

A.3.1 - TEXTOVÁ ČASŤ

OBSAH

ÚVODNÁ INFORMÁCIA

1	POPIS TECHNICKÉHO RIEŠENIA	3
1.1	Povodie	3
1.2	Hydrologické údaje	3
1.3	Kritické zhodnotenie alternatívnych návrhov	5
1.4	Funkcia prehrádzok	8
1.4.1	Bežne používané prehrádzky	8
1.4.2	Prehrádzky pre akumuláciu vody	9
1.4.3	Bilančné úvahy	10
1.5	Dispozícia prehrádzok	12
1.6	Konštrukcia prehrádzok	14
1.6.1	Stavebný materiál	14
1.6.2	Priečny profil	15
1.7	Ďalšie stavebné objekty	16
1.8	Schopnosť zvládať extrémne prietoky	17
1.9	Životnosť diela	18
1.10	Záverečné stanovisko k technickému riešeniu	18
2	ODHAD INVESTIČNÝCH NÁKLADOV	18
2.1	Drevené prehrádzky	18
2.2	Betónové prehrádzky	18
3	ODHAD PREVÁDZKOVÝCH NÁKLADOV	19
4	VYHODNOTENIE POROVNANIA NÁKLADOV A PRÍNOSOV	19
5	VYHODNOTENIE DOPADOV NA CHRÁNENÉ ÚZEMIA A ÚZEMIA NATURA 2000	20
6	HARMONOGRAM PROJEKTU	22
7	POKRYTIE VÝHLADOVÉHO DEFICITU PITNEJ VODY	22
7.1	Bilancia potrieb a zdrojov pitnej vody v rámci VVS	22
7.2	Pripravenosť na klimatické zmeny	23
7.3	Ovplyvnenie zásobnej funkcie	24
8	VYHODNOTENIE ALTERNATÍVY Z HLADISKA RSV	25

ÚVODNÁ INFORMÁCIA

Na dosiahnutie proporcionálnosti zásobovania obyvateľov v oblasti Prešova a Košíc bolo na základe bilancii potrieb vody pre rozvoj tohto regiónu v predchádzajúcom období analyzovaných niekoľko variantov budovania veľkokapacitného zdroja vody určeného pre vodárenské účely s vykrytím deficitu cca 600 l.s⁻¹. Prednostne sa pripravovalo riešenie s vodnou nádržou v profile Tichý Potok, ale časom sa objavili aj názory, že spomínaný vodný zdroj sa dá zaistiť aj iným spôsobom. Jedným z nich je systém väčšieho počtu prehrádzok na vodných tokoch.

Použité podklady :

- [1] Príbeh Tichého Potoka a z toho vyplývajúce príležitosti pre obce z povodia riek Poprad, Hornád, Torysa, Ing. Michal Kravčík, CSc. Prezentácia v Levočskom Kongresovom centre, marec 2015
- [2] Štúdia zásobovania východného Slovenska pitnou vodou, Hydrotrajekt s.r.o., Banská Bystrica, marec 2014

V štúdii [2] sa hodnotí vhodnosť drevených prehrádzok pre zaistenie pitnej vody nasledovne :

Zásobovanie pitnou vodou pre Prešov a Košice z povodia hornej Torysy sa podujala riešiť aj ochránarska organizáciou „Ľudia a voda“. Ide o alternatívny návrh riešenia pod názvom: „Alternatívny návrh tvorby vodných zdrojov v oblasti Tichého Potoka na hornom toku Torysy“ s víziou ekologickej obnovy povodia na princípoch trvalo udržateľného života (návrh predpokladá vybudovanie 45 nádrží pri ploche 1 ha na každú nádrž a max. hĺbke 5 m, 3824 drevených prehrádzok). V týchto plytkých nádržiach by však dochádzalo k fyzikálno-chemickým zmenám vody. Zvyšovanie teploty vody v lete a sedimentácie organických látok môžu mať za následok také zmeny ktoré sa môžu prejaviť aj v kvalite upravenej vody. Humíniové látky, vytvárané z organickej hmoty odumretých živočíšnych tel umožňujú významne ovplyvniť dezinfekciu vody v úpravni vody s rizikom vzniku látok s neskorším účinkom na zdravie ľudí.

Vplyv prehrádzok, nádrží a vsakovacích systémov by malo tiež negatívny vplyv na prírodné prostredie. Plytké vodárenské plochy, močiare, zvýšená vlhkosť v porastoch predpokladajú vytvorenie vhodných podmienok pre zvýšený výskyt zdravotne významného a obťažujúceho hmyzu - komáre, kliešte, s potenciálnym rizikom vzniku závažných prírodných ohnisk nákazy, ako kliešťová encefalitída a lymská borelióza a pod. Nedostatkom tohto alternatívneho návrhu je, že nezohľadňuje geologické, hydrogeologické a hydrologické podmienky daného územia, ktoré limitujú nadlepšovací efekt navrhovaných opatrení. Návrh nerešpektuje nemožnosť viacročného regulovania odtoku tzv. revitalizačnými opatreniami v povodí.

Po preštudovaní slovenskými vodohospodárskymi odborníkmi výskumných ústavov bol zhodnotený za nespôsobilý na ďalšiu realizáciu a nemôže byť hodnotený ako alternatívny vodný zdroj.

S týmto hodnotením sa v podstate stotožňujeme, preto sme aj navrhli mierne odlišné riešenie.

1 POPIS TECHNICKÉHO RIEŠENIA

Technické riešenie tohto zámeru nie je celkom jednoduché, pretože v našich krajinách nemá obdoby a nie sú s ním preto ani žiadne skúsenosti. Ani zo zahraničia neznáme podobné projekty, čo síce neznamená, že nejestvujú, ale pokiaľ áno, nie sú zrejme tak významne, aby sa o nich v odbornej literatúre objavili hocikaké zmienky. Rovnako tak to môže aj znamenať, že predmetný spôsob akumulácie povrchovej vody nie je dostatočne funkčný, a preto sa nikde nepoužíva. Jedná sa totiž o netypický spôsob použitia prehrádzok, čo je podrobnejšie opísané v nasledujúcich kapitolách.

1.1 Povodie

Torysa pramení v Levočských vrchoch, prameň rieky leží severozápadne od obce Torisky, na juhovýchodnom svahu pod hrebeňom medzi vrchmi Javorina (1 225 m n. m.) a Javor (1 206 m n. m.) vo výške asi 1 040 m n. m. Od prameňa Torysa tečie v doline medzi vrchmi Javorička (1 164 m n. m.) a Uhlisko (1 103 m n. m.) smerom na juh, na konci doliny sa otáča juhozápadným smerom, preteká obcou Torisky a Nižné Repaše, v ktorej sa otáča na severovýchod. Vo vzdialenosti približne 0,9 km od severovýchodného okraja intravilánu obce Nižné Repaše do Torisy z pravej strany ústi Oľšavica (plocha povodia 11,1 km², dĺžka 4,91 km) a Torysa sa otáča smerom takmer na sever. Približne 3,5 km západne od obce Tichý Potok sa Torysa pri úpätí vrchu Kamienok (997 m n. m.) otáča na východ a z ľavej strany do rieky priteká potok Filipovec (plocha povodia 5,25 km², dĺžka 4,06 km). Asi o 2 km ďalej Torysa priteká k obci Tichý Potok, preteká pri jej južnom a potom juhozápadnom okraji. Blízko nad obcou Tichý Potok leží v aluviálnej nive Územie európskeho významu (ÚEV) Torysa.

1.2 Hydrologické údaje

Tieto údaje poskytol SHMÚ svojím listom č. 191-106 H-34/2003 zo dňa 30.4.2003. Údaje sú určené hydrologickou analógiou z pozorovaní v období 1931 - 1980 a platia pre prirodzený režim povodia.

Tabuľka 1 Základné hydrologické údaje Torisy v rkm. 109,5

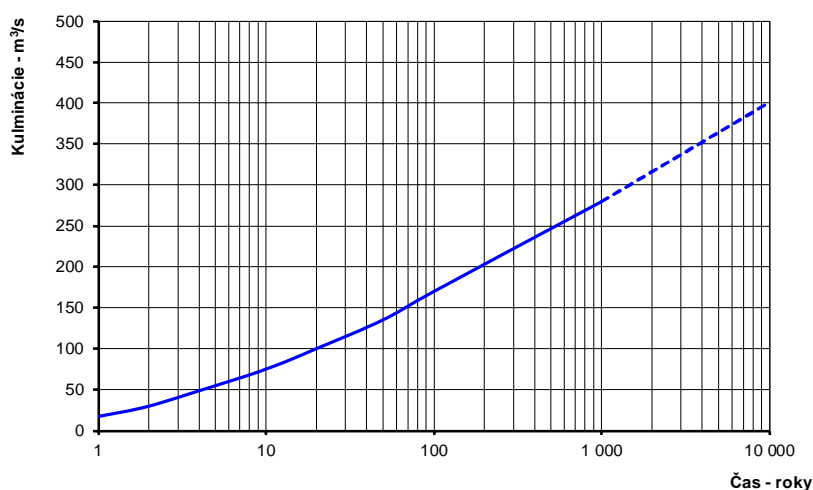
Vodný tok	Torysa					Plocha povodia :					112,6 km ²		
Profil :	Tichý potok - rkm. 109,5					Priemerné zrážky :							
č.h.p.	4 - 32 - 04 - 013					Priemerný dlhodobý prietok :					1,00 m ³ .s ⁻¹		
m [dny]	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_m [m³.s⁻¹]	2,40	-	1,10	-	-	0,55	-	-	0,28	-	0,155	0,090	0,045
N [let]	Q₁		Q₂		Q₅	Q₁₀		Q₂₀		Q₅₀		Q₁₀₀	Q₁₀₀₀
Q_N [m³.s⁻¹]	17		-		55	75		100		135		170	280

Ďalšie údaje boli poskytnuté novým listom SHMÚ č. 305-1420/14/1386 zo dňa 29.1.2014

Tabuľka 2 Základné hydrologické údaje Torysy v rkm. 118,75

Vodný tok	Torysa					Plocha povodia :					55,4 km ²			
Profil :	Nižné Repaše - rkm. 118,75					Pozorované obdobie :					1961 - 2000			
č.h.p.	4 - 32 - 04 - 007					Priemerný dlhodobý prietok :					0,560 m ³ .s ⁻¹			
m [dny]	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	
Q_m [m³.s⁻¹]	1,455	-	0,640	-	-	0,300	-	-	0,150	-	0,078	0,046	0,024	
N [let]	Q₁		Q₂		Q₅		Q₁₀		Q₂₀		Q₅₀		Q₁₀₀	Q₁₀₀₀
Q_N [m³.s⁻¹]	11		-		32		45		60		87		110	-

Pre možnosť posúdenia situácie extrémnych prietokov sme previedli extrapoláciu trendu súčasných kulminačných povodňových prietokov pre odhadnutie hodnoty väčších kulminácií ako Q₁₀₀ (vid' dole).



Obrázok 1 Kulminačné prietoky Torysy

Z tejto úvahy sa dajú odhadnúť vyššie kulminačné prietoky v profile Tichý Potok takto :

$$\begin{aligned}
 Q_{200} &= 200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_{500} &= 250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_{1000} &= 280 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_{2000} &= 315 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \\
 Q_{5000} &= 360 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_{10\,000} &= 400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}
 \end{aligned}$$

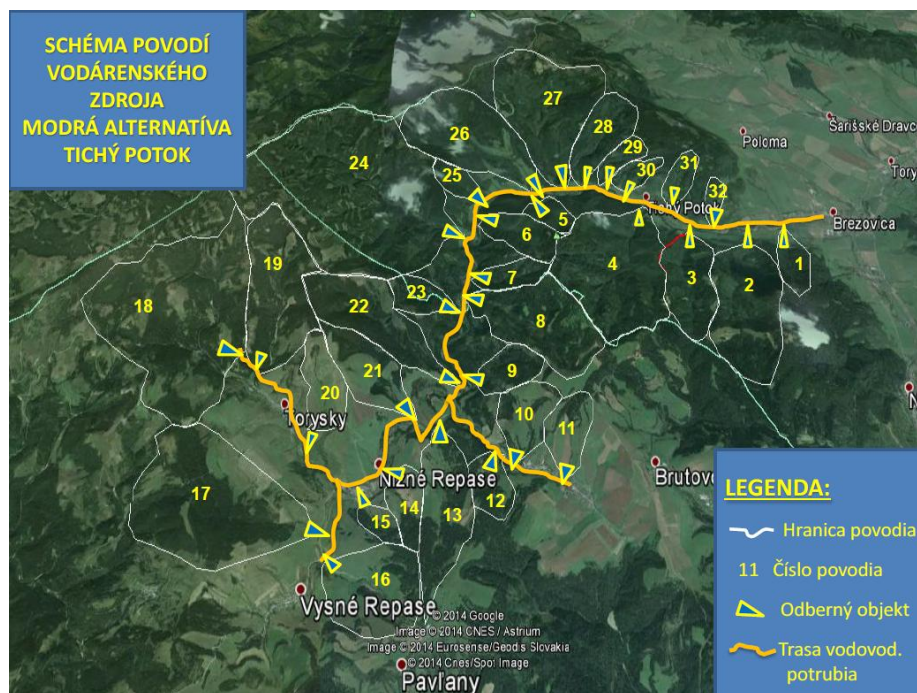
1.3 Kritické zhodnotenie alternatívnych návrhov

Zásobovanie pitnou vodou pre Prešov a Košice z povodia hornej Torysy sa podujala riešiť aj ochránárska organizácia „Ľudia a voda“. Ide o alternatívny návrh riešenia pod názvom : „Alternatívny návrh tvorby vodných zdrojov v oblasti Tichého Potoka na hornom toku Torysy“ s víziou ekologickej obnovy povodia na princípoch trvalo udržateľného života.

Návrh predpokladá vybudovanie:

- 45 nádrží pri ploche 1 ha na každú nádrž o max. hĺbke 5 m
- 3 824 drevených prehrádzok

Obdobný návrh sa prezentuje aj pod názvom Modrá alternatíva - vid' dole.



Obrázok 2 Situácia čiastkových povodí a príslušných odberných profilov

Projekt Modrá alternatíva by mal podľa svojho autora aj v najextrémnejších suchách poskytovať 600 litrov sekundových bez likvidácie obcí i bez priehrady. Mal by stáť 510 mil. Sk (17 mil. EUR) a dať prácu 700 ľuďom z hornej Torysy i širšieho okolia. V rámci projektu bola v katastru obce Tichý potok realizovaná skúšobná plocha mimo vodného toku vo vysušenej eróznej ryhe, kde boli postavené vodozadržné opatrenia v celkovom objeme 87 m³ (18 hrádzok a 2 jazierka). Autor udáva, že pri dlhotrvajúcom suchu tu nameral výdatnosť prameňa o veľkosti 3,78 litra vody 9 minút a 3 sekundy, čo je v prepočte 0,007 l.s⁻¹.

Dosiahnutie potrebnej kapacity sa dokladá jednoduchým tabelárnym výpočtom :

Číslo mikro-povodia	Plocha [ha]	Objem odtoku [m ³]	Vodný zdroj [l/s]	Číslo povodia	Plocha [ha]	Objem odtoku [m ³]	Vodný zdroj [l/s]
M-P 1	128	34990	7	M-P 17	537	151710	30
M-P 2	466	122162	24	M-P 18	1068	320109	64
M-P 3	293	76432	15	M-P 19	462	133640	27
M-P 4	726	186340	37	M-P 20	126	47886	10
M-P 5	113	28888	6	M-P 21	192	63024	13
M-P 6	174	44758	9	M-P 22	335	91098	18
M-P 7	96	24670	5	M-P 23	98	25244	5
M-P 8	399	105794	21	M-P 24	1936	534338	107
M-P 9	104	27062	5	M-P 25	82	211140	42
M-P 10	119	42304	8	M-P 26	668	180686	36
M-P 11	97	48020	10	M-P 27	806	212328	42
M-P 12	80	23114	5	M-P 28	270	72404	14
M-P 13	216	67030	13	M-P 29	67	18750	4
M-P 14	72	37714	8	M-P 30	60	16164	3
M-P 15	38	11660	2	M-P 31	70	19240	4
M-P 16	195	67058	13	M-P 32	44	12170	2
Suma	3316	947996	188	Suma	6821	2109931	421
Celková suma					10137	3057927	609

Je očividné, že medzi situáciou povodia (hore) a tabuľkou sú nejaké nezrovnalosti. Napríklad povodia č. 17, 18 a 24 sú graficky zrovnateľnej veľkosti, ale v tabuľke je medzi ich plochami zásadný rozdiel 537 ha, 1068 ha, 1936 ha, čo predstavuje takmer 100 %, resp. 300 % naviac.

Sumárna plocha všetkých mikropovodií je ale uvažovaná vo výmere 10 137 ha, čo je asi 90 % povodia nádrže Tichý potok, takže globálne bude zberná plocha asi v poriadku.

Obrázok 3 Tabelárny prehľad čiastkových povodií a ich parametrov

Návrh uvedenej koncepcie má jednu základnú vadu, a to takú, že nepoužíva dobre známe a nespočetnekrát overené princípy stanovenia zásobného objemu vodnej nádrže, čo v dôsledku znamená, že popiera všeobecne uznávané a po stáročia overené fyzikálne zákony. Vychádza totiž z nepravdivej predstavy lineárneho vzťahu medzi veľkosťou zásobného objemu a z neho získaného nadlepšeného prietoku. Toto je výslovne uvedené napr. v predpokladu (citácia):

„...každých päť tisíc m³ zadržanej zrážkovej vody dokáže aj v tom najsuchšom období vyprodukovať jeden liter za sekundu (čistej pramenistej vody). To znamená, že realizáciou celkovo 3,1 mil. m³ vodozádržných opatrení v 32 mikropovodiach hornej Torysy je reálne možné vytvoriť vodný zdroj o výdatnosti cca 620 litrov za sekundu.“

V skutočnosti je vzťah medzi zásobným objemom a nadlepšeným prietokom výrazne nelineárny. Zvykne sa vyjadrovať pomocou dvoch bezrozmerných veličín :

$$\alpha = Q_n / Q_a, \quad \text{kde značí} \quad \alpha - \text{súčiniteľ nadlepšenia prietoku}$$

Q_n - nadlepšený prietok, ktorý sa môže z nádrže dlhodobo odoberať s požadovanou zabezpečenosťou

Q_a - priemerný dlhodobý ročný prietok v danom profile toku.

$$\beta = V_z / W_a, \quad \text{kde značí}$$

β - akumulčný súčiniteľ nádrže

V_z - zásobný objem nádrže, v ktorom dochádza k vyrovnaní prirodzených prietokov

W_a - priemerný dlhodobý ročný odtok v danom profile toku,

$$W_a = Q_a \times 31\,536\,000 \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

Z princípu veci vyplýva, že hodnota β môže nadobúdať akýchkoľvek kladných hodnôt, zatiaľ čo hodnota α sa môže pohybovať iba medzi nulou a jednotkou.

Medzi oboma súčiniteľmi jestvuje vzájomný vzťah priamej úmernosti, keď rastie súčiniteľ β (nezávislá premenná), súčasne rastie aj súčiniteľ α (závislá veličina). Vzťah však nie je lineárny, pri malých hodnotách funkcia prudko stúpa, potom sa jej gradient postupne znižuje a v závere sa hodnota α asymptoticky blíži jednotke.

Konkrétny údaj, že 5 000 m³ vodnej zásoby garantuje 1 l.s⁻¹ nadlepšeného prietoku môže byť v nejakom konkrétnom prípade aj pravdivý. Ale nie je pravda, že pridaním ďalších 5 000 m³ zásobného priestoru sa získa aj ďalší 1 l.s⁻¹ prietoku. V skutočnosti to bude o niečo menej a pri ďalšom prírastku ešte menej, až na konci tohto pomyselného radu bude prírastok prietoku limitne nulový. Ostatne tento princíp nevdojak potvrdzuje aj autor návrhu, keď na inom mieste textu uvádza, že (citácia):

„Zbieranie vody do vedra som zaznamenal na video, ktoré trvá 9 minút a 3 sekundy. Za tento čas sa nazbieralo 3,78 litra vody.“

To zodpovedá prietoku 0,007 l.s⁻¹ z pokusnej plochy s objemom 87 m³. Odtiaľ by vychádzala hodnota ukazovateľa taká, že na 1 l.s⁻¹ prietoku treba mať objem o veľkosti 12 400 m³.

Chybnou aplikáciou lineárneho vzťahu medzi hodnotami α a β možno ľahko dôjsť k chybným záverom (a autor koncepcie k nim aj dochádza), že z povodia možno spokojne získať aj väčší odber, ako je jeho dlhodobý priemerný prietok 1,0 m³.s⁻¹ (citácia) :

„Ak by sa zrealizoval objem vodozadržných prvkov na hornej Toryse na úrovni navrhovanej priehrady Tichý Potok (24 mil. m³), potom by Modrá alternatíva vyprodukovala ročne 60 mil.m³, čo je výdatnosť vodného zdroja 1 900 sekundových litrov ! “

Ďalším problematickým aspektom predmetnej koncepcie je absencia akejkoľvek regulácie prietoku. Celý systém má fungovať samovoľne na prírodných princípoch. Tie sú ale také, že najväčší odtok sa bude realizovať pri plnom nasýtení prehrádzok, t.j. bezprostredne po dažďoch, kedy by bolo žiaduce v nich vodu naopak podržať. Postupom času, ako sa bude priestor prehrádzok vyprázdňovať, bude aj odtok z nich klesať, takže v suchom období bude už relatívne nízky. Je jasné, že taký prirodzený režim fungovania nie je príliš efektívny. Vlastne len kopíruje nežiaduci jav vysychania povodí, iba že v akejsi predĺženej časovej mierke. Tu vidíme aj nedostatočné vyhodnotenie pokusnej plochy projektu, keď autor zmeral jednu izolovanú hodnotu odtoku a z nej dedukuje ďalekosiahle závery. Správny postup by bol taký, že by sa mal odtok merať dlhodobo, aspoň v priebehu jedného hydrologického roku, aby sa získala základná predstava o jeho časovom rozložení vo vzťahu na zrážkové a suché epizódy počasia.

V návrhu Modrej alternatívy sa nijako nekomentuje spôsob prevádzania povodňových prietokov cez

systém prehrádzok. To je pritom základná podmienka pre ich bezpečnosť, trvanlivosť a tým i dlhodobú udržateľnosť celého systému. Konkrétne prietoky, ktorým musia prehrádzky odolať nie sú rozhodne malé, jak je podrobnejšie uvedené v nasledujúcich kapitolách.

Na tomto mieste je potrebné tiež uviesť, že informácie o výdatnosti uvedené v blogu p. Kravčíka na <https://kravcik.blog.sme.sk/c/307995/Alternativa-k-vystavbe-priehrady-Tichy-Potok-je-realna.html>, sú diametrálne odlišné – horšie, s akými boli spracované predchádzajúce výpočty :

„Keď pramene a potoky po dlhotrvajúcom suchu na Slovensku vysychajú, na zrealizovanom projekte Modrá alternatíva prameň nevyschol. V roku 1996 v suchej eróznej rokline vytvorili dobrovoľníci počas tábora Modrá alternatíva 87 m³ vodozadržných prvkov. Prameň sa prvý krát objavil v roku 1998 a od vtedy nevyschol. Za 13 minút a 46 sekúnd vyteklo z prameňa 1,53 litra, čo je dôkazom, že prameň aj v historickom suchu dáva 160 litrov pramenistej vody.“

Tento zásadný rozpor v dokumentovaní potenciálnych množstiev vody vo vodnom zdroji podľa Modrej alternatívy už v prvopočiatku spochybňuje vstupné parametre pre posúdenie možnosti využitia tohto riešenia ako vodného zdroja s garantovanou kapacitou pre potreby zásobovania vodou verejným vodovodom.

1.4 Funkcia prehrádzok

1.4.1 Bežne používané prehrádzky

Prehrádzky sa bežne používajú na malých vodných tokoch osobitne vo svažitých terénoch ako prostriedok pre obmedzenie riečnej erózie. Konštrukcia prehrádzky je v zásade priepustná a priestor za ňou je spočiatku prázdny. Bežné prietoky profilom prehrádzky voľne prechádzajú. Pri príchodu povodne sa hladina vody nad prehrádzkou vzduje a tým sa zníži unášacia sila vodného prúdu. Hrubé splaveniny sunuté po dne sa tu začnú usadzovať a postupne tak zaplňajú pôvodne voľný priestor nad prehrádzkou. Ten sa po nejakom čase úplne zaplní a tým vznikne spádový stupeň, ktorý znižuje pozdĺžny sklon koryta vodného toku. Sedimenty sú väčšinou dobre priepustné, takže malé prietoky sa nimi „precedia“ a pod prehrádzkou voľne otekajú. Pri vyšších prietokoch voda čiastočne preteká aj korytkom, ktoré sa samovoľne vytvorí na povrchu sedimentov a prepadá cez hornú hranu prehrádzky. Z tohto dôvodu musí byť pod prehrádzkou dostatočne dimenzovaný vývar k utlmeniu kinetickej energie prepádajúcej vody. Pri povodňových prietokoch sa voda rozleje po celej ploche povrchu sedimentov a prepadá po celej dĺžke koruny prehrádzky. V celej ploche dopadu vodného prúdu sa preto musí zriadiť dostatočne odolné opevnenie.

Z uvedeného popisu vyplýva, že za prehrádzkou sa normálne nevytvára žiadny zásobný objem vody, ktorý by mohol vyrovnávať prietoky v obdobiach sucha. Za normálnych podmienok voda priteká do sedimentačného priestoru a v profile prehrádzky z neho aj kontinuálne oteká. Iba pri zvýšených prietokoch sa v priestore sedimentov vytvorí určitý zadržaný objem vody. Pri poklese prietokov sa ale tento objem zase relatívne rýchlo vyprázdni a v radu niekoľkých dní sa nastaví štandardný režim, ako je popísané hore. Ďalej je zrejmé, že ak má prehrádzka riadne fungovať, treba pravidelne vyberať naplavený materiál z jej sedimentačného priestoru a udržiavať v ňom určitý voľný priestor ako rezervu

pre príchod ďalšej povodne s ďalším prídelením sedimentov. Rovnako dôležité je konštatovanie, že na prehrádzke netreba vykonávať počas jej funkcie akúkoľvek manipuláciu, celý objekt funguje automaticky na dvoch princípoch :

vysoký prietok → vzdušenie hladiny → spomalenie vodného prúdu → sedimentácia erodovaných častíc
nízky prietok → žiadne vzdušenie → voda prevažne presakuje cez sedimenty → voľný odtok telesom prehrádzky

1.4.2 Prehrádzky pre akumuláciu vody

Pokiaľ by mala prehrádzka fungovať ako zásobáreň vody na vodnom toku, musela by sa správať celkom odlišne od toho, ako je popísané v predchádzajúcich kapitolách. Predovšetkým by sa muselo zabrániť tomu, aby voda zo sedimentačného priestoru mohla voľne odtekať, a to či už telesom prehrádzky, lebo aj cez jej podložie. Tým sa zaistí, že by sa vytvorila trvalá zásoba vody, ktorú bude možné v obdobiach sucha využívať. Podstatným rozdielom proti vodnej nádrži je ale skutočnosť, že zásoba vody sa nevytvorí vo voľnom priestore vodnej nádrže, ale v sedimentačnom priestore, ktorý je už čiastočne lebo úplne zaplnený sypkým materiálom o premenlivej zrnitosti. Voda sa tu môže ukladať iba vo voľných medzerách medzi zrnami sedimentov. Podiel voľného priestoru ku celkovému objemu zeminy sa označuje ako pórovitosť, lebo medzerovitosť (podľa typu zeminy). O jej veľkosti si môžeme utvoriť celkom dobrú predstavu z popisu vlastností pokryvných útvarov vo správe inžiniersko-geologického prieskumu, lebo to je práve ten istý materiál, ktorý bude postupne erodovaný a odnášaný do vodných koryt. V menovanej správe sa uvádzajú hodnoty okolo 30 % (ojedinele a skôr výnimočne až 50 %). To sa avšak týka materiálov, ktoré sú na danom mieste uložené po tisícročia a sú dobre konsolidované. U čerstvo naplavených a nijako neuhutnených sedimentov bude táto hodnota vyššia, odhadujeme ju na cca 40 %. To teda predstavuje objem vody, ktorý je možné v priestore za prehrádzkou akumulovať. Z toho vyplýva, že pre zaistenie určitého akumuláčného objemu vody treba v danom prípade pripraviť asi 2,5 x väčší objem sedimentačného priestoru za prehrádzkou.

Ďalšia atypická vlastnosť, ktorú bude nutné v tomto prípade zaistiť je možnosť regulácie prietokov v profile prehrádzky. Tá sa bude realizovať na niekoľkých úrovniach :

- **Povodňové prietoky** - toto bude zaistené rovnako ako u bežnej prehrádzky, a to prepádom vody cez celú dĺžku jej koruny do vývaru pod jej päťou. Akumulačný priestor za prehrádzkou je takom prípade celkom zaplnený.
- **Minimálne prietoky** - toto je dôležitý aspekt návrhu, je treba sa vyvarovať situácie, keď by z profilu prehrádzky neodtekal vôbec žiadny prietok (všetok by sa akumuloval) a koryto pod prehrádzkou by zostalo suché, aj keď treba len na kratšiu dobu. Z tohto dôvodu musí byť nad základom prehrádzky výpustné potrubie s možnosťou regulácie prietokov pre zaistenie minimálneho zostatkového prietoku do koryta pod profilom, lebo aj vyššieho (nadlepšeného) prietoku pre možnosť odoberania surovej vody pre zásobovanie obyvateľov. V takom prípade sa akumulácia postupne plní alebo prázdni - podľa aktuálneho pomeru medzi prítokom a odtokom

- **Priemerné prietoky** - medzi oboma hore popísanými extrémnymi stavmi, sa bude relatívne často vyskytovať situácia, keď prirodzené prítoky budú dostatočne veľké pre potreby odberov a nebude ich treba nadlepšovať. V takom prípade sa bude akumulačný priestor udržiavať plný, lebo takmer plný a voda sa bude čiastočne vypúšťať základovým výpustom (minimálny prietok - vid' hore) a čiastočne bude jej zvyšok prepadať zníženou priehlbínou v úrovni koruny prehrádzky.

1.4.3 Bilančné úvahy

Keď má sústava prehrádzok na prítokoch Torysy nahradiť veľkú akumulačnú nádrž, musí sa jej funkcia a celkový objem podrobiť obdobným bilančným úvahám ako v prípade tejto akumulačnej nádrže. Pokiaľ sa očakáva zhruba rovnaký efekt nadlepšenia prietokov, treba pripraviť aj podobnú veľkosť akumulačného objemu - iba že v tomto prípade distribuovaného do desiatok menších jednotiek. Základný návrh v podkladovej dokumentácii predpokladá 32 jednotlivých mikropovodí pre výstavbu prehrádzok. Zásobný objem vodnej nádrže Tichý potok je navrhnutý o veľkosti 21,7 mil. m³ (vody), tomu by teda odpovedalo asi 54 mil. m³ sedimentov. Takže na jedno mikropovodie z toho priemerne pripadá cca 0,68 mil. m³ vody, resp. 1,7 mil. m³ sedimentov. Pre najväčšie povodie (č. 24 - Škapová) to robí 4,14 mil. m³ vody resp. 10,35 mil. m³ sedimentov. To je zjavne nereálne, ale presná veľkosť tu nie je až tak dôležitá, ide skôr o princíp. S ohľadom na charakter prehrádzok by to teda predpokladalo vytvoriť na mikropovodiach sedimentačné priestory o veľkosti priemerne 1,7 mil. m³ (maximálne 10,35 mil. m³). Pri aplikovaní predstáv Modrej alternatívy, kedy sa navrhujú len nízke prehrádzky o priemernej výške sedimentov povedzme 1 m (výška prehrádzky do 2 m) by to vyžadovalo pôdorysnú plochu 54 km² (väčšinu tejto plochy by bolo treba odlesniť), čo je polovina plochy celého povodia k profilu Tichý potok. Na tom je dobre vidieť nereálnosť takého zámeru. To teda znamená, že pokiaľ sa má týmto spôsobom zaistiť nejaký relevantný objem, musí byť prehrádzky o veľa vyššie.

Na druhej strane veľkosť vzdutia za prehrádzkou nie je neobmedzená, má svoje konštrukčné limity, čo je vysvetlené v nasledujúcej kapitole 1.3.2. Odtiaľ predpokladáme, že **maximálna dosiahnuteľná výška vzdutia pre akumuláciu robí cca 9 m**. Ďalej predpokladáme typický tvar údolia, ktorý vychádza z miestnej morfológie, a síce sklony bočných svahov cca 20 % a pozdĺžny sklon údolnice 5 %. Odtiaľ vychádza smerný objem sedimentačného priestoru za jednou prehrádzkou podľa výšky takto :

Max. hĺbka sedimentov	Objem sedimentov	Objem zadržanej vody	Plocha hladiny
<i>m</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>	<i>ha</i>
5	9 000	3 600	0,46
6	14 400	5 800	0,62
7	21 600	8 600	0,82
8	30 700	12 300	1,04
9	42 100	16 800	1,29
10	56 000	22 400	1,56

Z prehľadu je vidieť, že dosiahnuteľné objemy tu ani vzdialene nekorešpondujú s potrebnými kubatúrami vyčíslenými hore. Rozdiel má hodnotu približne dvoch radov (rozumej 100 x). To znamená, že ani pri návrhu viacerých prehrádzok na jednom mikropovodí sa nedá získať efekt zrovnateľný s efektom nádrže Tichý potok.

Ako ešte reálny počet uvažujeme na malých povodiach o veľkosti asi 100 ha navrhnúť jednu prehrádzku a na väčších povodiach potom niekoľko prehrádzok nad sebou, s obmedzením na maximálne cca päť kusov. Tým sa dostaneme k celkovému počtu do 80 prehrádzok. Pri uvažovanom objeme zadržanej vody na jednej prehrádzke 17 tis. m³ to predstavuje celkový zásobný objem 1,36 mil.m³, teda v zrovnaní s veľkou nádržou len iba 6 %. Hodnota príslušného súčiniteľa $\beta = 4,3 \%$.

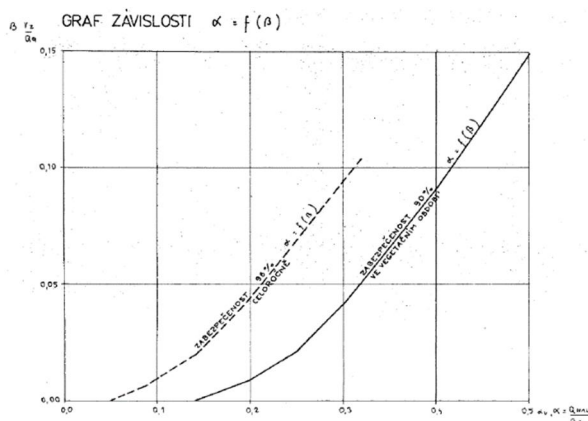
Pri ploche hladiny jednej 9 m prehrádzky 1,29 ha (vid' hore) možno uvažovať potrebnú plochu na jednej lokalite cca 2 ha - vrátane vývaru, spevnenej plochy apod. Pri každej prehrádzke by mali byť tiež stanovené pásma hygienickej ochrany vodného zdroja. Prvé pásmo s veľmi prísnou ochranou o šírke cca 100 m by vyžadovalo ďalšiu plochu približne 5 ha. Spolu pre 80 prehrádzok tak by tak vznikol nárok na záber plochy 560 ha, čo je zrovnateľná veľkosť ako pre veľkú nádrž Tichý Potok (pri päťkrát menšom vodohospodárskom efekte).

Tu je ešte dôležité uviesť, že finálny stav prehrádzky bude vznikať postupne, ako sa bude jej sedimentačný priestor zanášať materiálom erodovaným v príslušnom mikropovodí. Na začiatku teda bude akumulačný priestor zaplnený prevažne vodou a len malým množstvom sedimentov. S postupom času sa bude množstvo sedimentov zvyšovať na úkor objemu vody, až sa dosiahne cieľového stavu, kedy zanikne plocha voľnej vodnej hladiny a na povrchu budú iba sedimenty. V určitej nevelkej hĺbke pod týmto pevným povrchom sa bude udržiavať hladina akumulovanej vody, ktorá tak bude mať viacmenej charakter podzemnej vody.

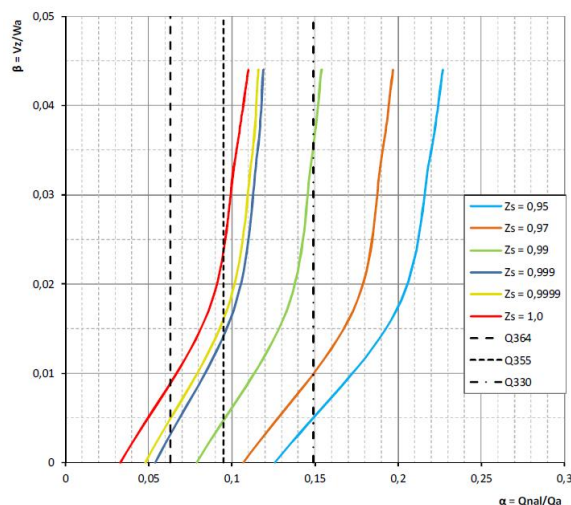
Po určitú dobu, ktorá môže byť aj veľmi dlhá, bude existovať prechodový stav s voľnou hladinou vzdutej vody za prehrádzkou. Ten je ale dosť nevýhodný, pretože na ploche voľnej hladiny (na rozdiel od podzemnej hladiny) nastáva fyzikálny jav výparu z voľnej hladiny, ktorý sa v číselnom vyjadrení blíži hodnote ročnej výšky zrážok (odvisí od nadmorskej výšky). To predstavuje objem vody, ktorý sa zo systému každoročne stratí. Z objemových ukazovateľov (vid' vyššie) je zrejmé, že táto strata môže predstavovať 25 - 30 % z akumulovaného objemu. To v dôsledku znamená, že ani pred zaplnením priestoru za prehrádzkou sedimentmi nebude k dispozícii o veľa väčší objem vody ako v cieľovom stave.

Efekt nadlepšenia prietokov, ktorý sa získa navrhnutým riešením by bolo treba stanoviť podrobným vodohospodárskym výpočtom, v ktorom sa simuluje zásobná funkcia prehrádzok a spôsob manipulácie na nich v chronologických radoch denných alebo mesačných prietokov v charakteristickom období najmenej 30 rokov (lepšie 50 rokov). Taký postup by však svojím rozsahom presahoval predpokladaný rámec tejto štúdie. Existuje ale jednoduchší spôsob, ktorým sa dá tento efekt približne odhadnúť. Tým je vzájomná závislosť veličín α a β (definíciu vid' hore). Treba len nájsť vhodný analogon, čo je povodie, ktorého vlastnosti sú podobné ako u skúmanej lokality a kde sú k dispozícii skôr prevedené vodohospodárske výpočty. Spracovateľ tejto štúdie má k dispozícii dve také série výpočtov prevedené v minulosti na povodiach v Beskydoch a Javorníkoch. Obidve lokality majú geologické podložie vo flyšovom vývoji, teda rovnaké ako povodie hornej Torysy a aj z morfológického hľadiska je tu značná podobnosť - lesnatá krajina s nadmorskou výškou v rozpätí 600 až 1 300 m n.m. Výsledky menovaných vodohospodárskych výpočtov sú sumarizované

v nasledujúcich grafoch.



Obrázok 4 Závislosť veličín α a β pre MVN v okrese Zlín - rok 1990



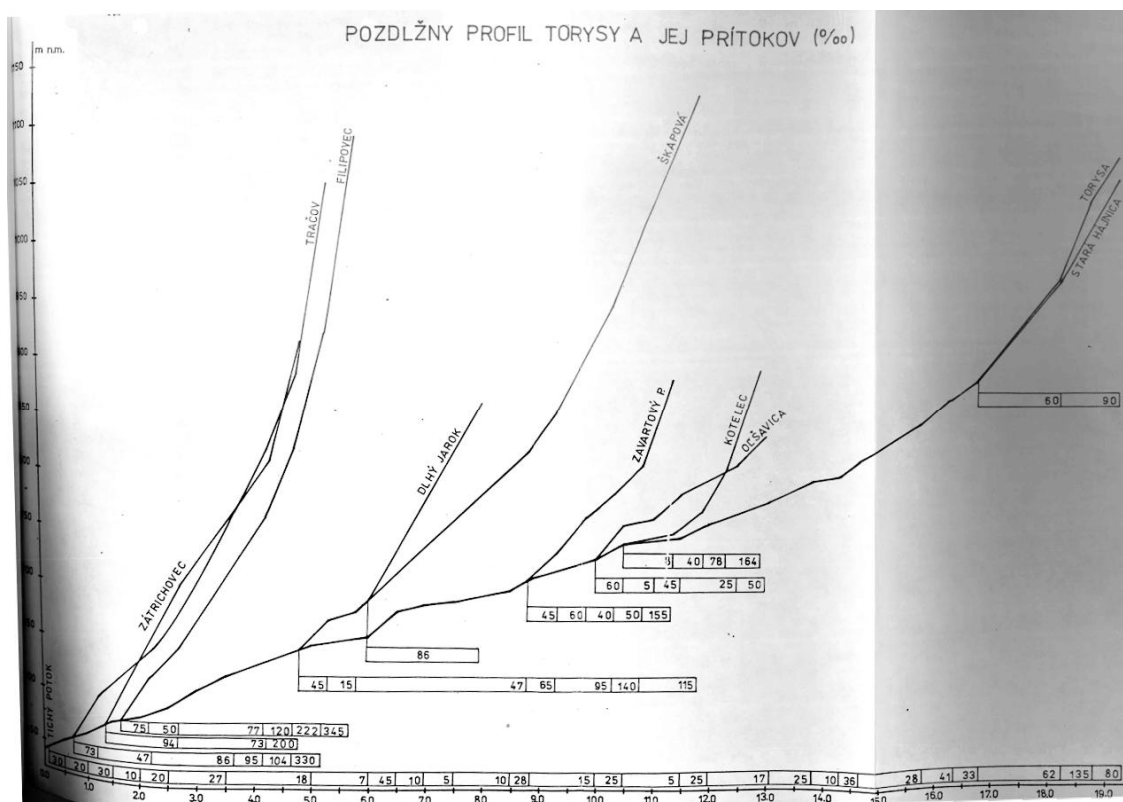
Obrázok 5 Závislosť veličín α a β pre nádrž Skalička na Bečve - rok 2015

Čiary závislostí sú vynesené pre rôzne hodnoty zabezpečenia („Z“). Pre vodárenské využitie treba uvažovať zabezpečenosť 98 až 99 % podľa času. Výsledky na obr. 4 platia pre sústavu malých vodných nádrží (MVN) na drobných potôčikoch s charakteristickou veľkosťou zásobného objemu nádrže 10^4 až 10^5 m³, čo je veľmi podobné posudzovanej lokalite Tichý potok. Výsledky na obr. 5 platia pre relatívne veľkú nádrž s radovou veľkosťou 10^7 m³, na povodí o rozlohe cez 1 000 km². Napriek tomu je na oboch grafoch zreteľná podobnosť v zakrivení všetkých kriviek a ich paralelnej polohe pre rôzne hodnoty Z.

Aplikáciou popísaného princípu môžeme odhadnúť, že pre navrhnutý systém prehrádzok so súčiniteľom $\beta = 4,3$ % sa dá očakávať súčiniteľ α okolo hodnoty 0,2 a teda **nadlepšený prietok vo výške 0,2 m³.s⁻¹**. Po zohľadnení minimálneho zostatkového prietoku 90 l.s⁻¹ zostáva na vodárenský odber 110 l.s⁻¹.

1.5 Dispozícia prehrádzok

Prehrádzky by sa mali umiestňovať v dolnej časti každého čiastkového povodia blízko nad sútokom daného prítoku s recipientom, aby ovládali čo najväčšiu zbernú plochu. Ďalším dôvodom pre takú lokalizáciu je fakt, že v najnižšom úseku má vodný tok aj najmenší pozdĺžny sklon a prehrádzka danej výšky tu vytvorí najväčší objem vzdutia. Smerom proti prúdu pozdĺžny sklon stúpa a prehrádzka by tak bola menej efektívna. To je zrejmé aj z pozdĺžneho profilu Torysy a jej prítokov :



Obrázok 6 Integrovaný pozdĺžny profil Torýsy a jej prítokov

Kritickou podmienkou pre umiestnenie prehrádzky bude nájdenie vhodného profilu pre jej výstavbu. To v daných inžiniersko-geologických pomeroch nebude až tak ľahké, pretože tu možno očakávať rad rôznych svahových nestabilit, prípadne oslabených zón, kde doteraz stabilný svah sa stane nestabilný v dôsledku otvorenia stavebnej jamy. Aj preto vidíme ako nereálne umiestnenie viac prehrádzok, ako uvedených 80.

Návrhový prietok pre dimenzovanie prehrádzok by mal minimálne odpovedať storočnému prietoku v závernom profile Tichý potok. Ten je úmerný zbernej ploche každej prehrádzky pri špecifickom storočnom prietoku $q_{100} = 1,51 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$. Na malých povodiach o veľkosti 100 ha až 500 ha tomu zodpovedá návrhový prietok $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ až $7,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Na najväčšom povodí o veľkosti takmer 2 000 ha vychádza návrhový prietok na $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Keby sa použil prísnejší prístup, že každá prehrádzka musí odolať storočnému prietoku stanovenému priamo v jej profile, vychádzali by návrhové prietoky takto :

- plocha povodia 100 ha $Q_{100} = 9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- plocha povodia 500 ha $Q_{100} = 25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- plocha povodia 1 000 ha $Q_{100} = 38 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- plocha povodia 2 000 ha $Q_{100} = 59 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Pre správnu funkciu celého systému by mali byť prehrádzky rozmiestnené na celom povodí približne rovnomerne, aby na každú pripadala zhruba rovnaká zberná plocha mikropovodia. Na jednotlivom mikropovodí sa potom budú umiestňovať skôr v jeho dolnej časti, kde možno očakávať menší pozdĺžny sklon údolia do 5 %, aby boli splnené predpoklady uvedené v kapitole 1.2.3.

1.6 Konštrukcia prehrádzok

S ohľadom na to, že v súčasnom návrhu sa požaduje celkom iná funkcia prehrádzok, ako je zvyčajné, treba uvažovať aj o tom, že ich konštrukcia tomu musí zodpovedať. Nie je jednoducho možné automaticky preberať rôzne jestvujúce typy konštrukcií bez toho, aby boli preverené z hľadiska špecifických funkčných požiadaviek pre účely akumulácie vody. Tieto požiadavky možno konkretizovať zhruba v troch hlavných aspektoch :

- voľba stavebného materiálu
- konštrukcia priečneho profilu
- pôdorysné usporiadanie

V nasledujúcich odstavcoch sú uvedené podmienky podrobnejšie rozobraté.

1.6.1 Stavebný materiál

Konštrukčný materiál musí do značnej miery korešpondovať s pomerne prísnyimi funkčnými požiadavkami (najmä nepriepustnosť) a dlhou životnosťou odpovedajúcou životnosti veľkého vodného diela (najmenej sto rokov). To jednoznačne preferuje trvanlivé materiály typu kameň lebo betón pred viac prírodnými materiálmi typu drevo - viď obrázky dole.



Obrázok 7 Kamenná prehrádzka

Kamenná prehrádzka dobre vyzerá, ale jej zhotovenie je pomerne prácne a vyžaduje veľké množstvo základného materiálu - kameňa, ktorého zdroj sa bude v blízkom okolí len obťažne hľadať. Schodnejším riešením by mohla byť betónová konštrukcia s kamenným obkladom, ktorá by vyzerala približne rovnako.



Obrázok 8 Drevená prehrádzka

Drevená prehrádzka nemá požadovanú životnosť a nedá sa u nej zaistiť vodotesnosť. Pri väčšej výške by zrejme nemala ani potrebnú pevnosť materiálu.

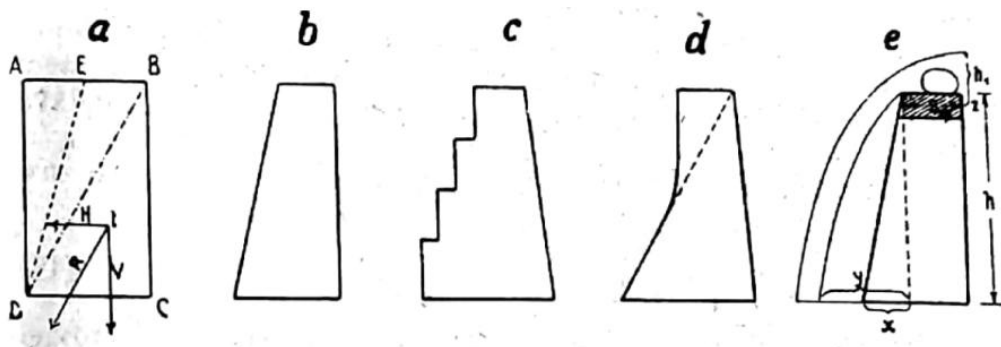
V tejto súvislosti treba odmietnuť ideu Modrej alternatívy, kde sa predpokladá, že (citácia):

„Drevo na hrádzkach sa postupne rozkladá a vodozadržnú funkciu postupne preberá vegetácia...“

Takúto predstavu nie je možné akceptovať, lebo vegetácia nemôže nijako zabezpečiť potrebnú statickú stabilitu takejto stavby, nehovoriac o pevnosti a trvanlivosti.

1.6.2 Priečný profil

V literatúre sa uvádza niekoľko odporúčaných tvarov priečného profilu prehrádzky - vid' dole:



Obrázok 9 Odporúčané tvary priečného profilu prehrádzok

V prípade relatívne vysokých prehrádzok, ktoré pripadajú v úvahu v tomto prípade, je jasné, že rozhodujúcim aspektom je stabilita, to značí dlhodobá schopnosť spoľahlivo odolávať tlaku vody a sedimentov. To vedie na úvahu, že sa musí postupovať obdobne ako pri návrhu vodnej priehrady. Jej profil sa navrhuje do tvaru tzv. statického trojuholníka, ktorého vodorovná základňa musí mať šírku najmenej 75 % z výšky vodného vzdutia. Výška je teoreticky neobmedzená, ale prakticky musí vychádzať z únosnosti podložia, do ktorého sa prehrádzka opiera. V daných geologických pomeroch (flyš) nie je únosnosť nijak veľká, pretože je limitovaná únosnosťou najslabšieho článku, ktorým je ílovec (čo je v podstate stvrdnuté blato). Tu sa nám javí ako vhodný limit pre obmedzenie výšky prehrádzky definícia malej vodnej nádrže, ktorej hĺbka u hrádze neprekračuje 9 m. Súčasne sú prípustné aj rôzne konštrukčné zjednodušenia v porovnaní s veľkými priehradami.

1.7 Ďalšie stavebné objekty

Okrem vlastných prehrádzok, ktoré zaisťujú potrebný zásobný objem v povodí, sa javí ako druhý najdôležitejší prvok celého systému sieť pozemných komunikácií, ktoré umožnia jednoduchý, spoľahlivý a rýchly prístup prevádzkovateľa na akékoľvek miesto v povodí a ku akémukoľvek konkrétnej prehrádzke. Okrem toho sú tieto komunikácie nevyhnutné aj pre stavebnú fázu realizácie tohto zámeru.

Predpokladáme dve úrovne konštrukčnej triedy týchto komunikácií :

- Hlavná údolná komunikácia - vedúci v podstate pozdĺž Torysy po celej dĺžke povodia. Bude čiastočne využívať stávajúce komunikácie a zjednotí ich konštrukčné prevedenie. Navrhuje sa dvojpruhová komunikácia pre stredné zaťaženie.
- Pripojovacie komunikácie k jednotlivým prehrádkam - budú pripojovať rôzne lokality prehrádzok na hlavnú údolnú komunikáciu. Navrhuje sa krátka jednopruhá komunikácia (v prípade potreby aj s výhybňami) ľahkej konštrukcie. V trase týchto príjazdových ciest sa najprv prevedú stavebné komunikácie a iba ku koncu výstavby sa finalizujú s navrhnutým ľahkým povrchom.

Čo sa týka pripojenia na elektrickú sieť, toto sa nejaví ako nevyhnutné, lebo manipuláciu na prehrádkach bude možné prevádzať aj ručne. Ide totiž o pomerne malé profily v rozmedzí DN 100 až DN 250. Rôzne udržiavacie práce by bolo možné uskutočniť s pomocou prenosnej elektrocentrály. Na druhej strane privedenie elektriny by nemalo byť nijak obťažné, pretože pre očakávané malé príkony v jednotkách kW je možné sa pripojiť na distribučnú sieť prakticky kdekoľvek v okolitých obciach. Tu bude treba previesť úvahu prevádzkovateľa, čo preňho bude výhodnejšie. Údržba rozsiahlej elektrickej inštalácie s malým časovým využitím by bola tiež pomerne nákladná. Pre napájanie komunikačných systémov s malým príkonom by stačilo použiť iba solárne zariadenia.

Posledným uvažovaným objektom je prevádzková budova, ktorá sa navrhuje v podobnom rozsahu ako pre VN Tichý Potok.

Budovanie priechodov pre vodné organizmy (rybovodov) na prehrádkach výšky nad 2,5 m je v podmienkach územia nereálne z dôvodu morfológie terénu, nestability a premenlivej výdatnosti

tokov, ktorá nezabezpečí funkčný prietok vody v profile prehrádzky.

1.8 Schopnosť zvládať extrémne prietoky

Betónová prehrádzka predstavuje v zmysle STN 73 6814 hrádzu malej vodnej nádrže, ktorá musí odolať povodňovému prietoku Q_{100} . Stanovenie tohto prietoku na veľmi malých povodiach o výmere rádovo jednotiek km^2 je obtiažne, pretože k tomu nejestvujú žiadne priame pozorovania. Veľkosť kulminačných prietokov možno približne odhadnúť z hodnoty pre najbližšie nižšie profily a empirického mocninového vzťahu :

$$Q_{100} = A_{100} * F^n, \text{ kde}$$

Q_{100} - kulminácia storočnej povodne
 A_{100} - konštanta
 F - plocha povodia
 n - obecný mocniteľ

Hodnoty Q_{100} sú známe v profiloch :

- Nižné Repaše $F = 55,4 \text{ km}^2$; $Q = 110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- Tichý Potok $F = 112,6 \text{ km}^2$; $Q = 170 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Odtiaľ vychádzajú konštanty $A_{100} = 9,36$ $n = 0,614$

Pre jednotlivé mikropovodia potom vychádzajú kulminačné prietoky nasledovne :

F	Q_{100}
km^2	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
1	9
2	14
3	18
4	22
5	25
10	38
15	49
20	59

Voda bude prepadať cez korunu prehrádzky prepádovou výškou do 60 cm, pri ktorej má hydraulický prúd kapacitu cca $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na 1 bm dĺžky prepádovej hrany.

Na odpovedajúcej dĺžke sa preto v prostred prehrádzky prevedie zníženie koruny na prevedenie povodňového prietoku. Približne platí, že koľko kubíkov, toľko metrov.

Pri prekročení návrhového prietoku (na úrovni Q_{200} lebo Q_{500}) možno výnimočne pripustiť aj mimoriadnu situáciu, keď voda prepadá po celej dĺžke koruny prehrádzky s tým, že môže spôsobiť obmedzené škody, ktoré však neohrozia stabilitu celej konštrukcie.

1.9 Životnosť diela

Hlavné objekty navrhnutého diela - betónové prehrádzky sú veľmi robustné a ich praktická životnosť môže bez problémov dosiahnuť sto rokov - samozrejme za predpokladu riadnej správy a údržby. Ďalší objekt pozemného charakteru - prevádzková budova má taktiež štandardnú životnosť kolem 100 rokov. Najmenšiu životnosť majú pozemné komunikácie, cca do 50 rokov, po ktorých býva treba previesť väčšinou ich kompletnú rekonštrukciu.

1.10 Záverečné stanovisko k technickému riešeniu

Z argumentov uvedených v predchádzajúcich podkapitolách je zrejmé, že zabezpečenie vodného zdroja o kapacite 586 l.s⁻¹ formou

- Drevených prehrádzok
- Betónových prehrádzok

je síce technicky realizovateľné, avšak neplní zadaný cieľ. Neposkytuje požadované objemy **a pri drevených prehrádzkach nie je zabezpečená kvalita zadržanej vody na úrovni vodného zdroja, ani požadovaná zabezpečenosť jej dodávky.**

2 ODHAD INVESTIČNÝCH NÁKLADOV

2.1 Drevené prehrádzky

Neaplikované vzhľadom na závery v kapitole 1. Popis technického riešenia.

2.2 Betónové prehrádzky

Napriek negatívnemu záveru v kapitole 1 pre použitie tohto technického riešenia boli stanovené investičné náklady na 1 prehrádzku v celkovej výške 786 tis. EUR

Išlo o typ betónovej prehrádzky s maximálnou výškou 9 m. Táto výška je limitovaná únosnosťou najslabšieho článku podložia, ktorým je ílovec, Takýto druh betónovej prehrádzky je schopný zabezpečiť 110 ls⁻¹. Navrhovaná betónová prehrádzka predstavuje v zmysle STN 73 6814 hrádzu

malej vodnej nádrže, ktorá musí odolať povodňovému prietoku Q_{100} . Pre dosiahnutie zaručených odberov surovej vody vo výške porovnateľnej s vodárenskou nádržou, je by bolo potrebných 426 betónových prehrádzok.

Vypočítaný potrebný počet prehrádzok opätovne dokumentuje, že ani toto technické riešenie pre vodný zdroj pre zásobovanie verejným vodovodmi nie je vhodné.

3 ODHAD PREVÁDZKOVÝCH NÁKLADOV

S ohľadom na skutočnosti uvedené v predchádzajúcej kapitole neboli stanovené.

4 VYHODNOTENIE POROVNANIA NÁKLADOV A PRÍNOSOV

Systém prehrádzok (akýchkoľvek) bezpochyby má veľmi dôležitú funkciu z pohľadu zadržania vody v území. Avšak z pohľadu vytvorenia vodného zdroja pre krytie deficitu v zásobovaní pitnou vodou riešenie neposkytuje. Nejde o stabilné technické riešenie garantujúce požadovaný objem vody aj v extrémnych klimatických situáciách.

Získanie vodného zdroja v požadovanej kapacite pri takomto riešení by si vyžiadalo značne vysoký počet prehrádzok, ktorý je už mimo absorpčnej kapacity územia. Podľa Modrej alternatívy ide o 45 malých vodných nádrží a 3 824 drevených prehrádzok. V prípade betónových prehrádzok ide podľa výpočtu spracovateľa o 426 prehrádzok.

Z uvedených dôvodov boli tieto alternatívy už pri posúdení technického riešenia vyhodnotené ako nevhodné pre zabezpečenie stanoveného cieľa – krytie bilančného deficitu vodných zdrojov vo výške 600 l.s^{-1} , a preto nebolo na nich aplikované vyhodnotenie nákladov a prínosov.

5 VYHODNOTENIE DOPADOV NA CHRÁNENÉ ÚZEMIA A ÚZEMIA NATURA 2000

Alternatíva 3, t. j. vybudovanie sústavy prehrádzok na vodných tokoch je situované v rámci povodia Hornej Torysy. Prehrádzky sa navrhujú na prítokoch Torysy, všetky navrhované lokality sú umiestnené v území s prvým stupňom ochrany podľa zákona NR SR č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon 543/2002“). Alternatíva nezasahuje do žiadneho veľkoplošného chráneného územia národnej siete. V riešenom území sa nachádza Prírodná rezervácia Bišar, jej územie a predmet ochrany nebude navrhovanými činnosťami dotknutý.

Priamo dotknutým chráneným územím je lokalita sústavy Natura 2000 – Chránené vtáčie územie SKUEV051 Levočské vrchy (ďalej len „CHVU Levočské vrchy“), ktoré zahŕňa takmer celú plochu riešeného povodia Torysy a lokality prehrádzok sú situované v ňom.

Nepriamo dotknutým môže byť aj územie európskeho významu SKUEV0336 Torysa (ďalej len „UEV Torysa“). Na tomto toku sa realizácia prehrádzok nenavrhuje, takže priamy zásah je vylúčený, dôjde však k zmenám odtokových pomerov celého povodia, čo sa prejaví výrazne aj na hydrologickom režime povrchového toku Torysy.

Ako vstupy pre vyhodnotenie priameho dopadu na chránené územia boli použité údaje o predpokladaných prehrádzkach a súvisiacej infraštruktúre. S prihliadnutím na predbežný charakter návrhu ide o nasledovné zásahy: **vybudovanie 80 ks prehrádzok s výškou hrádze do 9 m** (trvalý záber), údolnej prístupovej komunikácie pozdĺž Torysy (trvalý záber, resp. úprava existujúcich ciest), 80 ks pripojovacích komunikácií k jednotlivým prehrádzkam (trvalý záber) a prevádzkovej budovy (trvalý záber). V tomto štádiu nie je známa detailná konštrukcia a parametre prehrádzok ani ich presná lokalizácia na tokoch, tým pádom ani dĺžka jednotlivých pripojovacích komunikácií, preto odhad trvalého záberu môže byť len veľmi orientačný. Na základe predbežného popisu sa dá predpokladať, že pre 80 lokalít pôjde o plochu cca 30 až 50 ha.

Vyhodnotenie predpokladaného dopadu na SKCHVU051 Levočské vrchy

Chránené vtáčie územie SKCHVU051 Levočské vrchy (ďalej len „CHVU Levočské vrchy“) má výmeru 45597,63 ha. Bolo vyhlásené vyhláškou MŽP SR č. 434/2012 za účelom zabezpečenia priaznivého stavu biotopov druhov vtákov európskeho významu a biotopov sťahovavých druhov vtákov bociana čierneho, ďatľa trojprstého, chriašteľa poľného, jariabka hôrneho, kuvika kapcavého, kuvika vrabčieho, muchárika sivého, orla krikľavého, orla skalného, prepelice poľnej, rybárika riečného, sovy dlhochvostej, strakoša sivého, tesára čierneho, tetra hľadáča, tetra hoľniaka, včelára lesného, výra skalného a žľny sivej a zabezpečenia podmienok ich prežitia a rozmnožovania.

Vzhľadom na to, že plocha riešeného územia predstavuje takmer štvrtinu výmery CHVU, je predpoklad, že výstavbou prehrádzok a súvisiacimi činnosťami na 80 lokalitách bude dotknutá značná časť CHVU. V prípade realizácie alternatívy č. 3 možno očakávať trvalý záber plochy CHVU v rozsahu cca do 0,1 % výmery, pričom sa dá predpokladať, že tento záber v závislosti od jeho lokalizácie spôsobí stratu a ovplyvnenie hniezdnych a potravných biotopov viacerých, najmä lesných a vodných druhov vtákov z predmetu ochrany. Samotná akumulácia vody v priestore nad prehrádzkami a súvisiace zmeny odtokových pomerov pravdepodobne spôsobia aj ďalšie zmeny

v štruktúre a charaktere biotopov s dopadom na predmet ochrany.

Vyhodnotenie dopadu na SKUEV0336 Torysa

UEV má rozlohu 19,15 ha. Na jeho území platí druhý stupeň ochrany v zmysle zákona č. 543/2002. Predmetom ochrany sú biotopy európskeho významu: 91E0* Lužné vrbovo-topoľové a jelšové lesy a 3230 Horské vodné toky a ich drevinová vegetácia s myrikovkou nemeckou a druhy európskeho významu: kunka žltobruchá (*Bombina variegata*), netopier veľký (*Myotis myotis*), podkovár malý (*Rhinolophus hipposideros*), vydra riečna (*Lutra lutra*).

Alternatíva č. 3 nepredpokladá trvalý záber plochy UEV. Možné je poškodenie alebo narušenie biotopu 91E0* a biotopov živočíchov z predmetu ochrany v blízkosti UEV pri výstavbe, resp. úprave údolnej prístupovej cesty.

Negatívny vplyv na predmet ochrany možno očakávať v dôsledku úpravy odtokových pomerov v povodí. Realizácia prehrádzok na prítokoch bude mať za následok zvýšenie akumulácie podzemných vôd v mikropovodiach, spomalenie povrchového odtoku a obmedzenie extrémnych výkyvov v prietokových režimoch na prítokoch a následne aj na Toryse ako recipiente. Zmenou dynamiky toku a periodických aj extrémnych záplav na Toryse budú významne ovplyvnené ekologické podmienky porastov myrikovky nemeckej (biotop 6230) a v určitom rozsahu aj porasty lužného lesa (biotop 91E0*).

Zhrnutie

Na základe predbežnej štúdie alternatívy 3 je predpoklad, že dôjde k trvalému záberu do cca 1 % výmery CHVU Levočské vrchy s pravdepodobným nepriaznivým ovplyvnením biotopov a populácií viacerých druhov vtákov z predmetu ochrany. Nepriamo dotknutým chráneným územím bude aj UEV Torysa, a to v dôsledku ovplyvnenia hydrologického režimu rieky Torysa prevádzkou prehrádzok na jej prítokoch. **Predpokladá sa významný vplyv na výskyt biotopu 3230 Horské vodné toky a ich drevinová vegetácia s myrikovkou nemeckou, ktorý je ekologicky podmienený súčasnou prirodzenou dynamikou toku.**

Zámer popísaný ako alternatíva A.3 by bol v prípade aktuálnosti predmetom posudzovania vplyvov na životné prostredie podľa zákona 24/2006, resp. posúdenia v zmysle § 28 zákona 543/2002, ktoré by spresnilo dopad na predmet ochrany oboch území na základe podrobného technického riešenia a lokalizácie objektov.

6 HARMONOGRAM PROJEKTU

Stanovenie časového harmonogramu nebolo aplikované z dôvodu záverov uvedených v kapitole 1 a 4.

7 POKRYTIE VÝHLADOVÉHO DEFICITU PITNEJ VODY

Je prakticky isté, že v bližšej alebo vzdialenejšej budúcnosti sa v našich krajinách prejaví nedostatok pitnej aj úžitkovej vody pôsobením dvoch protichodných javov. Tie sú podmienené predpokladaným postupným otepľovaním klímy a očakávanou väčšou nerovnomernosťou v rozdelení zrážok v priebehu roka. V dôsledku toho budú zrejme mierne klesať prirodzené prietoky vo vodných tokoch a budú tiež viacej variabilné. To bude mať vplyv na veľkosť nadlepšených odberov zo systémy prehrádzok, ktoré budú nižšie, ako tie, vychádzajúce zo súčasných hydrologických pomerov. Súčasne je možné predpokladať zvýšené nároky na dodávku vody tak pre komunálnu sféru, ako aj pre rôzne hospodárske odvetvia (závlahová voda pre poľnohospodárstvo, chladiaca voda pre priemysel apod.). Kvantifikácia výhladovej potreby vody v budúcnosti je uvedená v nasledujúcej kapitole 7.1.

7.1 Bilancia potrieb a zdrojov pitnej vody v rámci VVS

Nižšie uvedená bilancia potrieb a zdrojov pitnej vody vychádza zo štúdie „VN Tichý Potok, bilancia potrieb a zdrojov pitnej vody – aktualizácia“ (Hydrotrajekt s.r.o., Banská Bystrica, 2014), ktorý nadväzuje na predošlý dokument „Vodárenská nádrž Tichý Potok, aktualizácia bilancii zdrojov pitnej vody“ (VÚVH, š.p., 2003).

Východoslovenská vodárenská sústava je najväčším vodárenským systémom vo východoslovenskom regióne. Jej vznik bol podporený výstavbou veľkokapacitného zdroja pitnej vody – Vodárenskej nádrže Starina (VN Starina) na Ciroche s úpravňou vody v Stakčíne. Cieľom výstavby nádrže bolo zabezpečiť dostatočný zdroj vody na zásobovanie obyvateľov spádového územia, t. j. spotrebísk vo východnej časti východoslovenského regiónu, ktorá sa vyznačuje nedostatkom zdrojov podzemnej vody vhodných na hromadné zásobovanie pitnou vodou. Akútny nedostatok pitnej vody v Košickom skupinovom vodovode v osemdesiatych rokoch viedol k vybudovaniu privodu vody z VN Starina až do Košíc. Ani rozšírení kapacity úpravne vody Stakčín z 1 000 l.s⁻¹ na 1200 l.s⁻¹ však nebude pokrývať výhladové potreby vody vo východoslovenskej vodárenskej sústave k posudzovanému obdobiu 2025 – 2045. Pri vypočítanej potrebe vody v zmysle Vyhlášky MŽP SR č. 684/2006 Z.z. pre uvažovaných napojených obyvateľov, zabezpečenej z miestnych vodárenských zdrojov v množstve a distribúciou z ÚV Stakčín 1160 l.s⁻¹ vznikajú vo východoslovenskom regióne bilančné výhladové deficity vody až 733,7 l.s⁻¹ (2045). Nasledujúca tabuľka uvádza súhrnný bilančný prehľad deficitov v rámci VVS, detailná bilancia potrieb pitnej vody a vlastných vodárenských zdrojov podľa vodovodných systémov v záujmovej oblasti do roku 2045 je súčasťou štúdie „VN Tichý Potok, bilancia potrieb a zdrojov pitnej vody – aktualizácia“ (Hydrotrajekt s.r.o., Banská Bystrica, 2014).

Tabuľka 1 Súhrnný bilančný prehľad deficitov v rámci VVS

Vodovod / oblasť	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Maximálna potreba vody v l.s⁻¹							
Vodárenské systémy východného Slovenska	3 281,8	3 341,4	3 412,5	3 480,1	3 550,5	3 619,3	3 693,1
Disponibilná kapacita VZ v l.s⁻¹							
Vodárenské systémy východného Slovenska	1 965,2	1 848,9	1 848,9	1 799,4	1 799,4	1 799,4	1 799,4
Dotácia z VN Starina	1 160,0	1 160,0	1 160,0	1 160,0	1 160,0	1 160,0	1 160,0
Celková kapacita	3 125,2	3 008,9	3 008,9	2 959,4	2 959,4	2 959,4	2 959,4
Súhrnná bilancia	-156,6	-332,5	-403,6	-520,7	-591,1	-659,9	-733,7

7.2 Pripravenosť na klimatické zmeny

Ohľadom predpokladaných budúcich klimatických zmien treba rozoznávať dva možné vplyvy na funkciu vodného diela. Tým prvým je očakávaný pokles priemerných prietokov Tichého potoka, ako je konštatované v úvode tejto kapitoly 7. To spôsobí zníženie zaručených odberov a tým aj zhoršenie efektivity vodného diela, čo je podrobnejšie popísané v nasledujúcej kapitole 7.3. No nijakým spôsobom pri tom nedôjde ku zhoršeniu bezpečnosti vodného diela ako celku ani jeho jednotlivých objektov.

Ako druhý dôsledok klimatických zmien sa očakáva častejší výskyt rôznych extrémnych javov počasi a ich väčšia absolútna veľkosť (vietor, búrky, krupobitie, povodne). Práve posledný z uvedených extrémnych prejavov meniacej sa klímy je dôležitý pre bezpečnosť každého vodného diela. Navrhnuté objekty musia bezpečne previesť aj extrémne povodňové vlny, a to bez ohrozenia vlastného vodného diela, ako aj územia po ním, ktoré leží v dosahu vzdutej hladiny vo vodnom toku, ktorá by sa nastavila pri prípadnej havárii.

Ako návrhový prietok na prehrádzkach je použitá kulminácia povodňovej vlny PV₁₀₀, ktorou je hodnota Q₁₀₀ (rôzna podľa veľkosti toho ktorého mikropovodia). Pre zabezpečenie odolnosti vodného diela voči predpokladaným klimatickým zmenám je vhodné zaistiť aj zvýšenú kapacitu pre zvládnutie povodňovej vlny PV₂₀₀, lebo PV₅₀₀. Konštrukcia prehrádzok to umožňuje bez väčších problémov, ako je konštatované v kap. 1.5.

7.3 Ovplyvnenie zásobnej funkcie

V súčasnej dobe prevláda v odborných kruhoch názor, že klíma akéhokoľvek miesta na zemeguli nie je konštantná (čo sa v minulosti najmä v hydrológii bežne uvažovalo), ale podlieha periodickým zmenám. V určitých obdobiach sa otepľuje, potom zasa ochladzuje, množstvo zrážok sa zvyšuje, alebo znižuje, panujú väčšie lebo menšie extrémny apod. Teraz panuje viacmenej zhoda na tom, že klíma sa v našich krajinách otepľuje a aj v blízkej budúcnosti (cca 100 rokov) sa bude naďalej otepľovať. Na túto tému boli vypracované viaceré klimatické scenáre, ktoré simulujú predpokladaný vývoj rôznych klimatických charakteristík, väčšinou k časovému horizontu roku 2100. Z týchto mnohých uvádzame napríklad scenáre :

- ALA_ARP - Model založený na použití simulačného prostredia ALADIN v ČHMÚ (ČR), reprezentuje predpokladané závažné dopady (pesimistický scenár).
- CLM_Q0 - Model vyvinutý vo Federálnom švajčiarskom technologickom inštitúte (ETHZ), reprezentuje stredne závažné dopady
- REMO_EH5 - Model britského Hadley Centre, projektuje z hľadiska odtokov skôr len mierne negatívne, lebo aj pozitívne zmeny (optimistický scenár).

Vo viacerých aplikáciách sa preukázalo, že najvhodnejší pre modelovanie budúceho vývoja klímy sa javí stredný scenár CLM_Q0, v ktorom je obsiahnutý rovnomerný vývoj všetkých sledovaných veličín smerom do budúcnosti, a preto dáva aj najlepšie podmienky pre rôzne štatistické vyhodnotenia.

Tento scenár predpokladá do roku 2100 postupné znižovanie dlhodobých priemerných prietokov na vodných tokoch v rozmedzí 10 až 20 % (rôzne podľa rôznych lokalít). Jeho aplikáciou na vodohospodársku funkciu povodia dostaneme predpoklad zníženia stanovených odberov zo systému prehrádzok takisto asi o 10 až 20 %. Kompenzáciu takého zníženia úžitkov ide dosiahnuť dvoma základnými cestami :

- zväčšením nádrží (prehrádzok)
- zvýšením prítokov do povodia.

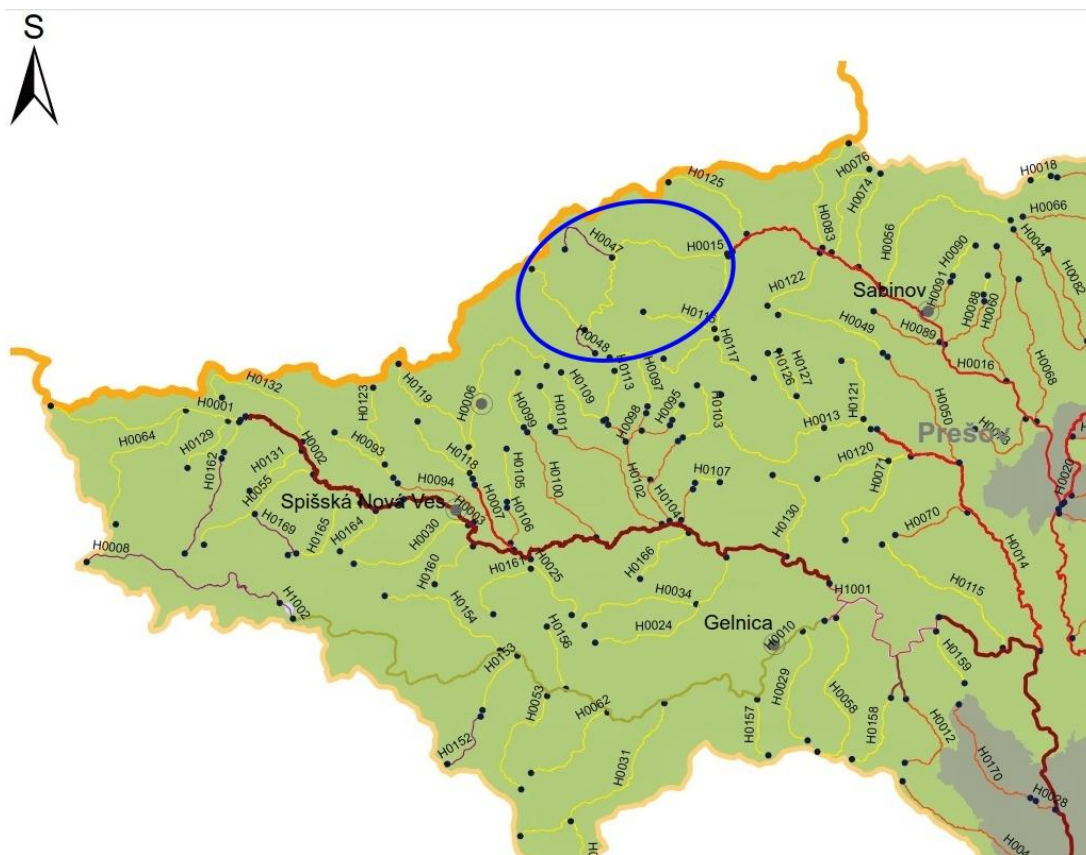
Ako bolo vysvetlené v kap. 1, prehrádzky boli navrhnuté v maximálnej veľkosti, ktorá ešte umožňuje zjednodušený návrh ich funkčného zariadenia, a preto ich zväčšenie nie je možné.

Druhý možný spôsob by bol cestou posilnenia prietokov Torysy prevedením časti prietokov z niektorého susedného povodia. Plocha povodia k profilu prevodu by mala zhruba korešpondovať s mierou očakávaného zníženia vodnosti tokov, tzn. pri poklese vodnosti o 20 % by mala predstavovať asi 20 % zo súčasnej plochy povodia k profilu, to je cca 25 km². To zodpovedá približne veľkosti povodia Torysy v profile Torysky. Najskôr by išlo o horný tok niektorého z prítokov Popradu, napríklad Jakubianky. Problém ale spočíva v tom, že tieto zvýšené prietoky by bolo treba rovnomerne distribuovať na jednotlivé prehrádzky, aby sa nimi naplnili príslušné zásobné objemy. Je jasné, že tento predpoklad nemožno jednoducho zariadiť a preto sa takto nedá postupovať. Tým sa odhalila významná nevýhoda návrhu prehrádzok, ktorá na prvý pohľad nebola zrejmá. Je teda jasné, že s postupne klesajúcou vodnosťou Torysy, ktorú predpokladajú rôzne scenáre vývoja klímy, sa budú súbežne znižovať aj odbery surovej vody pre zásobovanie pitnou vodou.

8 VYHODNOTENIE ALTERNATÍVY Z HĽADISKA RSV

Predmetná lokalita sústavy prehrádzok na vodných tokoch je situovaná v rámci povodia Hornej Torysy v čiastkovom povodí Hornádu. V tomto štádiu nie je známa ich presná lokalizácia na tokoch. V zmysle článku 4.7 rámcovej smernice o vode však s určitou ide o posúdenie vplyvu uvedenej činnosti na vodné útvary povrchových vôd **SKH0015** Torysa, **SKH0016** Torysa, **SKH0047** Škapová (ľavostranný prítok Torysy) a **SKH0048** Rovinný potok (pravostranný prítok Torysy) a útvary podzemnej vody v predkvartérnych horninách **SK 2004900F** Puklinové podzemné vody Podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Hornádu.

Výstavbou sústavy prehrádzok budú dotknuté aj drobné vodné toky – prítoky Torysy s plochou povodia pod 10 km², ktoré neboli vymedzené ako samostatné vodné útvary a neboli preto ani samostatne hodnotené.



Obrázok 10 Situovanie zámeru vo vzťahu k vodným útvarom povrchových vôd v čiastkovom povodí Hornádu

Napriek tomu, že nie je známa presná lokalizácia prehrádzok na tokoch, je uvažované s umiestnením jednej prehrádzky na malých povodiach o veľkosti asi 100 ha a maximálne päť kusov prehrádzok nad sebou na väčších povodiach, v maximálnom celkovom počte 80 ks prehrádzok.

Súčasný stav dotknutého územia je popísaný v textovej časti alternatívneho riešenia A.1 (viď A.1.1 – Textová časť, kap. 8). Po realizácii navrhovanej činnosti budú vplyvy na vodné útvary väčšinou ako v

alternatíve A.1, pričom v dôsledku výstavby a prevádzkovaní prehrádzok na 80 lokalitách sa očakáva, že:

- plošný rozsah zmien hydromorfologických pomerov v povodí Hornej Torysy bude oveľa väčšieho rozsahu nakoľko zahŕňa všetky drobné vodné toky – prítoky Torysy v celom povodí nad obcou Brezovica
- priechodnosť rieky a morfológické podmienky vodného útvaru SKH0015 Torysa nebudú dotknuté, no akumulácia vody v priestore nad prehrádzkami a súvisiace zmeny odtokových pomerov všetkých prítokov Torysy významne ovplyvní prirodzený hydrologický režim rieky Torysy a v dôsledku toho taktiež ekologický stav
- akumulácia vody v sústave malých vodných nádrží bude vytvárať väčší tlak na zhoršenie fyzikálno-chemických prvkov kvality (zvyšovanie teploty, organických látok a živín, znižovanie obsahu kyslíka)
- zmeny prietokových pomerov a fyzikálno-chemických podmienok SKH0015 Torysa budú mať rovnako ako v alternatíve A.1 za následok reštrukturalizáciu spoločenstiev bentických bezstavovcov a ich zatriedenie do triedy 3 – priemerný stav, ktoré bude určujúce pre hodnotenie ekologického stavu vodného útvaru na priemerný.

Na základe vyššie uvedeného možno konštatovať, že zámer popísaný ako alternatíva A.3 bude v prípade aktuálnosti predmetom posúdenia v zmysle čl. 4.7 RSV.