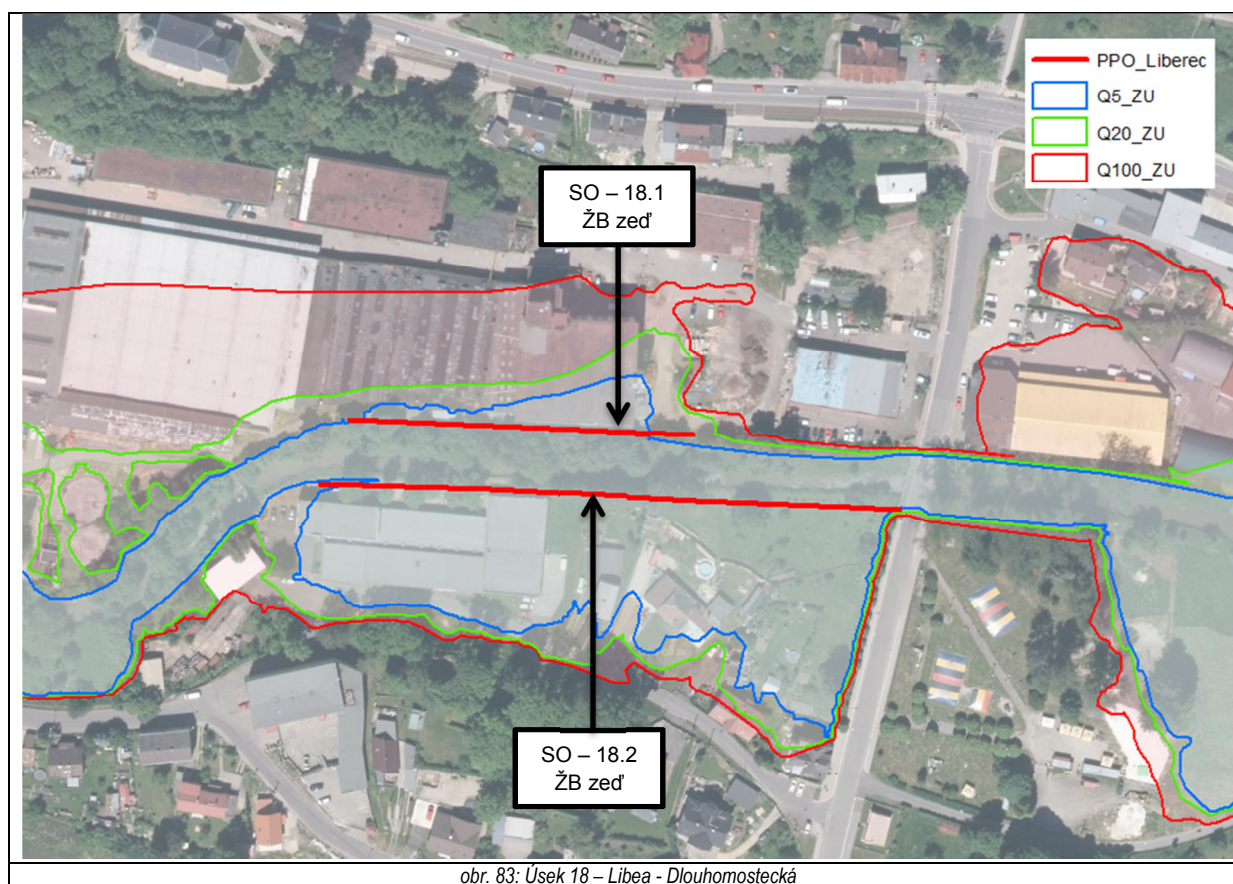
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	10.7	4.2	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	356.1	141.4	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	Imax	-	214.6	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	0.0	1.6	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivity PPO	PU	-	134.2	
Absolutní efektivity	AU	-	213.0	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	0.2	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 356,1 mil Kč a pro návrhový stav 141,4 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 214,6 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 1,6 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivity protipovodňových opatření je 134,2, což je pro dotační program příznivá hodnota.

7.4 Úsek 18 - Libea - Dlouhomostecká (ř. km. 38.03 – 38.26)

V úseku od mostu v ul. Dlouhomostecká za PA Libea dochází na levém břehu k zaplavení 3 obytných budov a PA Libea při všech povodňových průtocích $Q_5 - Q_{100}$. Neškodný průtok v tomto úseku je $6,4 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{05} je $27,2 \text{ m}^3/\text{s}$.



obr. 83: Úsek 18 – Libea - Dlouhomostecká

7.4.1 Technický návrh

Na levém břehu je návrhová PPO žb zeď SO – 18.1 zavázána do svahu mostu v ul. Dlouhomostecká a koruna zdi má v zavázání kótu 376,50 m n.m. Od zavázání vede podél toku v linii plotů zahrad až na konec PA Libea,

kde je zavázána do svahu za areálem. Kóta koruny zdi na konci je 376,10 m n.m. Délka zdi je 180 m a průměrná výška zdi 1,1 m,

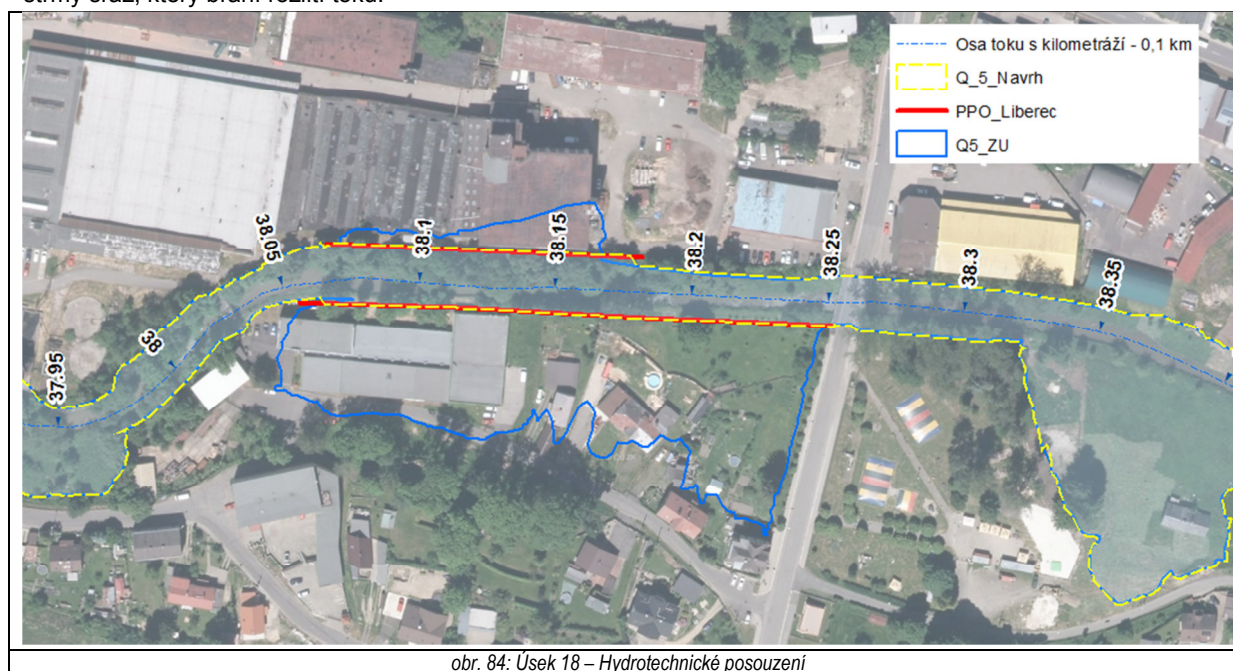
Na pravém břehu je navržena ŽB zeď SO 18.2, který odděluje halu PA od toku. Zeď je zavázána do svahu u mostu v ul. Dlouhomostecká a vede podél průmyslové haly až p přístupové komunikaci do haly, kde je zavázána do zvýšeného terénu. Délka ŽB zdi je 115 m a průměrná výška je 0,6m. Šířka zdi v koruině je 0,4 a kóta koruny je v celé délce 376,40 m n.m.

tab. 59: Parametry PPO SO – 18 ŽB zeď

SO – 18.1 ŽB zeď	
Délka zdi	180 m
Průměrná výška zdi	1,1 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	376,50 – 376,10 m n.m
SO – 18.2 ŽB zeď	
Délka zdi	115 m
Průměrná výška zdi	0,6 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	376,40 m n.m

7.4.2 Hydrotechnické posouzení

Po výstavbě PPO v tomto úseku nedojde ke zhoršení odtokových poměrů. Sice dojde ke zvýšení hladiny, ale pouze v části pod mostem, kde bude levý i pravý břeh chráněn PPO. V části pravého břehu, kde není PPO je strmý sráz, který brání rozliti toku.



7.4.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkoprávních vztahu k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 60 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 60: Investiční náklady PPO SO – 18.1 ŽB zeď a SO 18.2 ŽB zeď

SO – 18.1 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	1.1 m	24 358 Kč
Délka ŽB zdi		180
Celkem za PPO		4 384 440 Kč
Rezerva 30 %		1 315 332 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		5,7 mil Kč
SO – 18.2 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	0.6 m	22 261 Kč
Délka ŽB zdi		115
Celkem za PPO		2 560 015 Kč
Rezerva 30 %		768 004 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		3,3 mil Kč
CELKEM ZA PPO SO – 18		10 mil Kč

7.4.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 61: Maximální investiční náklady

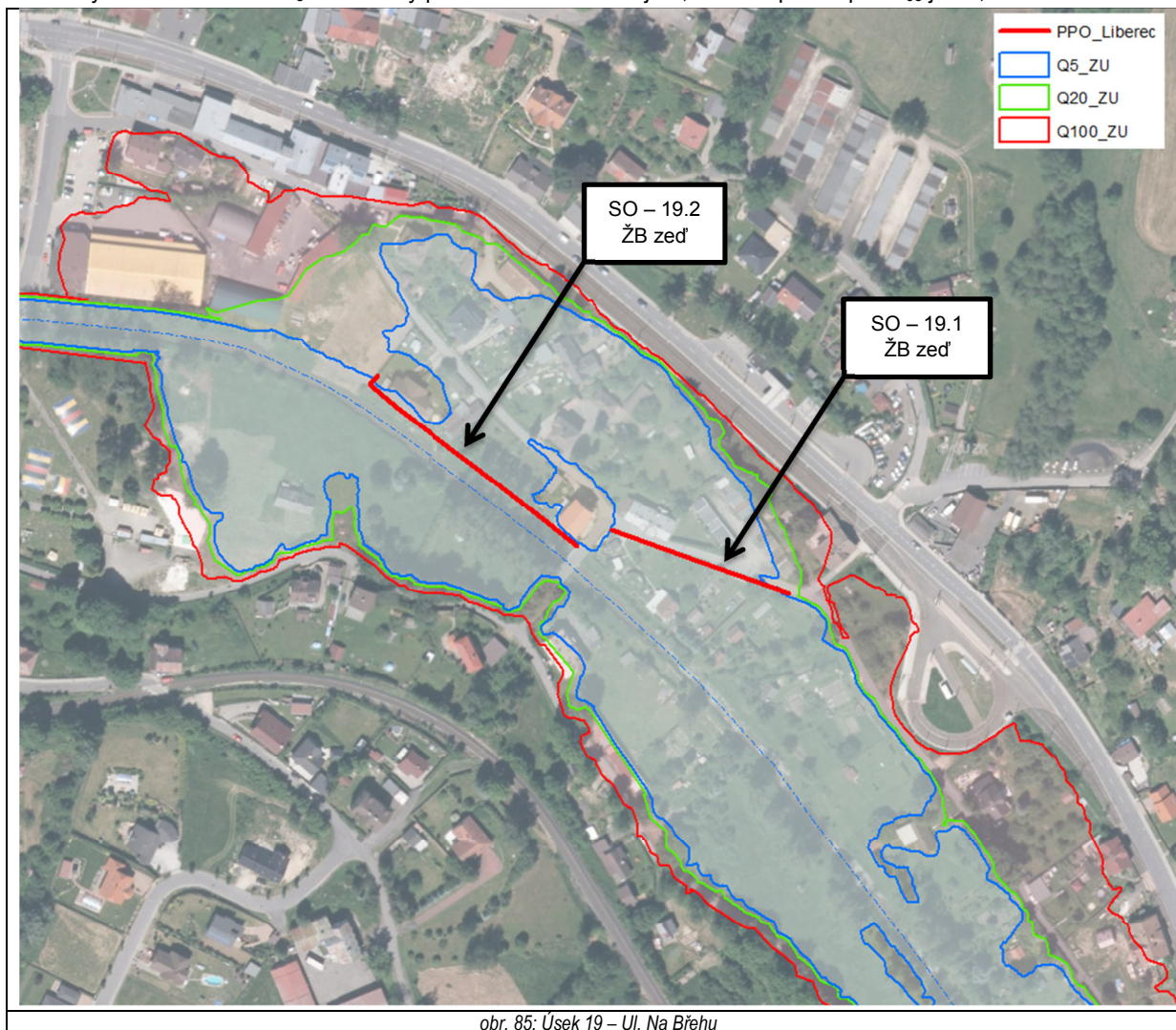
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	6.0	2.4	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	201.5	80.0	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	Imax	-	121.5	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	0.0	10.0	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	12.1	
Absolutní efektivnost	AU	-	111.5	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	2.7	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 201,5 mil Kč a pro návrhový stav 80 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 121,5 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 10 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 12.1, což je pro dotační program příznivá hodnota.

7.5 Úsek 19 - Ul. Na Břehu (ř. km. 38.39 – 38.68)

V úseku nad mostem i pod mostem v ul. Na Břehu jsou zaplavovány oba břehy při všech třech povodňových scénářích. Na pravém břehu dochází k zaplavení 9 obytných domů. Na levém břehu jsou povodní ohroženy dva obytné domy. Vzhledem k charakteru údolní nivy, který je plochá a zástavby blízko u toku je navržena míra ochrany tohoto úseku na Q_5 . Neškodný průtok v tomto úseku je $6,4 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{05} je $27,2 \text{ m}^3/\text{s}$.



7.5.1 Technický návrh

PPO je navržena na pravém břehu. V úseku mezi mostem v ul. NA Břehu a areálem garáží je na pravé straně komunikace v linii plotu navržena žb zeď SO 22.1. Délka ŽB zdi je 85 m a průměrná výška i s $0,3 \text{ m}$ bezpečnostním převýšením je $0,7 \text{ m}$. Šířka koruny zdi je $0,4 \text{ m}$ a kóta koruny zdi je v celé délce $377,00 \text{ n m.m.}$ V rámci druhého úseku SO 22.2 je navržena žb zeď který by byla zavázána do mostu v ul. Na Břehu a vedla po pravém břehu toku a byla zavázána do břehu pozemku č. 166/2. Délka ŽB zdi je 110 m a průměrná výška i s $0,3 \text{ m}$ bezpečnostním převýšením je $1,2 \text{ m}$. Šířka koruny zdi je $0,4 \text{ m}$ a kóta koruny zdi je v celé délce $376,80 \text{ n m.m.}$

tab. 62: Parametry PPO SO – 19.1 a SO – 19.2 ŽB zeď

SO – 19.1 ŽB zeď	
Délka zdi	85 m
Průměrná výška zdi	0,7 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	377,00 m n.m
SO – 19.2 ŽB zeď	
Délka zdi	110 m
Průměrná výška zdi	1,2 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	376,80 m n.m

7.5.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem výstavby PPO dojde ke zhoršení odtokových poměrů, jelikož dojde ke zvýšení hladiny při Q_5 o 0,05 m. Zvýšením hladiny dojde k většímu zaplavení domů na pravém břehu mezi PPO a tokem v úseku nad mostem. A k většímu zaplavení domu na levém břehu u mostu.



obr. 86: Úsek 19 – Hydrotechnické posouzení

7.5.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 63 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 63: Investiční náklady PPO SO – 19.1 ŽB zeď a 19.2 ŽB zeď

SO – 19.1 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	0.7 m	22 680 Kč
Délka ŽB zdi		85 m
Celkem za PPO		1 927 800 Kč
Rezerva 30 %		578 340 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		2,5 mil Kč
SO – 19.2 ŽB zeď		
Cena za 1 m při výšce -	1.2 m	24 778 Kč
Délka ŽB zdi		110 m
Celkem za PPO		2 725 580 Kč
Rezerva 30 %		817 674 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		3,5 mil Kč
CELKEM ZA PPO SO - 19		6 mil Kč

7.5.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 64: Maximální investiční náklady

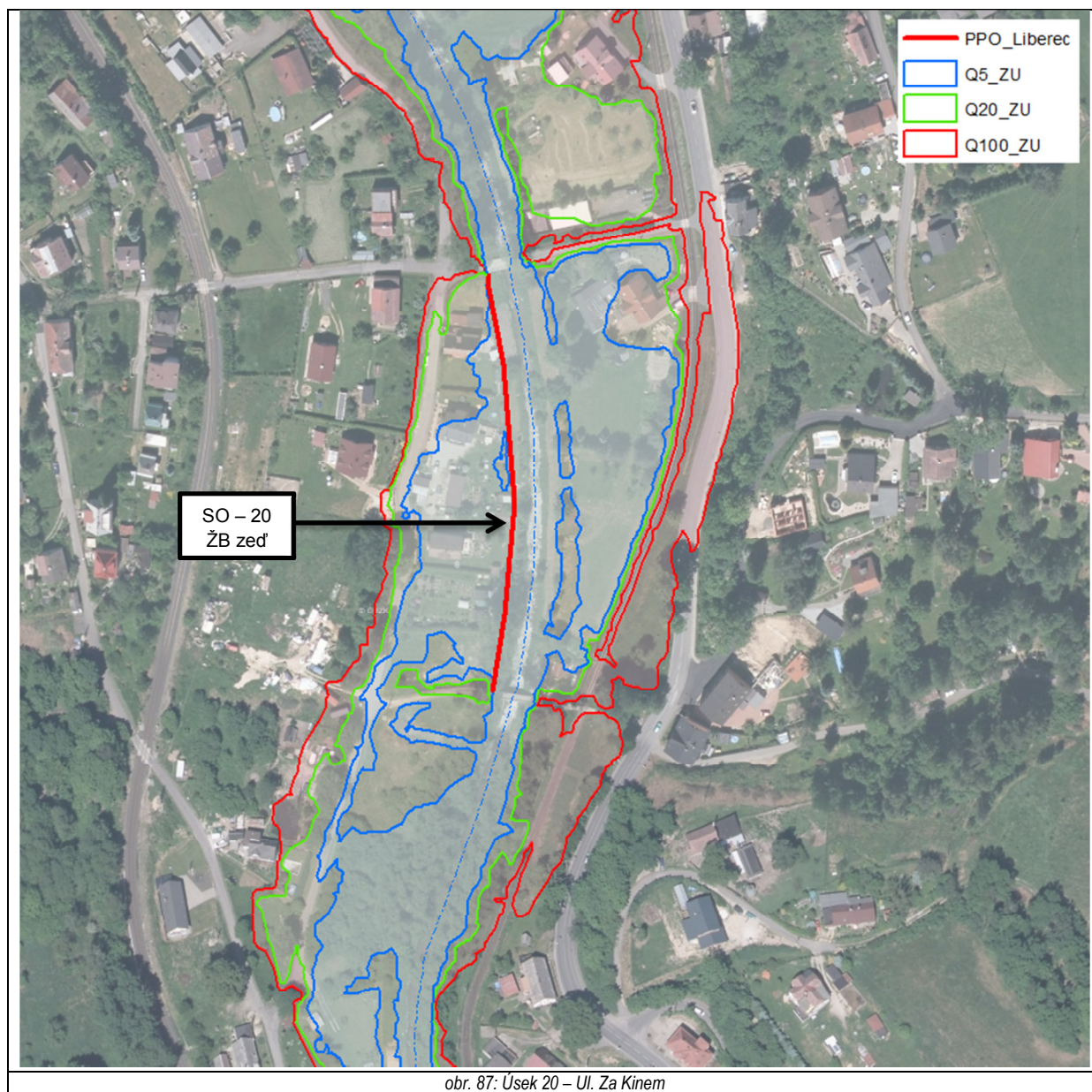
		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	1.5	0.6	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	51.3	20.4	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I _{max}	-	30.9	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	0.0	6.0	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	5.2	
Absolutní efektivnost	AU	-	24.9	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	6.5	roky

Z tabulky plyne, že při uvažování návrhu protipovodňových opatření, vychází poměrový ukazatel větší než 1 a opatření jsou z pohledu ekonomického posudku efektivní.

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 51,3 mil Kč a pro návrhový stav 20,4 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 30,9 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 6,0 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 5,2, což je pro dotační program příznivá hodnota.

7.6 Úsek 20 - Ul. Za Kinem (ř. km. 38.92 – 39.12)

Údolní niva je v tomto úseku plochá a dochází tak vylití Lužické Nisy do nivy na obou březích již při povodňovém průtoku Q_5 . Na pravém jsou zaplaveny dva obytné domy při Q_{20} a Q_{100} . Na levém břehu dochází k zaplavení tří obytných budov již při průtokovém scénáři Q_5 . Vzhledem k charakteru údolní nivy, který je plochá a zástavby blízko u toku je navržena míra ochrany tohoto úseku na Q_5 . Neškodný průtok v tomto úseku je $12,0 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pro Q_{05} je $26,0 \text{ m}^3/\text{s}$.



7.6.1 Technický návrh

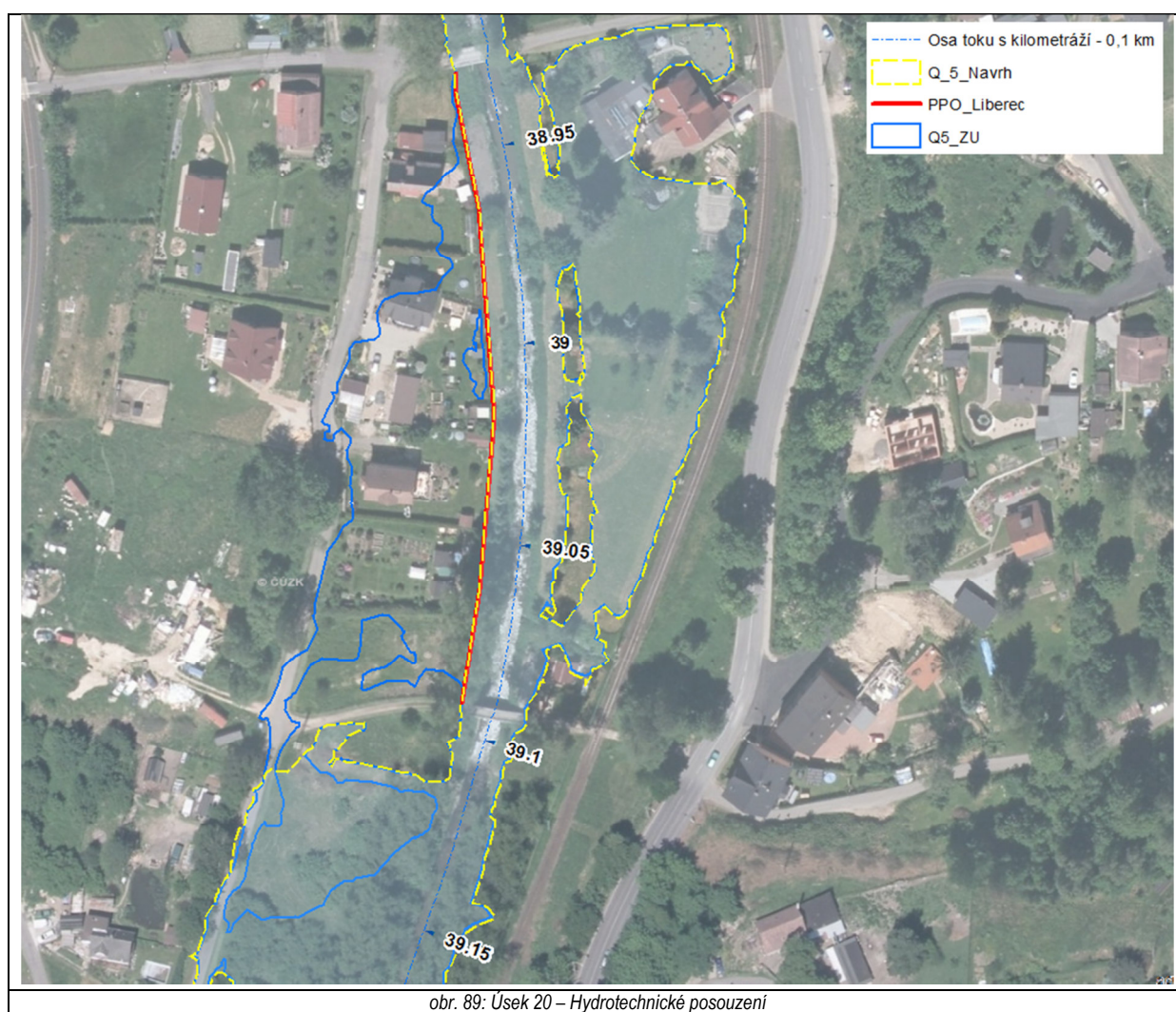
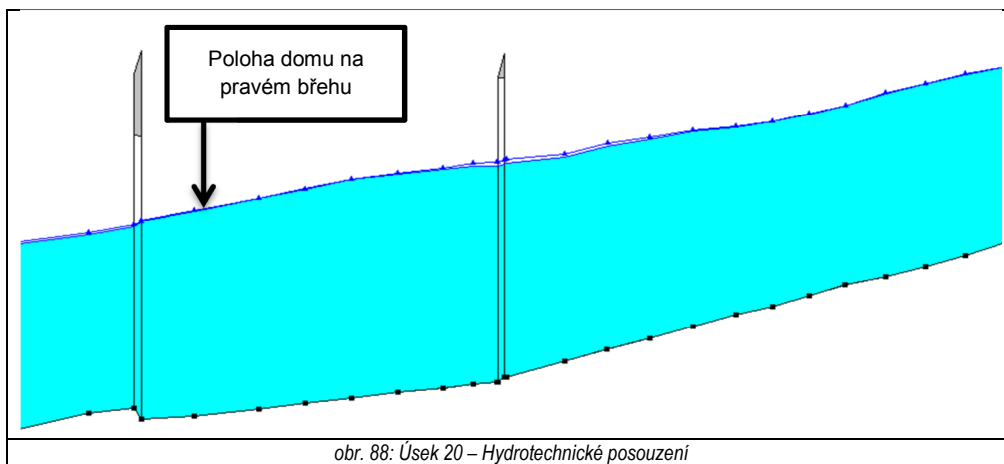
V rámci PPO je navržena žb zeď, která by je zavázaná do mostu u pozemku 1080/2 a je vedena na levém břehu v linii plotů a ž lávce za pozemkem 1095, kde je zavázána do tělesa mostu. Délka žb zdi je m, průměrná výška m a kóta žb zdi je do m n.m. do m n.m. Délka ŽB zdi je 165 m a průměrná výška i s 0,3 m bezpečnostním převýšením je 1 m. Šířka koruny zdi je 0,4 m a kóta koruny zdi je v celé délce 378,90 m n.m.

tab. 65: Parametry PPO SO - 20 ŽB zeď

SO - 20 ŽB zeď	
Délka zdi	165 m
Průměrná výška zdi	1 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	378,90 m n.m

7.6.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem výstavby PPO na levém břehu nedojde ke zhoršení odtokových poměrů v místě obytného domu na pravé straně. Zvýší se hladina nad lávku nad tímto úsekem a v místě lávky. Nad lávku nejsou domy, které by byly ohroženy dodatečným zaplavením po realizaci PPO.



7.6.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 66 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 66: Investiční náklady PPO SO – 20 ŽB zed'

SO – 20 ŽB zed'		
Cena za 1 m při výšce -	1 m	23 939 Kč
Délka ŽB zdi		165
Celkem za PPO		3 949 907 Kč
Rezerva 30 %		1 184 972 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		5,1 mil Kč

7.6.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivnosti PPO.

tab. 67: Maximální investiční náklady

		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.1	0.0	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	3.5	0.0	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	I _{max}	-	3.5	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	-	5.1	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivnosti PPO	PU	-	0.7	
Absolutní efektivnost	AU	-	-1.6	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	48.7	roky

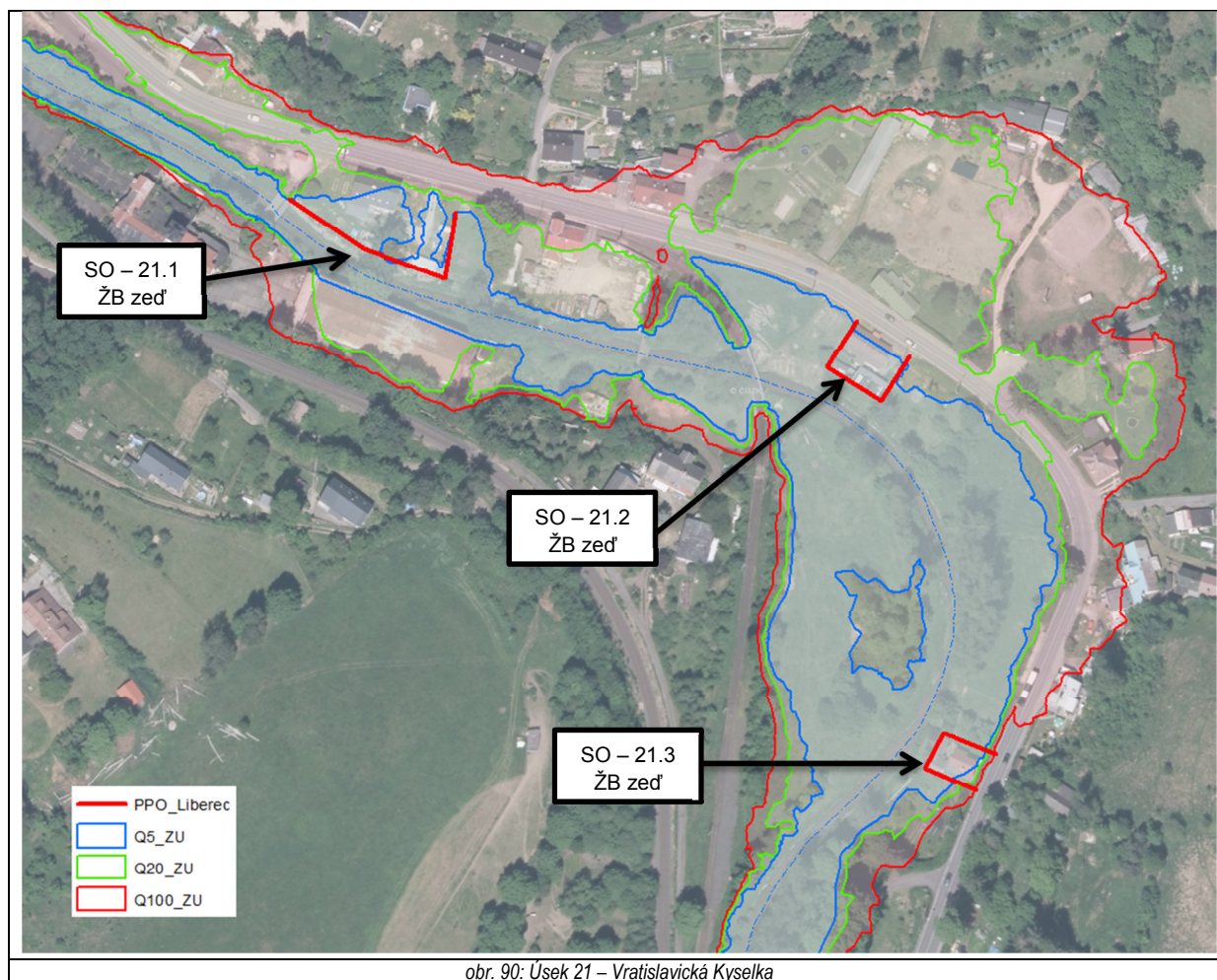
Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 3,4 mil Kč a pro návrhový stav 0,4 mil Kč (což jsou finance na údržbu PPO po dobu 100 let). Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 3 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 5,1 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivnosti protipovodňových opatření je 0,7, což je pro dotační program nepříznivá hodnota.

7.7 Úsek 21 - Vratislavická Kyselka (ř. km. 39.68 – 39.95)

V úseku 21 dochází na levém břehu nad tramvajovým mostem k rozlití toku do říční nivy. Pod mostem je zaplaven PA. Na pravém břehu nad tramvajovým mostem dochází k zaplavení 2 obytných domů při Q₅. Při Q₂₀ voda přetéká přes komunikaci a zaplavuje 3 obytné domy a pod mostem 2. Při Q₁₀₀ dochází k zaplavení kromě výše zmíněných domů ještě dalších 3 domů za komunikací.

Zaplavování domů je způsobeno především nekapacitním tramvajovým mostem. Zvýšení průtočné kapacity tramvajového mostu by nepřineslo očekávaný velký efekt na odtokové poměry z důvodu nekapacitního koryta pod mostem. V úseku mezi tramvajovým mostem a mostem do areálu Kyselky je zástavba blízko koryta a zvýšení průtočné kapacity je nemožné.

Neškodný průtok v tomto úseku je 5,0 m³/s a průtok pro Q₀₅ je 26,0 m³/s.



7.7.1 Technický návrh

SO 21.1 ŽB zeď

Zeď je na začátku zavázána do svahu mostu pod domem č.p. 143 v ul. Prosečská. Kóta koruny zdi při zavázání je 380,65 m n.m. Od zavázání vede po linii stávajícího plotu směrem proti proudu toku. Po 65 metrech od mostu je zeď vedena kolmo na tok směrem k tramvajovému náspu. Zeď je zavázána do náspu a koruna zdi při zavázání má kótu 380,85 m n.m. Délka zdi je 90 m, šířka koruny zdi je 0,4 m a průměrná výška zdi i s 0,3 m bezpečnostním převýšením je 1,5 m.

SO 21.1 ŽB zeď

Začátek zdi je zavázán do náspu komunikace v ul. Prosečská u západního rohu domu č.p. 137. Zeď vede jihozápadním směrem a dále kolem domu a opět je zavázána do svahu komunikace. Zeď odděluje pozemek u domu č.p. 137 v ul. Prosečská od toku Lužické Nisy. Délka zdi je 65 m, šířka koruny zdi je 0,4 m a průměrná výška zdi i s 0,3 m bezpečnostním převýšením je 1 m. Kóta koruny zdi je v celé délce 381,30 m n.m.

SO 21.1 ŽB zeď

Začátek zdi je zavázán do náspu komunikace v ul. Prosečská u severozápadního rohu domu č.p. 126. Zeď vede západním směrem a dále kolem domu a opět je zavázána do svahu komunikace. Zeď odděluje pozemek u domu č.p. 126 v ul. Prosečská od toku Lužické Nisy. Délka zdi je 55 m, šířka koruny zdi je 0,4 m a průměrná výška zdi i s 0,3 m bezpečnostním převýšením je 0,6 m. Kóta koruny zdi je v celé délce 381,60 m n.m.

tab. 68: Parametry PPO S0 – 21 ŽB zed'

SO – 21.1 ŽB zed'	
Délka zdi	90
Průměrná výška zdi	1,5 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	380,65 - 380,85 m n.m
SO – 21.2 ŽB zed'	
Délka zdi	65
Průměrná výška zdi	1,0 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	381,30 m n.m
SO – 21.2 ŽB zed'	
Délka zdi	55
Průměrná výška zdi	0,6 m
Šířka zdi	0,4 m
Kóta koruny zdi	381,60 m n.m

7.7.2 Hydrotechnické posouzení

Vlivem výstavby PPO okolo obytných domů nedojde ke zhoršení odtokových podmínek, Zvýšení hladiny se nad tramvajovým mostem projeví zaplavení větší plochy říční Nivy a pod tramvajovým mostem je levý břeh strmý a nedojde k ohrožení budov.



obr. 91: Úsek 21 – Hydrotechnické posouzení

7.7.3 Odborný odhad investičních nákladů

Vzhledem k nejistotám a neřešení majetkových vztahů k pozemkům pod PPO může dojít k navýšení nákladů na stavbu PPO. V tab. 69 jsou uvedeny náklady na výstavbu PPO.

tab. 69: Investiční náklady PPO SO – 21.1 ŽB zed'

SO – 21.1 ŽB zed'		
Cena za 1 m při výšce -	0.6 m	22 261 Kč
Délka ŽB zdi		90
Celkem za PPO		2 003 490 Kč
Rezerva 30 %		601 047 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		2,6 mil Kč
SO – 21.2 ŽB zed'		
Cena za 1 m při výšce -	1.0 m	23 939 Kč
Délka ŽB zdi		65
Celkem za PPO		1 556 035 Kč
Rezerva 30 %		466 810 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		2 mil Kč
SO – 21.3 ŽB zed'		
Cena za 1 m při výšce -	0.6 m	22 261 Kč
Délka ŽB zdi		55
Celkem za PPO		1 224 355 Kč
Rezerva 30 %		367 306 Kč
CELKEM PPO vč. 30% rezervy		1,6 mil Kč
CELKEM ZA PPO SO - 21		6,2 mil Kč

7.7.4 Ekonomická efektivita PPO

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty průměrného ročního rizika za všechny vypočítané N – letosti pro stávající stav a návrhový stav. Dále je pak uvedena současná hodnota rizika před a po navrženém opatření, což představuje škody na majetku v dlouhodobém výhledu. Rozdíl těchto hodnot udává maximální investiční náklady, které nelze přesáhnout, aby poměrový ukazatel efektivity nebyl menší než 1,0. Při dosažení stanovených investičních nákladů je v tabulce dopočítán předpokládaný poměrový ukazatel efektivity PPO.

tab. 70: Maximální investiční náklady

		souč. stav	návrh. stav	jednotky
Průměrné roční riziko	R	0.1	0.0	mil. Kč/rok
Diskontní sazba	DS	3.0	3.0	%
Současná hodnota rizika	RS	3.5	1.4	mil. Kč
Maximální investiční náklady (škody)	l _{max}	-	2.1	mil. Kč
Investiční náklady na PPO	I	0.0	6.2	mil. Kč
Poměrový ukazatel efektivity PPO	PU	-	0.3	
Absolutní efektivnost	AU	-	-4.1	mil. Kč
Doba návratnosti	DN	-	98.6	roky

Výše škod pro současný stav byla vypočtena na 3,5 mil Kč a pro návrhový stav 2,1 mil Kč. Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou 2,1 mil Kč. Předpokládaná výše investice na navrhované PPO je 6,2 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivity protipovodňových opatření je 0,3, což je pro dotační program nepříznivá hodnota.

8 Zdroje financování

V současné době je možné financovat protipovodňová opatření z finančních zdrojů Evropské Unie (OPŽP) a z vládních zdrojů Ministerstva Životního prostředí. V následujících kapitolách jsou uvedeny základní informace o dotačních titulech z Operačního programu životního prostředí a Ministerstva zemědělství. Pro oba dva možné zdroje jsou dotační programy děleny na liniová opatření (navrhovaná v této studii) a na opatření s retencí. Vzhledem k tomu, že do budoucna není vyloučena možnost kombinace těchto typů opatření (suchá nádrž nad obcí a částečné zkapacitnění toku), jsou uvedeny dotační tituly i pro opatření s retencí.

8.1 Operační program životního prostředí – 1.3

Pro financování z Operačního programu životního prostředí lze na navrhovaná opatření požádat v rámci Prioritní osy 1., specifický cíl 1.3: Zajistit povodňovou ochranu intravilánu. Tento specifický cíl má svá obecná kritéria a dělí se na aktivity 1.3.1 až 1.3.4. Pro navrhovaná opatření v rámci studie lze požádat o finance z aktivit 1.3.1 a 1.3.3.

Obecná kritéria přijatelnosti pro specifický cíl 1.3

- Soulad žádosti s aktuální výzvou.
- Soulad údajů uvedených ve formuláři žádosti s relevantními doklady předkládanými jako přílohy k žádosti (zejména s projektovou dokumentací).
- Projektová dokumentace je v odpovídajícím stupni přípravy, obsahuje položkový rozpočet a umožňuje posouzení opatření a posouzení možnosti poskytnutí podpory na jeho realizaci, průběžnou a závěrečnou kontrolu z věcného, ekonomického a ekologického hlediska.
- Pokud příjemce podpory není vlastníkem nebo nájemcem pozemku, musí disponovat smlouvou, případně jiným písemným dokumentem, ve kterém vlastník pozemku vyjádří souhlas s realizací projektu a umožní příjemci podpory zajištění udržitelnosti po dobu nejméně 5 let od ukončení realizace projektu.

Podpora v rámci SC 1.3 bude poskytována z prostředků FS ve výši 85 % celkových způsobilých výdajů.

8.1.1 Liniové PPO – 1.3.1

Pro financování z Operačního programu životního prostředí lze na navrhovaná opatření požádat v rámci Prioritní osy 1., specifický cíl 1.3: Zajistit povodňovou ochranu intravilánu, aktivita **1.3.1 – Zprůtočnění nebo zvýšení retenčního potenciálu koryt vodních toků a přilehlých niv, zlepšení přirozených rozlivů**

Typ podporovaných projektů:

- zvýšení kapacity koryta složeným profilem, vložení stěhovavé (meandrující) kynety pro běžné průtoky v intravilánu obcí; úpravy nevhodného opevnění,
- zvýšení členitosti a zlepšení morfologie koryta vodních toků; na některých místech s tvorbou mokřin a tůní,

Specifická kritéria přijatelnosti pro aktivitu 1.3.1

- Soulad se státní politikou plánování v oblasti vod, tvořenou zpracovaným Plánem hlavních povodí České republiky a navazujícími plány národní části mezinárodní oblasti povodí a plány oblastí povodí včetně programů opatření (pro období do 22. 12. 2015), po 22. 12. 2015 tvořenou zpracovávajícími Plány pro zvládnutí povodňových rizik a plány dílčích povodí.
- Soulad se směrnicemi Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, ustavujícími rámec pro činnost společenství v oblasti vodní politiky, a 2007/60/ES, o vyhodnocování a zvládnutí povodňových rizik.
- Návrh revitalizované kynety koryta zajišťuje v rozsahu území využitelného pro revitalizaci zlepšení současného ekologického stavu vod (úprava kynety do potenciálního geomorfologického typu přirozeného toku), migrační prostupnost a potřebný transport splavenin.
- Projekt zachovává (případně zvyšuje) průtočnou kapacitu stanovenou pro danou obec či město a nezvyšuje povodňové nebezpečí.
- Projekt obsahuje posouzení transformačního účinku protipovodňového opatření a nezhoršuje povodňové riziko dále po toku.
- Projekt je v souladu s aktuální platnou metodikou Ministerstva životního prostředí, která stanoví postup při navrhování přírodních blízkých protipovodňových opatření, zveřejněnou na www.povis.cz.

8.1.2 Opatření s retencí - 1.3.3

Pro výstavbu vodních děl umožňující retenci je možné financování z Operačního programu životního prostředí lze na navrhovaná opatření požádat v rámci Prioritní osy 1., specifický cíl 1.3: Zajistit povodňovou ochranu intravilánu, aktivita 1.3.3 – **Obnova, výstavba a rekonstrukce, případně modernizace vodních děl sloužící povodňové ochraně**

Typ podporovaných projektů:

- výstavba ochranných nádrží (suchých nádrží, retenčních nádrží, poldrů), Ochrannou nádrží se rozumí:

Suchá nádrž – Vodní nádrž určená k ochraně před účinky povodní, ve které je celkový objem nádrže téměř shodný se součtem ovladatelného a neovladatelného ochranného prostoru; plní retenční funkci a snižuje povodňový průtok ve vodním toku; může mít v poměru k celkovému objemu zanedbatelné stálé nadržení, které plní krajinnou či ekologickou funkci.

Retenční nádrž – Vodní nádrž určená k ochraně před účinky povodní, která plní retenční funkci a snižuje povodňový průtok ve vodním toku, a ve které objem prostoru stálého nadržení je menší než 20 % celkového objemu nádrže; hladina stálého nadržení přitom plní funkci zajišťující zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti hráze vodní nádrže.

Poldr – Umělé vytvořený prostor přiléhající k vodnímu toku, který při povodni zadržuje vodu, plní retenční funkci a snižuje tak povodňový průtok ve vodním toku; po průchodu povodňové vlny se ochranný prostor vyprázdňuje; záplavová oblast se obvykle zemědělsky nebo lesnický využívá.

- vybudování nebo rekonstrukce bezpečnostních přelivů vodních nádrží.

Specifická kritéria přijatelnosti pro aktivitu 1.3.3

- Soulad se státní politikou plánování v oblasti vod, tvořenou zpracovaným Plánem hlavních povodí České republiky a navazujícími plány národní části mezinárodní oblasti povodí a plány oblastí povodí včetně programů opatření (pro období do 22. 12. 2015), po 22. 12. 2015 tvořenou zpracovávanými Plány pro zvládání povodňových rizik a plány dílčích povodí.
- Soulad se směrnicemi Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, ustavujícími rámec pro činnost společenství v oblasti vodní politiky, a 2007/60/ES, o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik.
- Projekt obsahuje posouzení transformačního účinku protipovodňového opatření a snižuje povodňové riziko v zastavěném území.
- Projekt je v souladu s aktuální platnou metodikou Ministerstva životního prostředí, která stanoví postup při navrhování přírodně blízkých protipovodňových opatření, zveřejněnou na www.povis.cz.

8.2 MZE – 129 260 Podpora prevence před povodněmi IV.

8.2.1 129 265 – Opatření podél vodních toků

Navrhovatel zajistí:

- DUR
- Rozpočet
- vyjádření správce povodí

Žadatel:

- státní podniky Povodí
- Lesy ČR

Forma a výše podpory:

státní podniky Povodí

- maximálně do výše 85% celkových nákladů

Lesy ČR

- maximálně do výše 70% celkových nákladů

8.2.2 129 264 – Opatření s retencí

Navrhovatel zajistí:

- DUR
- Rozpočet
- vyjádření správce povodí

Žadatel:

- státní podniky Povodí
- Lesy ČR
- Obce

Forma a výše podpory:

státní podniky Povodí

- maximálně do výše 95% celkových nákladů
- maximálně do výše 70% celkových nákladů z rekonstrukce VD za účelem zvyšování bezpečnosti (retenční objem je min. 10% z celkového objemu nádrže)

Lesy ČR

- maximálně do výše 70% celkových nákladů

Obce

- maximálně do výše 90% celkových nákladů

9 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování jsou v souladu s následujícími dokumenty v jejich platném znění:

1. ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
2. ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
3. TNV 75 2102 Úpravy potoků.
4. TNV 75 2103 Úpravy řek.
5. ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
6. TNV 75 2415 Suché nádrže.
7. TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
8. TNV 75 2931 Povodňové plány.
9. [Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
10. Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
11. Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
12. Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
13. Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

10 Publikace

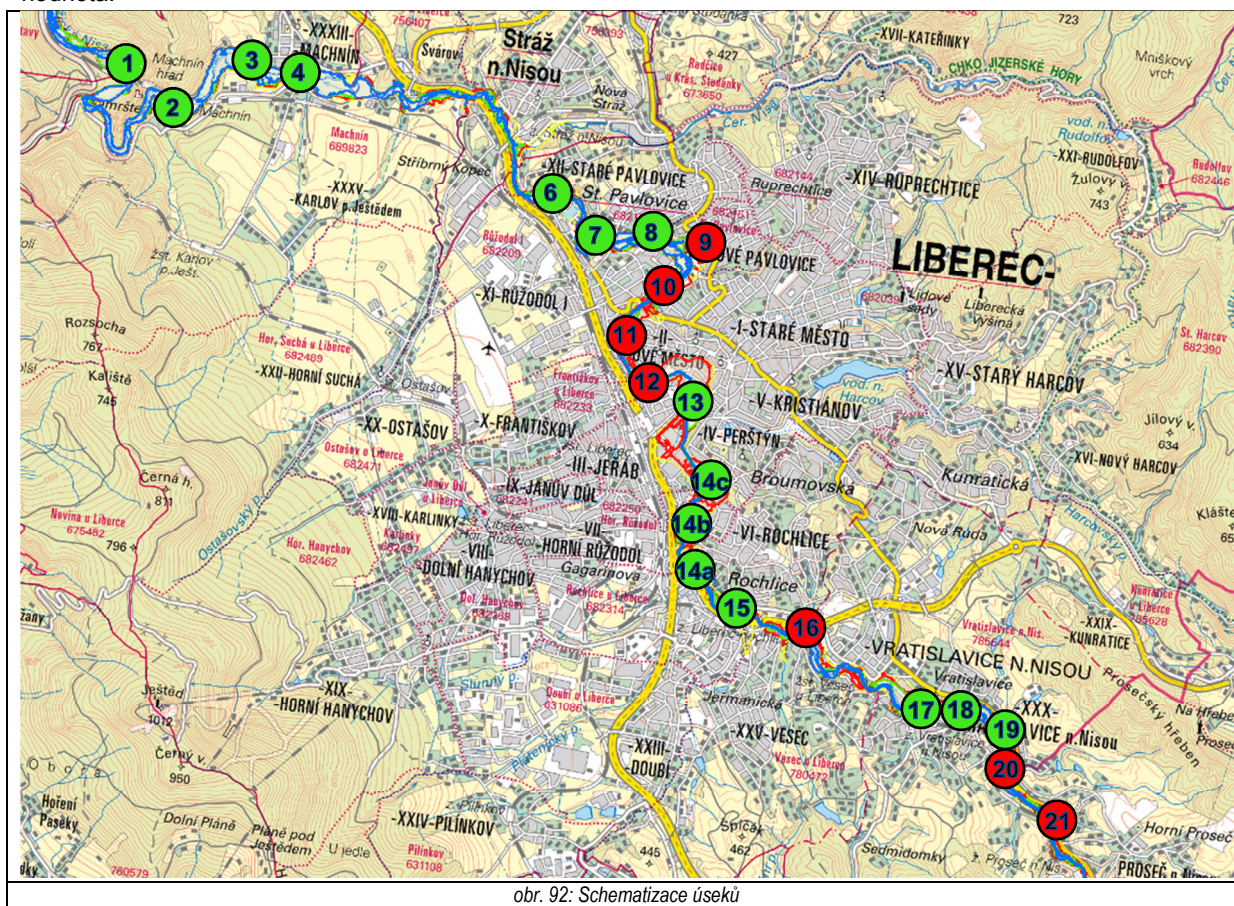
- Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains, United States Geological Survey Water, G.J. Arcement Jr. and V.R. Schneider
- Roughness characteristics of natural channels, United States Geological Survey Water, Harry H. Barnes Jn. 1967
- Zákon o vodách č. 254/2001 Sb
- Sborník odborné konference s mezinárodní účastí VODNÍ TOKY 2011
- Applied hydraulics in engineering, Henry Madison Morris, James M. Wiggert 1972
- Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains, United States Geological Survey Water, G.J. Arcement Jr. and V.R. Schneider
- Katalog drsností, Ústav vodních staveb Fakulty stavební VUT v Brně
- Metodika stanovení aktivní zóny záplavového území, Ing. Jan Špatka, Ph.D., 2005
- Hydraulic Performance of Bridge Rails and Traffic Barriers - Randall J. Charbeneau, Brandon Klenzendorf, Michael E. Barrett, 2009

11 Závěr

Studie řešila protipovodňovou ochranu na celém území působnosti města Liberec. Pro tyto účely byl aktualizován hydrodynamický model a stanoveno stávající ohrožení města. Byl definován neškodný průtok pro jednotlivé úseky vodního toku a doporučena míra ochrany. Následně byly řešeny návrhy protipovodňových opatření, které byly rozděleny do jednotlivých úseků tak, aby se vzájemně hydraulicky neovlivňovali. K veškerým návrhům byl vyhotoven odborný odhad investičních nákladů a posouzena ekonomická efektivita. Její zhodnocení a doporučení dalšího postupu je uveden v následujících kapitolách.

11.1 Zhodnocení ekonomické efektivity

Maximální investiční náklady, které jsou rozdílem škod pro současný a navrhovaný stav, jsou za všechny úseky 708 mil Kč. Celková předpokládaná výše investice na navrhované PPO ve všech úsecích je 255,9 mil. Kč. Poměrový ukazatel efektivity protipovodňových opatření jako celku je 2,8, což je pro dotační program příznivá hodnota.



U 16 úseků z celkových 21 vychází poměrový ukazatel vyšší než 1, tedy z hlediska dotačního titulu prevence před povodněmi IV etapa příznivá hodnota. Dalších 7 úseků má poměrový ukazatel nepříznivý tedy menší než 1. Tím, že je v některých úsecích poměrový ukazatel nepříznivý neznamená, že není možné je realizovat. Jen je nutné z pohledu možného získání finanční podpory tyto úseky řešit jako komplex opatření s úseky, které vychází ekonomicky efektivní. Úseky lze libovolně spojovat do skupin a řešit vždy několik úseků najednou. Možnosti shlukování úseků do skupin jsou popsány v kapitole níže.

tab. 71: Maximální investiční náklady PPO Liberec

ÚSEK	IN [mil Kč]	Š [mil Kč]	PUEPPO
1 - Andělská hora	11.7	72.9	5.7
2 - Hamrštejn	0.6	9.2	16.4
3 – Machnín - školka	1.7	3	1.8
4 - Most ul. Hrádecká	5.2	6.1	1.2
6 - Oblouková 351	4.3	8.7	2
7 - ČOV	24.1	32	1.3
8 - Prádelna	3	19.4	2.7

9 - Česká Tvrz	1	0.9	0.9
10 - Fotbalový stadion	2.5	1	0.4
11 - Povodňový park ul. Winterova	109.1	36.6	0.3
12 - Okružní	10	0.7	0.07
13 - Centrum	6.5	19.5	3
14a - Jez	3.5	6.6	1.9
14b - Most ul. Čechova	13.8	47.2	3.4
14c - Spalovna	3	3.8	1.3
15 - Poštovní náměstí	18	109.7	6.1
16 - Jez 2	15	4.7	0.3
17 - Areál INTE	1.6	214.6	134.2
18 - Libea - Dlouhomostecká	5.7	73.6	12.9
19 - Ul. Na Břehu	6	30.9	5.2
20 - Ul. Za Kinem	5.1	4.8	0.7
21 - Vratislavická Kyselka	4.8	2.1	0.4
Celkem	255.9	708.0	2.8

11.2 Návrh dalšího postupu

V rámci dalšího postupu navrhujeme rozčlenit úseky do skupin, tak aby každá skupina měla poměrový ukazatel vyšší než 1. Jednotlivé skupiny by se realizovaly po etapách.

V první etapě by měly být úseky, které jsou pro město Liberec prioritní a doplněné o úseky, které jsou v poměru škod a investičních nákladů příznivé. Kritériem pro začlenění do 1. etapy by mohla být příznivá majetkoprávní situace pod navrhovanými PPO a možnosti realizovatelnosti přeložek sítí, které kolidují s výstavbou PPO.

Pro znalost majetkoprávní situace v jednotlivých úsecích je nutné vypracovat majetkoprávní elaborát, dle kterého dojde k identifikaci dotčených vlastníků pozemků a majetků. V případě výstavby PPO na městských pozemcích nebo na pozemcích státních organizací, bývá majetkoprávní vypořádání jednodušší než na soukromých.

Dále by mělo proběhnout jednání s vlastníky sítí, které je nutné přeložit při stavbě PPO a zahrnout jejich podmínky pro přemístění sítí.

