

POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍCH KONCEPCÍ HYDRICKÝCH REKULTIVACÍ

PROJEKT VITA-MIN

18.06.2019, Most



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj zeměděle, řádky našlapané.
Interreg V.A. / 2014–2020





PROJEKT VITA-MIN

Ústecký kraj:

- Navázal na předchozí projekt VODAMIN
- Řeší 2 témata:
 - Vodní útvary na hnědouhelných výsypkách
 - Jezera ve zbytkových jámách povrchových dolů

JEZERA VE ZBYTKOVÝCH JÁMÁCH POVRCHOVÝCH DOLŮ

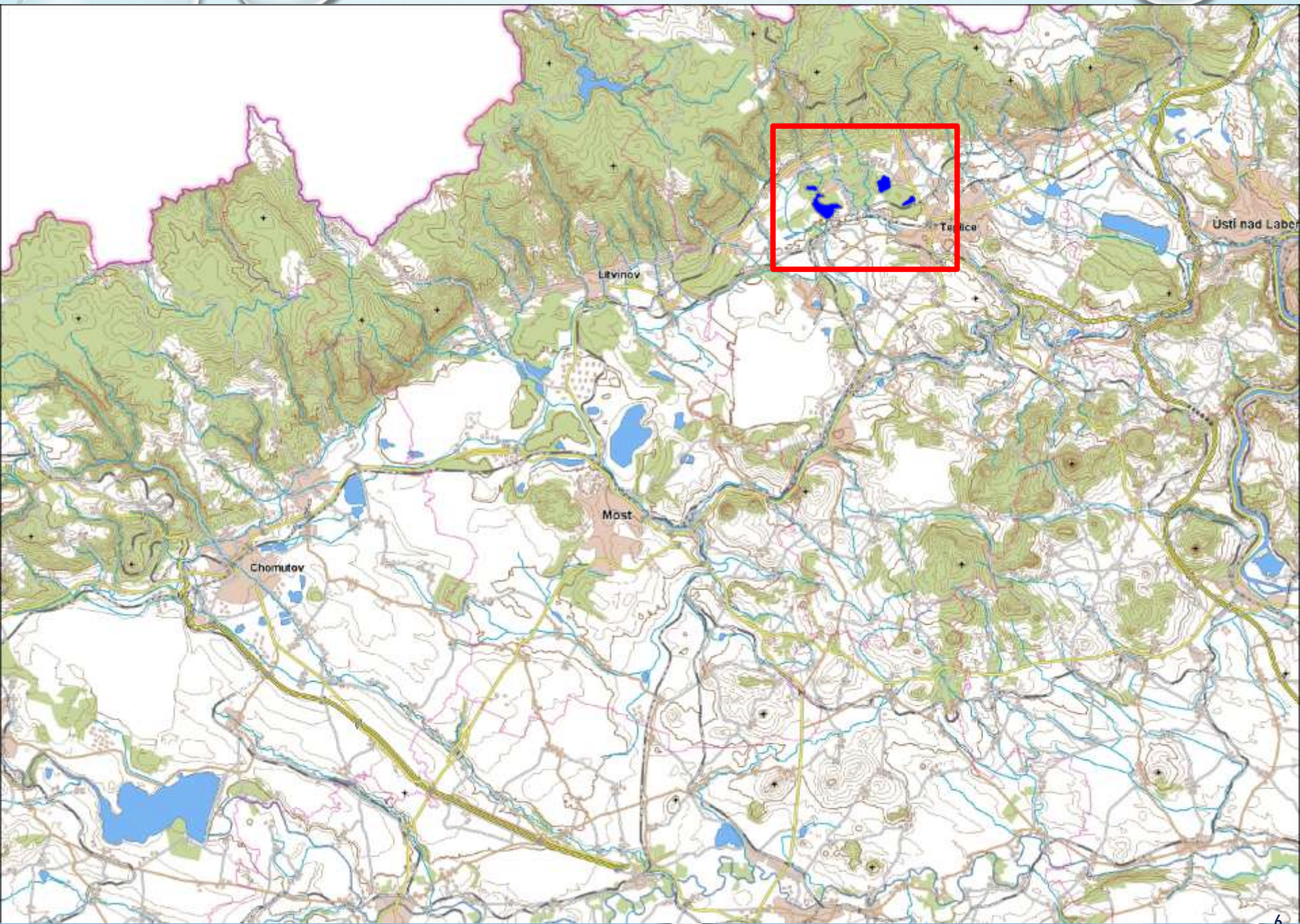
- Hydrochemický monitoring vod pro posouzení kvality zdrojů pro napouštění zbytkových jam a posouzení potenciálních zdrojů kontaminace
 - ✓ 03/2017 – 3 /2018, BIOANALYTIKA CZ
- Kompendium stávajících poznatků k hydrologické a hydrochemické problematice zatápění zbytkových jam po těžbě uhlí v SHP
 - ✓ 10/2017 – 5 /2018, SWECO HYDROPROJEKT
- Zhodnocení dlouhodobého vývoje kvality vod ve zbytkových jezerech SHP
 - ✓ 06/2018 – 04 /2019, R-PRINCIP MOST + ENKI
- **Posouzení stávajících koncepcí hydrických rekultivací v SHP**
 - ✓ 02/2019 – 05 /2019, R-PRINCIP MOST + ČZU FŽP KVHEM

POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍCH KONCEPCÍ HYDRICKÝCH REKULTIVACÍ V SHP

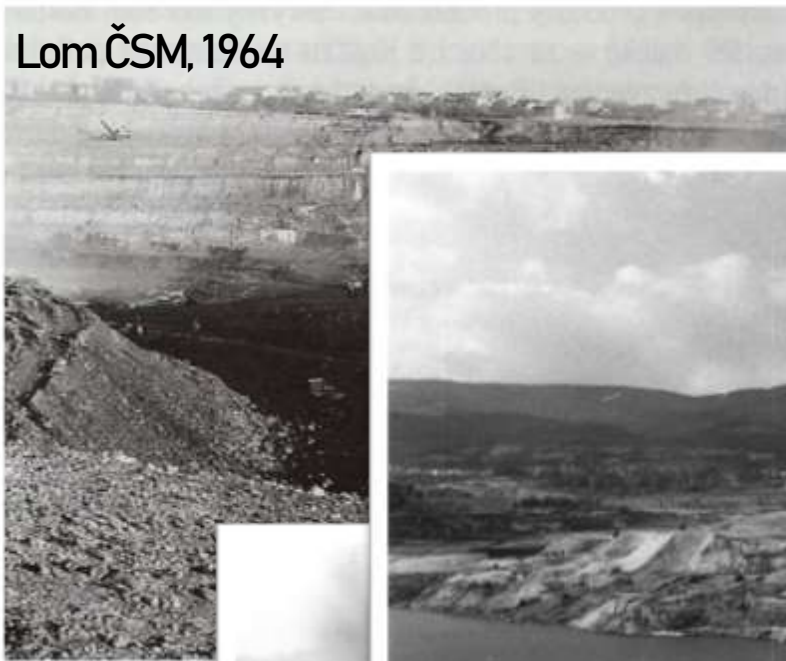
- Týká se plánovaných hydrických rekultivací zbytkových jam současně aktivních povrchových dolů ČSA, Vršany, Libouš a Bílina
- Posouzení vychází ze:
 - zjištěných hydrochemických a hydrologických charakteristik dotčených povodí a vodních toků,
 - získaných praktických poznatků a zkušeností ze zatápění zbytkových jam bývalých povrchových dolů **Most-Ležáky** a Chabařovice,
 - a za použití vhodného matematického modelu hydrologické bilance.



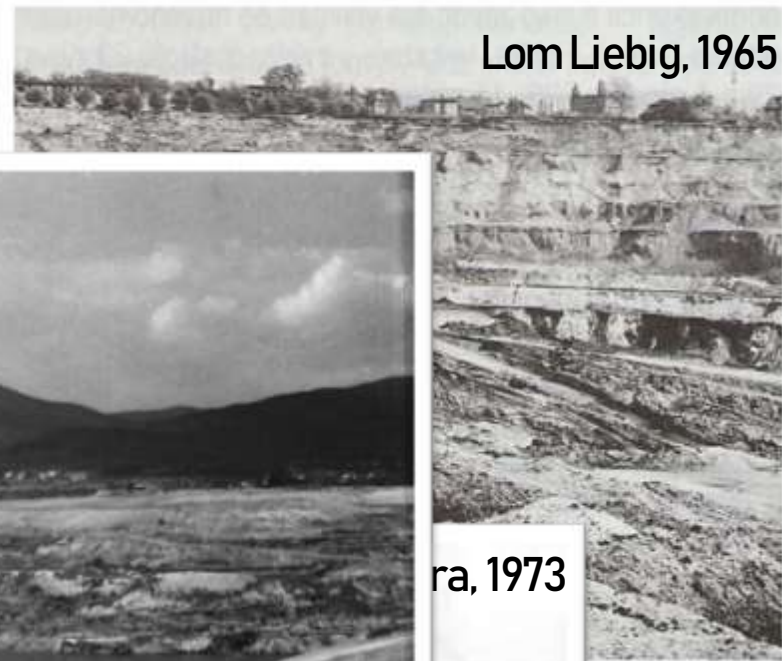
HYDRICKÉ REKULTIVACE POVRCHOVÝCH DOLŮ



Lom ČSM, 1964



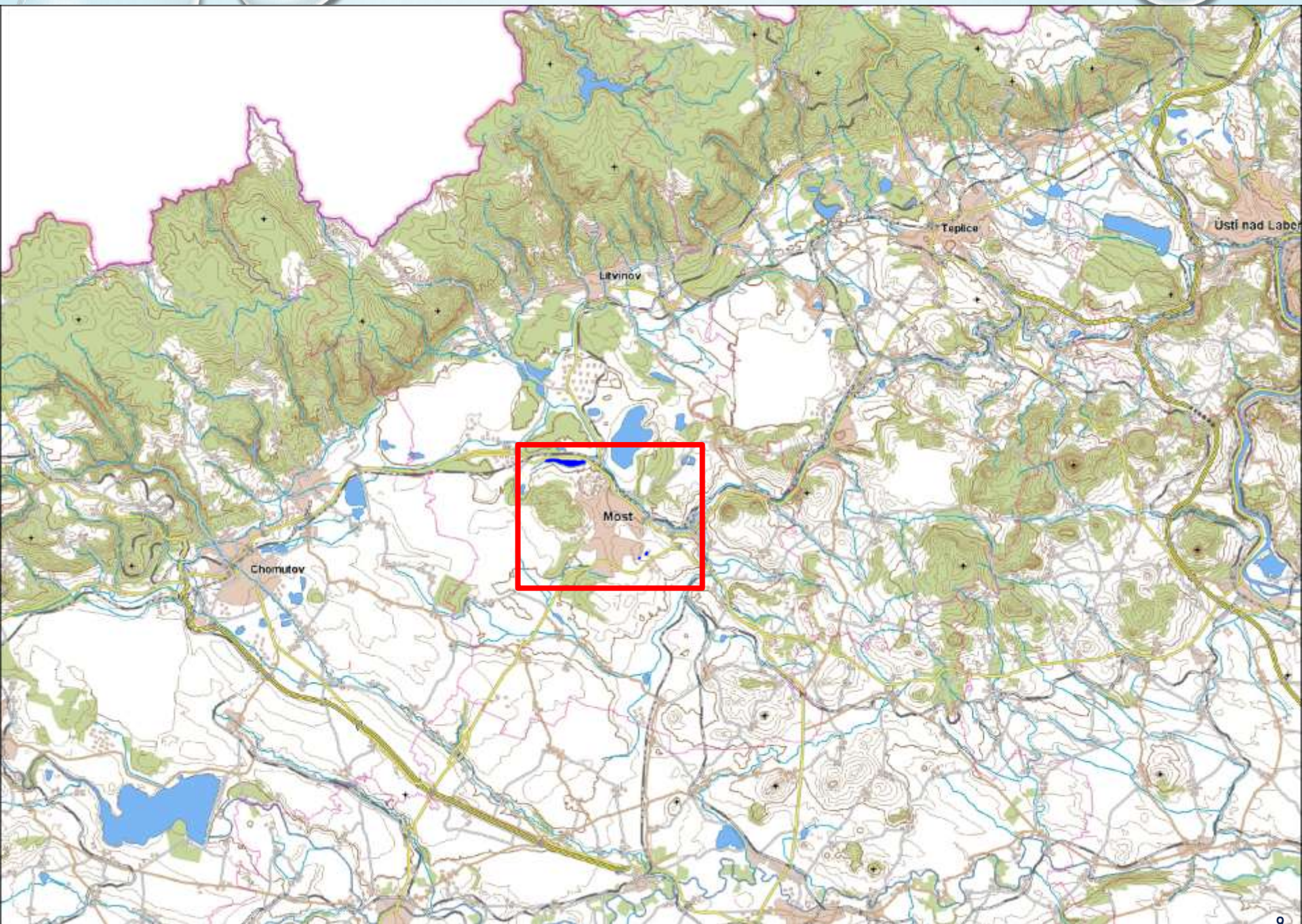
Lom Liebig, 1965



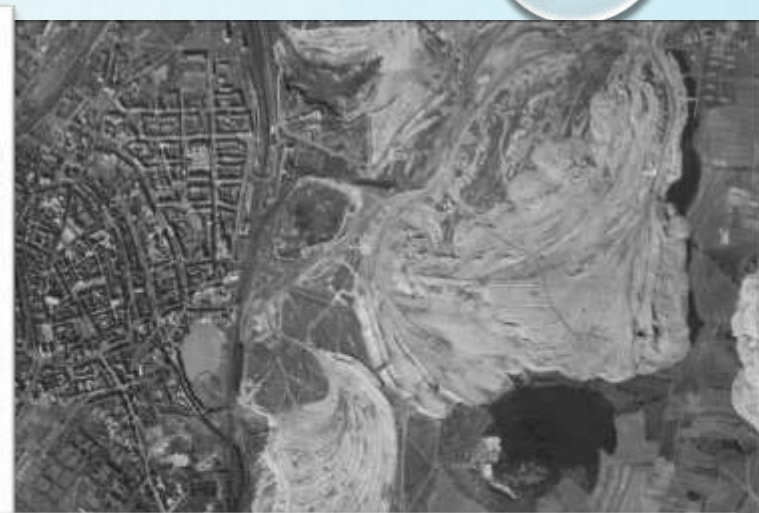
ra, 1973



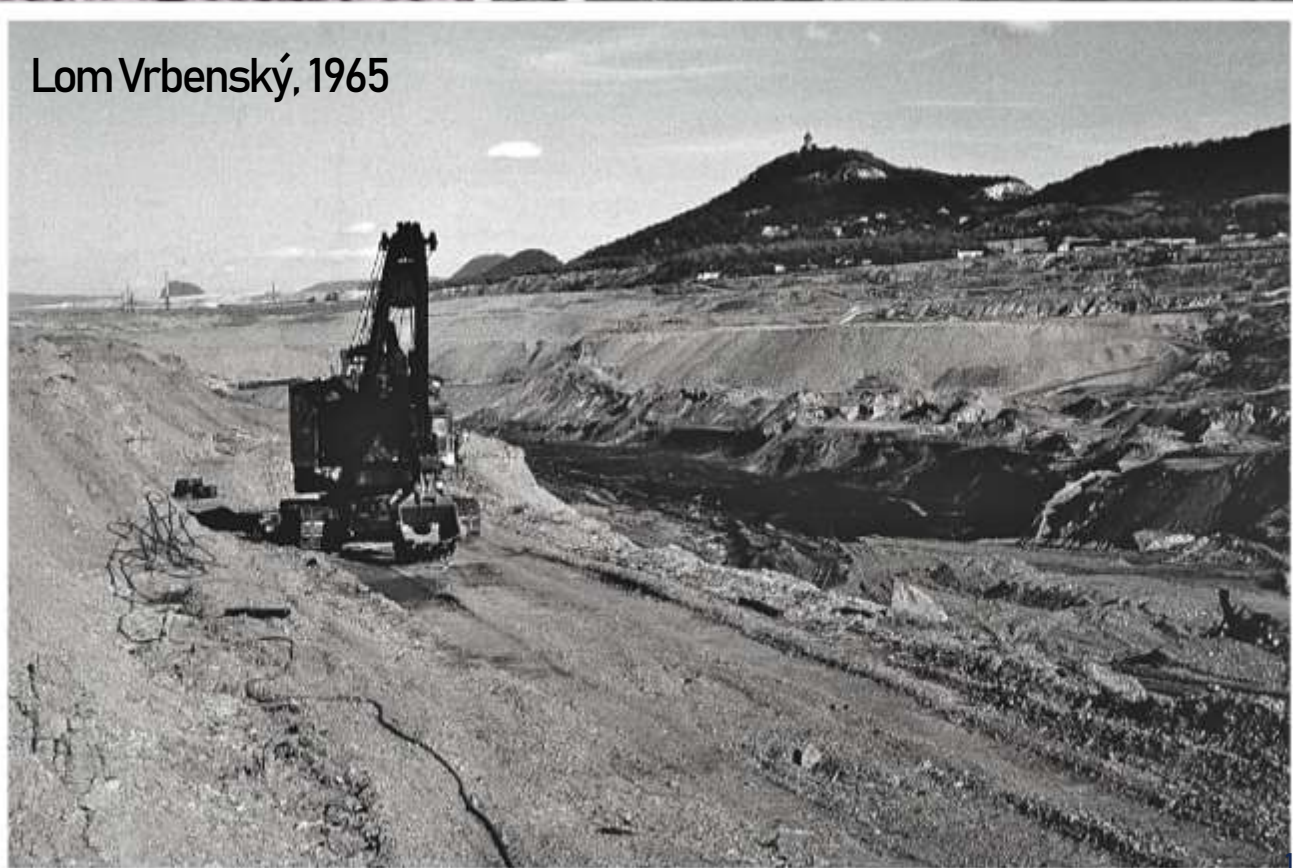




Lom Benedikt, 1975

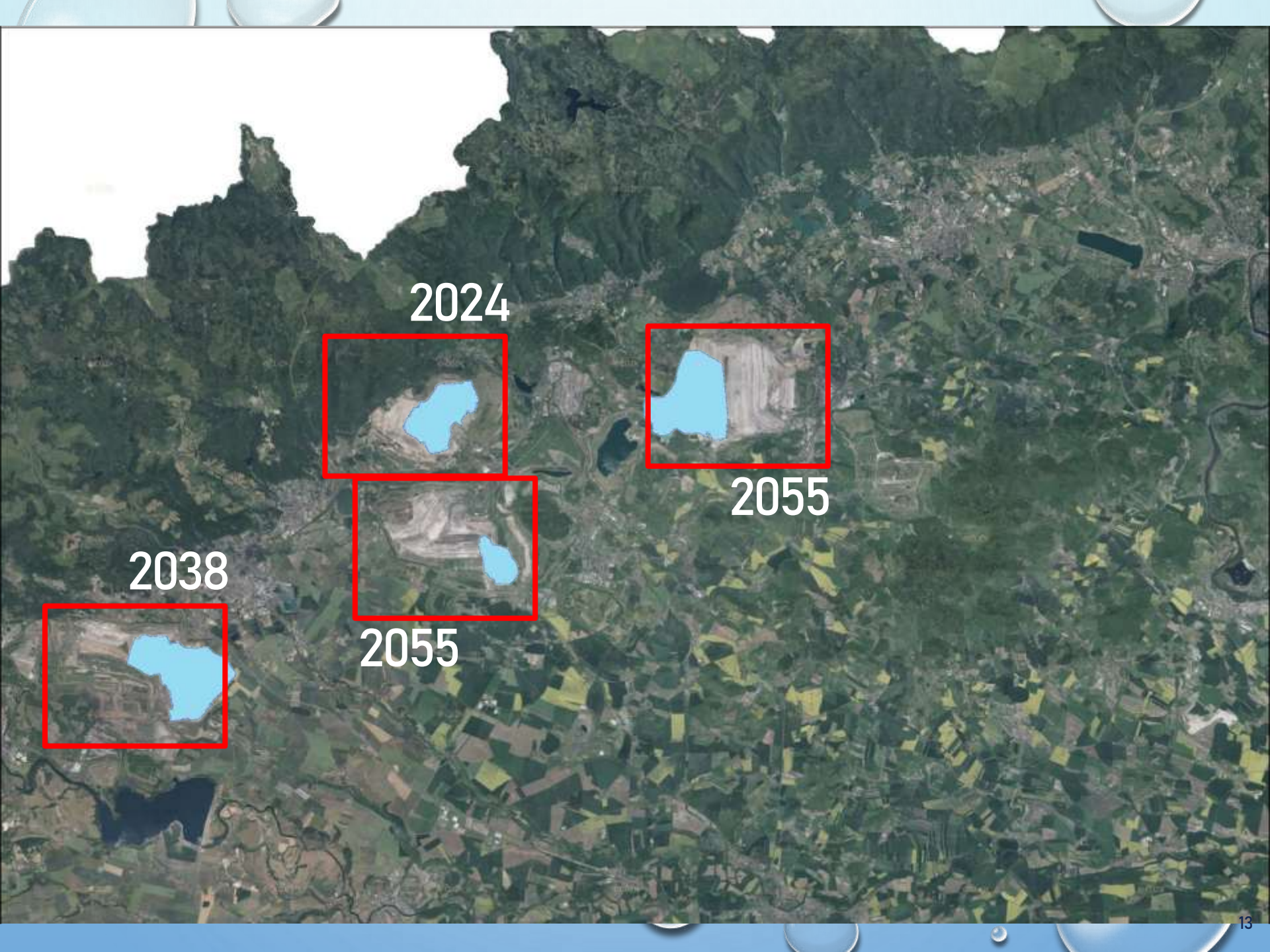


Lom Vrbenský, 1965









2024

2055

2038

2055



JEZERO MOST

NAPOUŠTĚNÍ JEZERA MOST

- ZATÁPĚNÍ ZAHÁJENO
24. ŘÍJNA 2008
- JEDINÝM ZDROJEM VODY ŘEKY
OHŘE ČERPANÁ PŘES ČS
STRANNÁ A PVN
- ZATÁPĚNÍ FINANCOVÁNO MF ČR
(15 MILIARD)
- PODLE PŮVODNÍ BILANCE KE
DNI 25. 6. 2012 CELKEM
ODEBRÁNO 69 809 300 M³ VODY
- PLÁNOVANÉ PROVOZNÍ KÓTY
199 M N. M. DOSAŽENO NEBYLO
- NUTNOST PŘEPRACOVAT
HYDROLOGICKOU BILANCI



NAPOUŠTĚNÍ JEZERA MOST

- PODLE AKTUALIZOVANÉ BILANCE UZAVŘENA NOVÁ SMLOUVA S MF ČR
 - OD 13. 5. 2014 DO 10. 9. 2014
NAPUŠTĚNO DALŠÍCH 5 MIL. M³
VODY → 199 MN. M.
 - OD TÉ DOBY VODNÍ DÍLO V
OVĚŘOVACÍM PROVOZU
 - OD NAPUŠTĚNÍ ALE TRVALÁ
ZTRÁTA VODY
- **NUTNO DOPOUŠTĚT KAŽDÝ ROK
VODU**



NAPOUŠTĚNÍ JEZERA MOST

období	odběr z PVN [m³]	poznámka
rok 2008	3 458 713	
rok 2009	22 353 709	
rok 2010	22 150 055	
rok 2011	18 108 037	
rok 2012	3 738 786	
celkem 2008–2012	69 809 300	ukončení napouštění dle původní bilance
rok 2013	330 000	dopuštění pro přechodné období
rok 2014	5 000 000	napouštění dle upřesněné bilance
celkem 2008–2014	75 139 300	
rok 2015	1 205 181	doplňování ročních ztrát
rok 2016	705 297	doplňování ročních ztrát
rok 2017	1 098 917	doplňování ročních ztrát
rok 2018	1 674 332	doplňování ročních ztrát

MOŽNÉ PŘÍČINY ZTRÁT VODY Z JEZERA

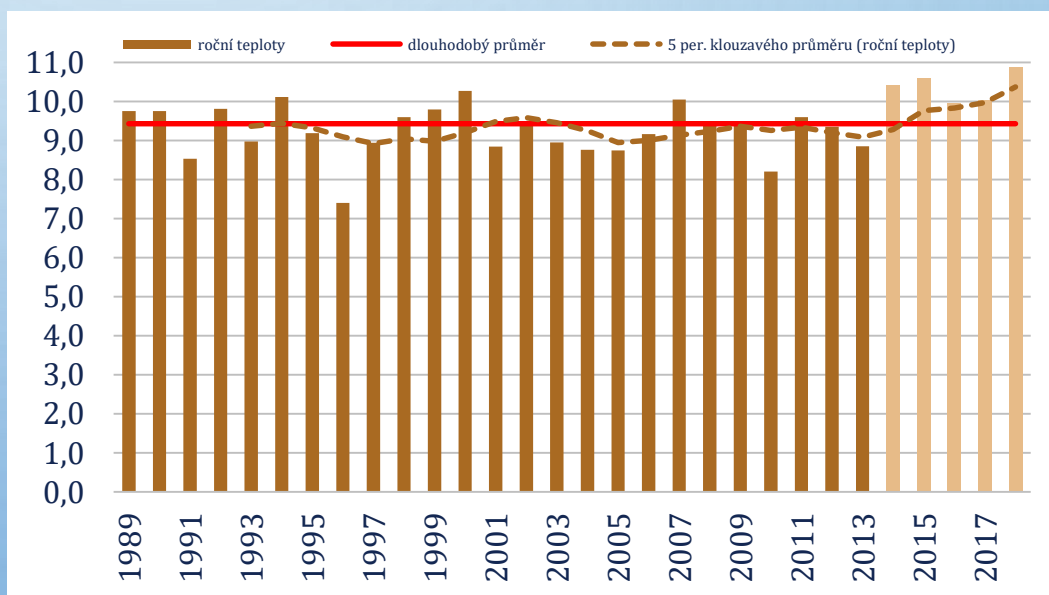
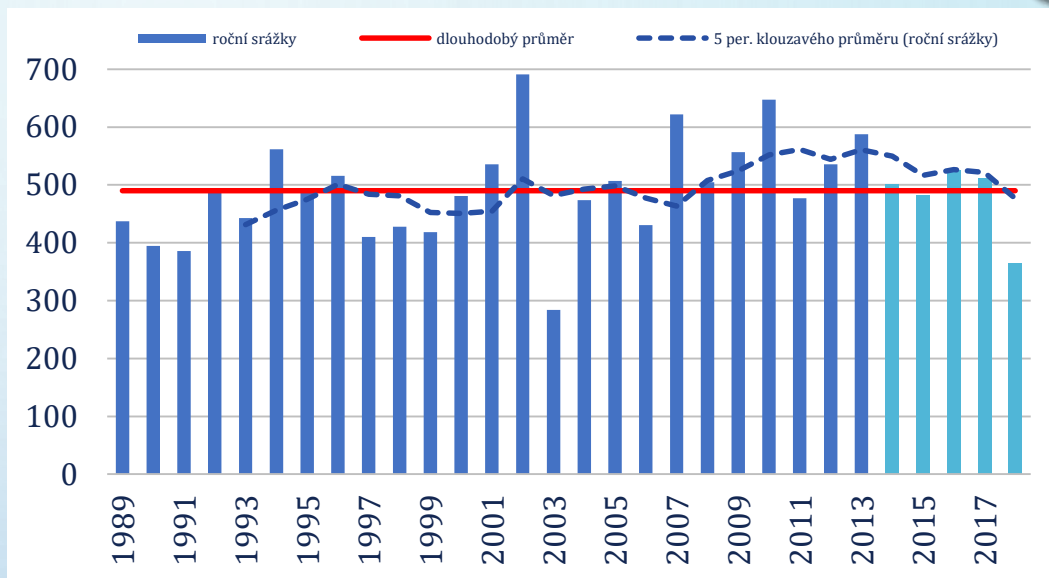
- **Zasakování vody do nesaturovaných břehových partií jezera**
 - Zejména v průběhu zatápění
 - Od roku 2016 hladina na úrovni 199,0 m n. m. $\pm$ 5 cm
- **Výpar vody z volné hladiny**
 - Výpočet z měřených meteorologických dat
 - Proveden zpětně od roku 2014
 - Roční hodnoty 450 až 570 mm (srážky průměrně 500 mm)
 - Od 07/2017 měření – plovoucí výparoměr
 - Rok 2018: 890 mm (cca 80 % hodnot)

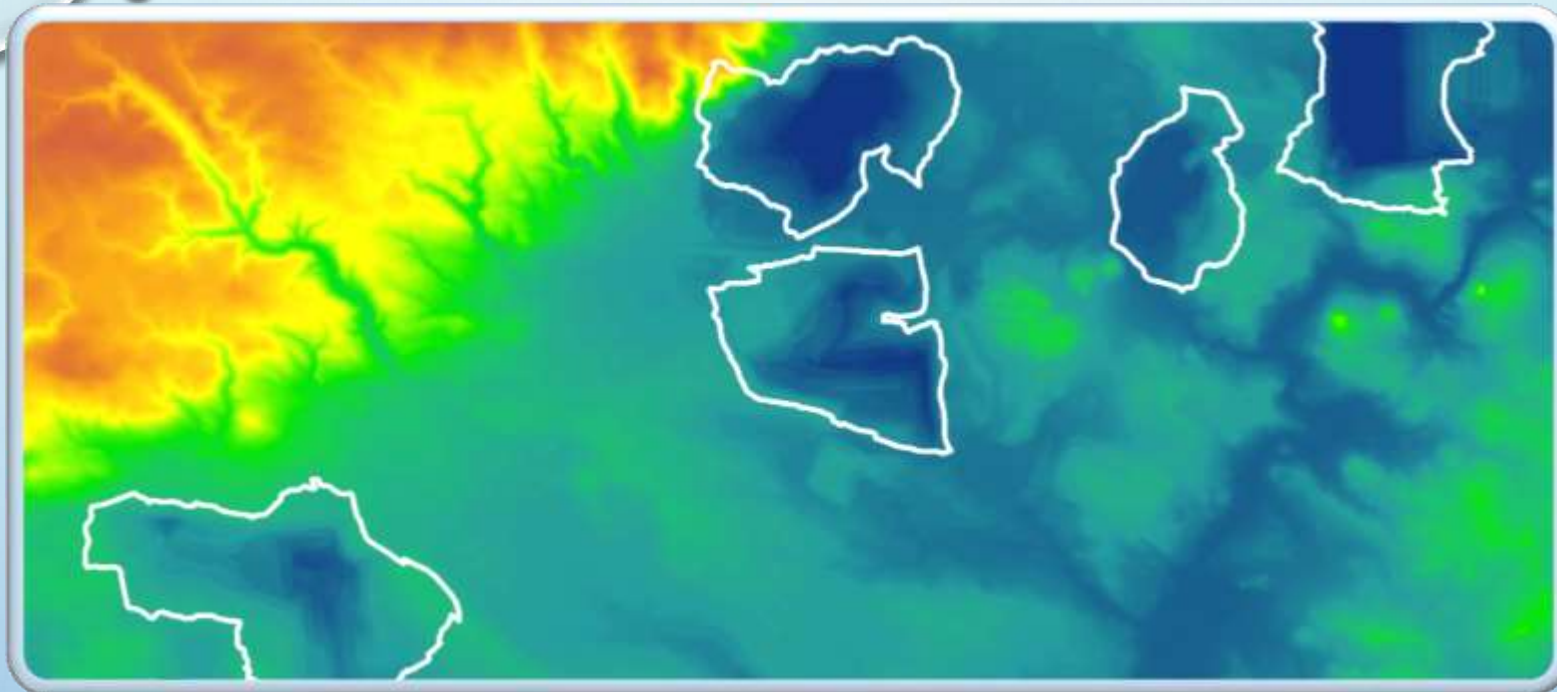


KLIMATICKÁ ZMĚNA?

SROVNÁME-LI OBDOBÍ PO NAPUŠTĚNÍ JEZERA (2014 – 2018) S PŘEDCHOZÍM OBDOBÍM (1989 – 2013):

- TEPLOTA 10,4 °C (+1,2 °C)
- SRÁŽKY SROVNATELNÉ
- TZN. PROHLUBUJE SE VÝPAR
- ČASTĚJŠÍ VÝSKYT BEZESRÁŽKOVÉ PERIODY >10 DNŮ
- ČASTĚJŠÍ VÝSKYT NADMĚRNÉ SRÁŽKY >10 MM
- POZOROVATELNÉ ZMĚNY NA LOKÁLNÍM POVODÍ
- POTŘEBA HYDROLOGICKÉHO MODELU S KLIMATICKÝMI SCÉNÁŘI

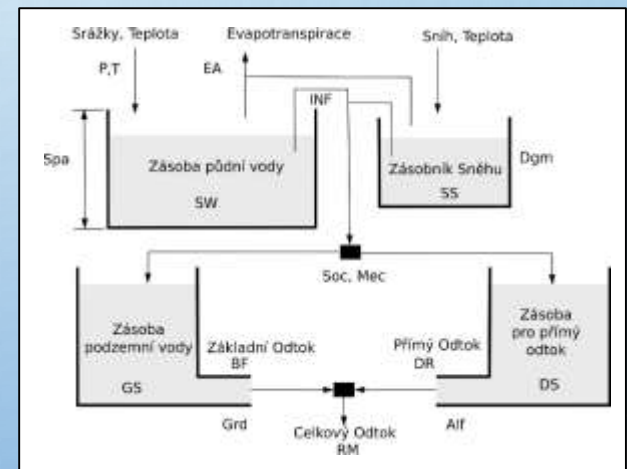
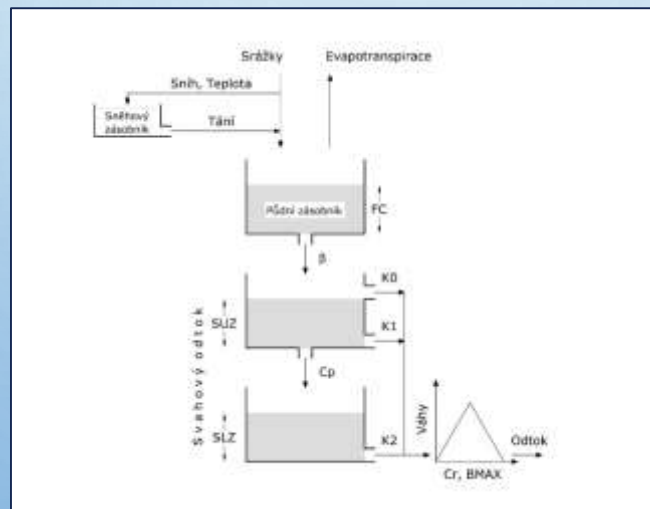
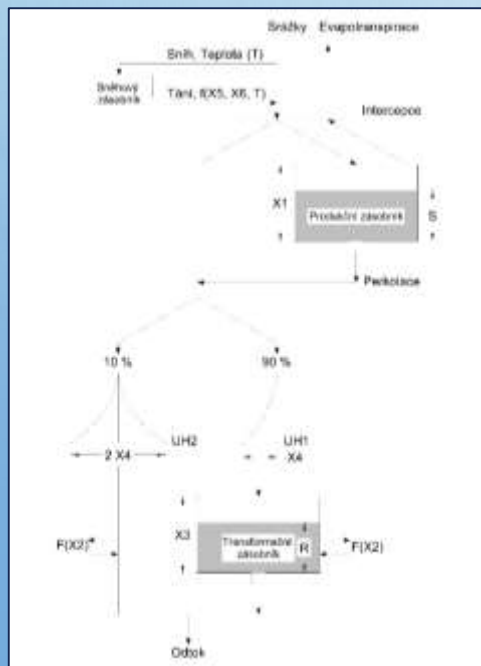




MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ HYDROLOGICKÉ BILANCE

MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ HYDROLOGICKÉ BILANCE

- Vybrány 3 standardně používané, konceptuální modely:
 - GR4J - *CemaNeige (modèle du Génie Rural à 4 paramètres Journalier)*
 - TUW (*Technische Universität Wien*)
 - BILAN



MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ HYDROLOGICKÉ BILANCE

- Vstupní data do modelů:
 - Časové řady srážek, teplot a potenciální evapotranspirace v denním kroku
 - Srážky a teploty zakoupeny od ČHMÚ (30leté řady, stanice Kopisty a Tušimice)
 - 30leté řady navíc *resamplovány* na 300leté řady (celkem 50 *samplů*)
 - Potenciální evapotranspirace spočítána z teplotních údajů
- Výstupem z modelu:
 - Časová řada simulovaného odtoku

VÝBĚR METOD PRO STANOVENÍ POTENCIÁLNÍ EVAPOTRANSPIRACE

- Jedním z důležitých vstupů pro použité hydrologické modely jsou časové řady potenciální evapotranspirace (PET)
- Využito několika metod, které uvažují pouze průměrnou denní teplotu:

- metoda dle Oudina,

$$PET = \begin{cases} \frac{0,408 \cdot R_w \cdot (T_d + 5)}{100} & \text{pro } T_d + 5 > 0 \\ 0 & \text{pro } T_d + 5 \leq 0 \end{cases}$$

- metoda dle Hammona (Hammon1)

$$PET = 25,4 \cdot 0,55 \cdot D^2 \cdot P_t$$

- upravená Hammonova metoda (Hammon2)

$$PET = D^2 \cdot e^{\frac{T_d}{16}}$$

- metoda dle Thornthweitea

$$PET = PET_u \cdot \left(\frac{d_m}{12} \right) \left(\frac{N}{30} \right)$$

- metoda dle Blaney-Criddleho

$$PET = k \cdot p \cdot (0,46 \cdot T_d + 8,00)$$

- 2 metody dle Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka (VÚM a VÚM2)

$$PET = \max(0,2157 \cdot T_d + 0,1133; 0)$$

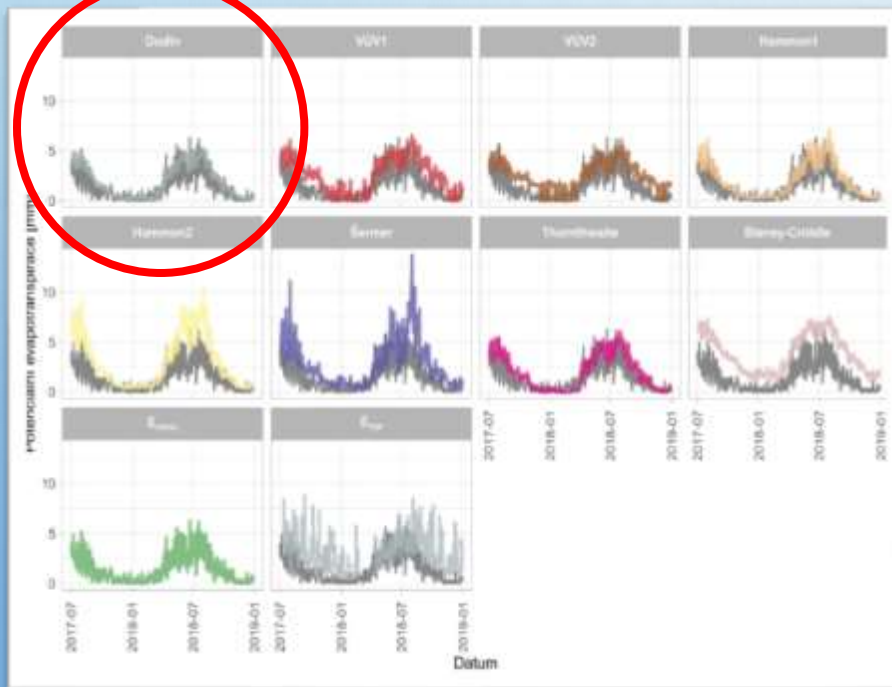
$$PET = \begin{cases} 1,2061 \cdot T_d^{1,0712} - 1,3906 \cdot T_d + 1,7986 & \text{pro } T_d > 0 \\ 0 & \text{pro } T_d \leq 0 \end{cases}$$

- metoda dle Šermera

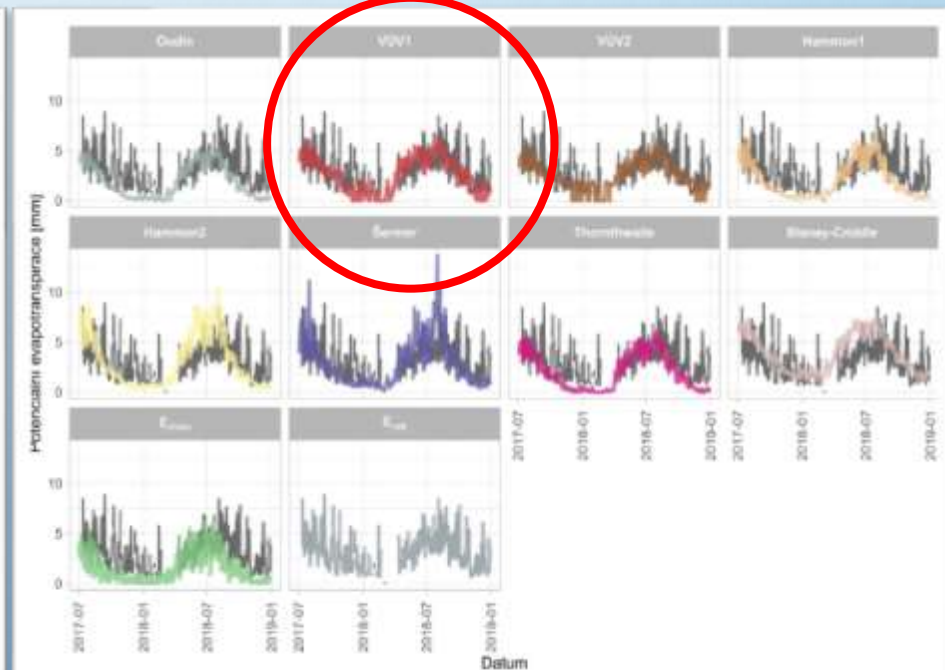
$$PET = 10^{0,0452 \cdot T_d - 0,204}$$

VÝBĚR METOD PRO STANOVENÍ POTENCIÁLNÍ EVAPOTRANSPIRACE

Pro výpar z povodí referenční data
vypočtené PET od ČHMÚ



Pro výpar z volné hladiny referenční
data z výparoměru



KALIBRACE A OVĚŘENÍ HYDROLOGICKÝCH MODELŮ

- 1. fáze kalibrace:
 - na přítoky do nádrže odvozené z měřené řady napouštění jezera Most
 - separace časové řady odtoku → kalibrace modelu na časové řady odtoku → bilance objemů v jezeře
- 2. fáze kalibrace
 - na hydrologické charakteristiky povodí poskytnuté ČHMÚ pro povodí jezera
 - kalibrace modelu na hydrologické charakteristiky → bilance objemů v jezeře
- Simulace v 1. kalibrační fázi odhalily ostatní ztráty (zřejmě nevýparové), pro 2. kalibrační fázi byly odhadnuty na průměrně 0,3 mm/den, která byla do modelů zakomponována.
- Muselo být upuštěno od použití modelu BILAN z důvodu vzniku fyzikálně nesprávné odezvy modelu v podobě kontinuálního růstu základního odtoku v simulované řadě odtoků
- **Modely GR4J a TUW, pokud jsou kalibrovány na hydrologické charakteristiky a při vhodně stanovené denní ztrátě, poskytují velmi podobné simulace změny objemu v jezeru Most.**

KLIMATICKÉ ZMĚNY

- Simulace bilance ovlivněné klimatickou změnou na základě:
 - 5 globálních modelů (CMIP5)
(Coupled Model Intercomparison Project - Phase 5; Taylor et al., 2012)
 - 6 regionálních modelů (CORDEX)
(Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment; Jacob et al., 2014)
- Modely ve 3 základních scénářích vývoje koncentrací skleníkových plynů:
Representation Concentration Pathways (RCP; Van Vuuren et al., 2011)
 - RCP2.6 (hodnota za zkratkou RCP = změna radičního působení oproti roku 1750 ve W/m^2)
 - RCP4.5
 - RCP8.5
- Celkově uvažováno 44 simulací klimatických modelů
- Uvažovány změny mezi obdobími 1970–2000 a 2020–2050 (blízká budoucnost) a 1970–2000 a 2070–2100 (vzdálená budoucnost)

ZMĚNY KLIMATICKÝCH VELIČIN

Změna teploty – blízká budoucnost

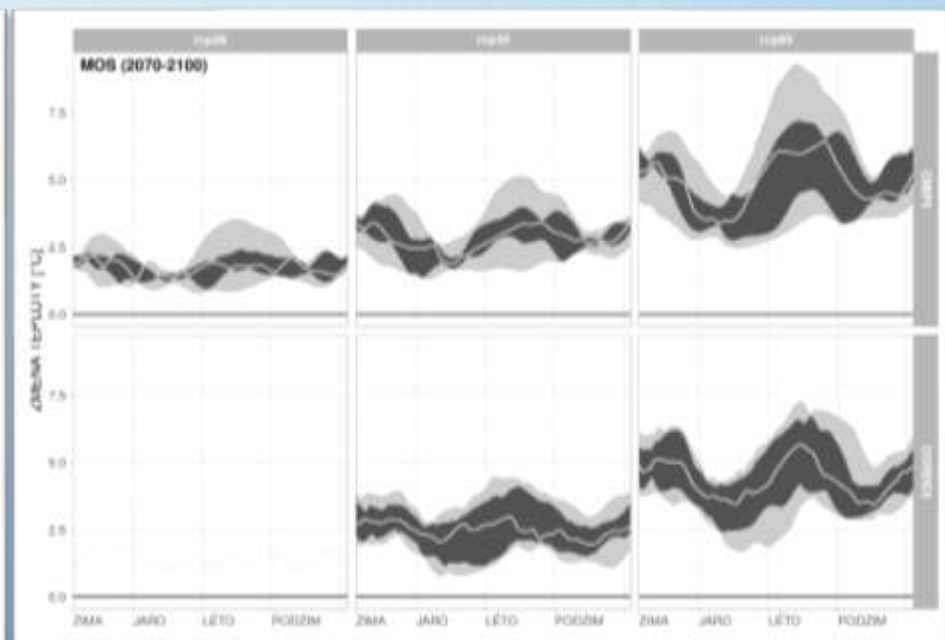
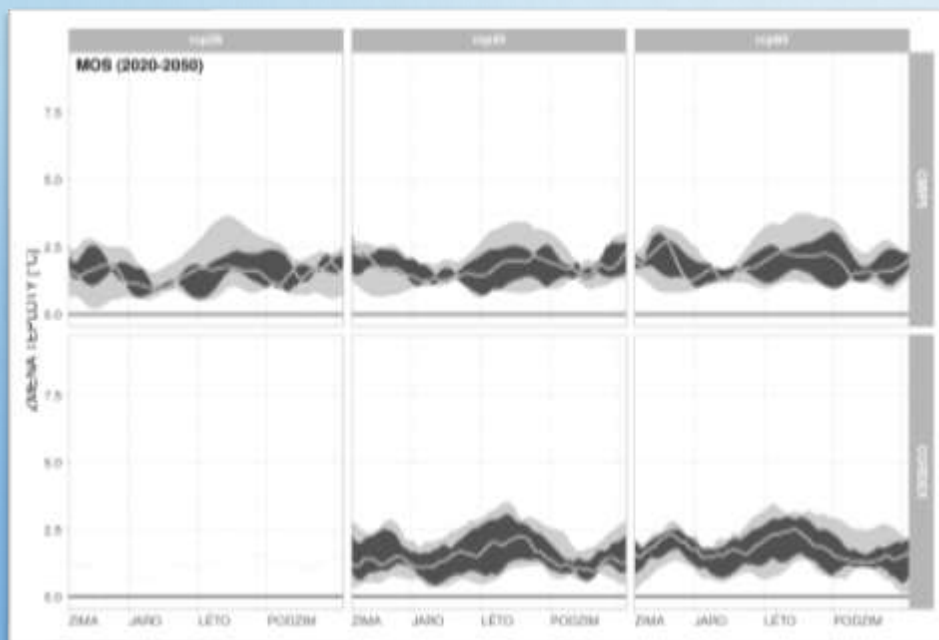
+1-2 °C

Změna teploty – vzdálená budoucnost

+1-2 °C

+2,5-4 °C

+3-7 °C



ZMĚNY KLIMATICKÝCH VELIČIN

Změna srážek – blízká budoucnost

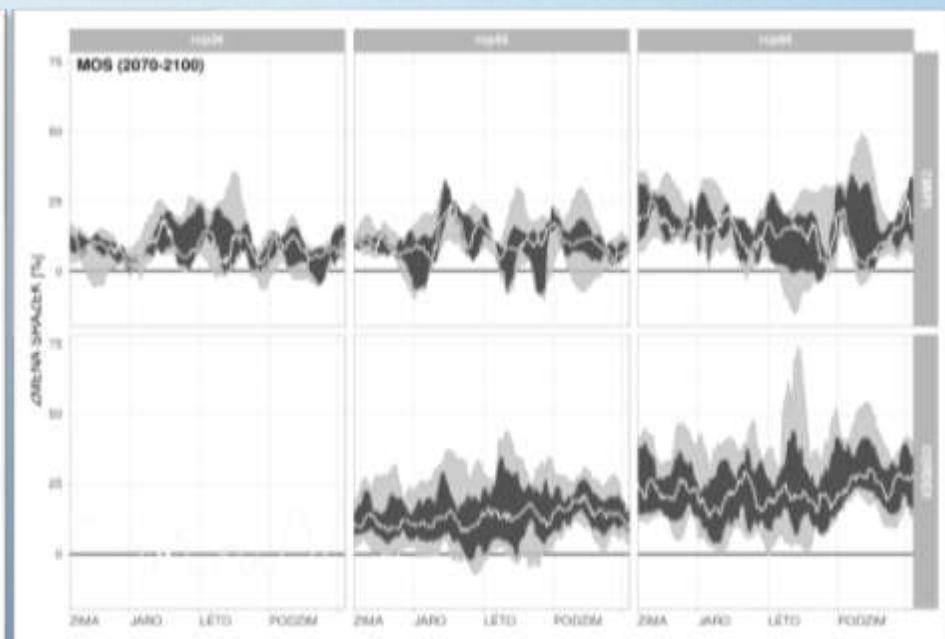
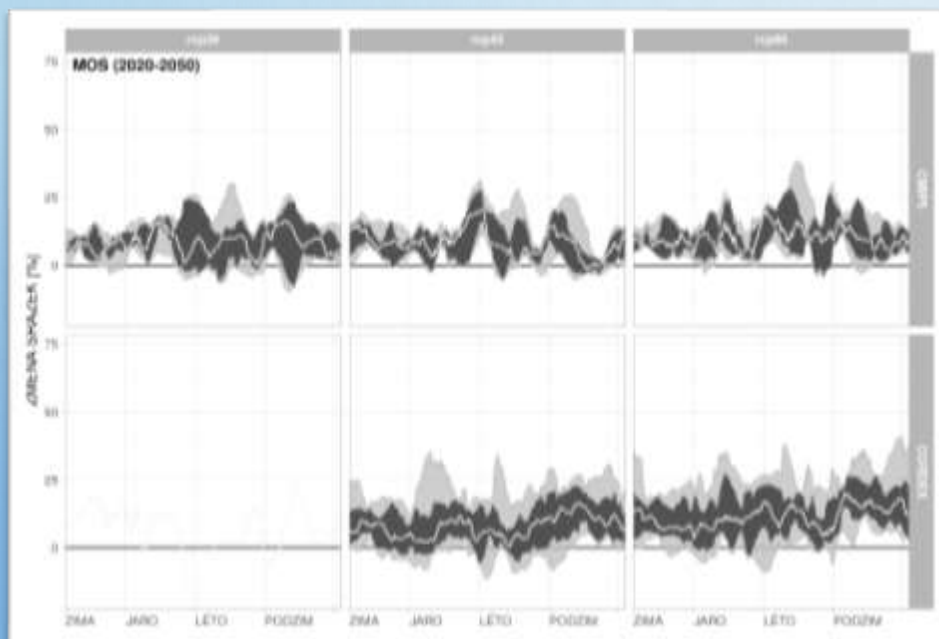
+10 %

Změna srážek – vzdálená budoucnost

+10 %

+10 %

+10-20 %



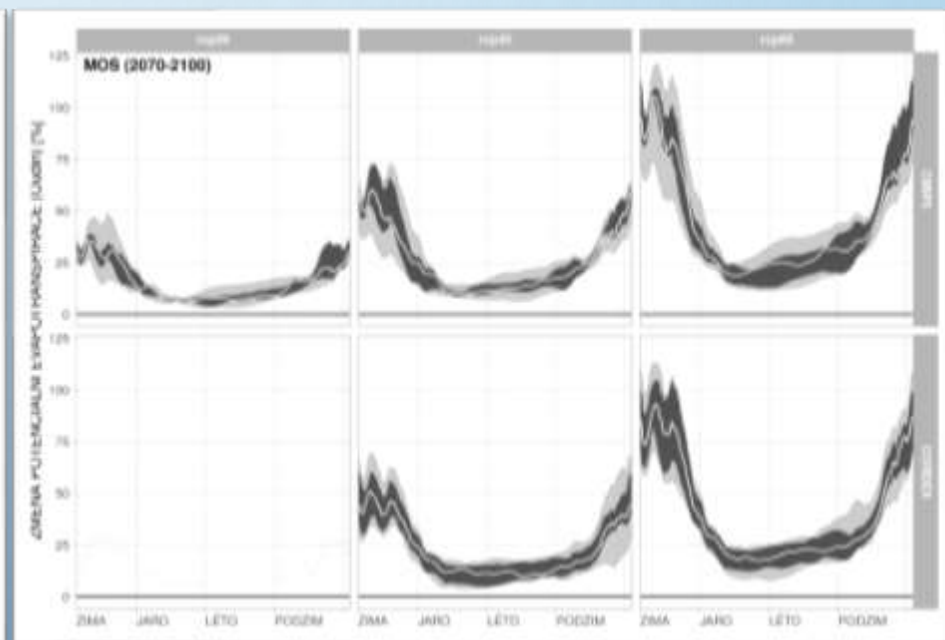
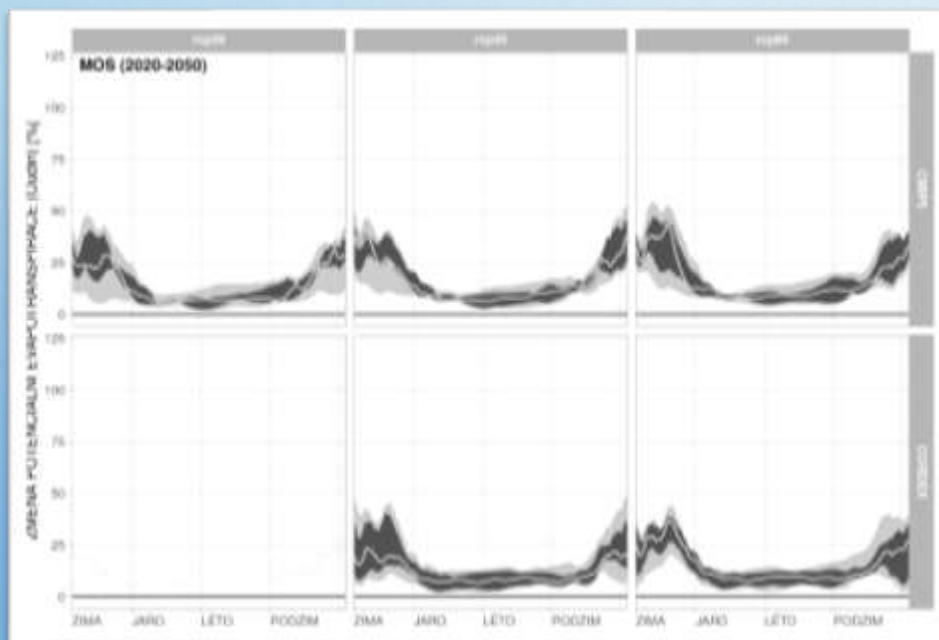
ZMĚNY KLIMATICKÝCH VELIČIN

Výpar z povodí – blízká budoucnost

+10-25 %

Výpar z povodí – vzdálená budoucnost

+20-100 %



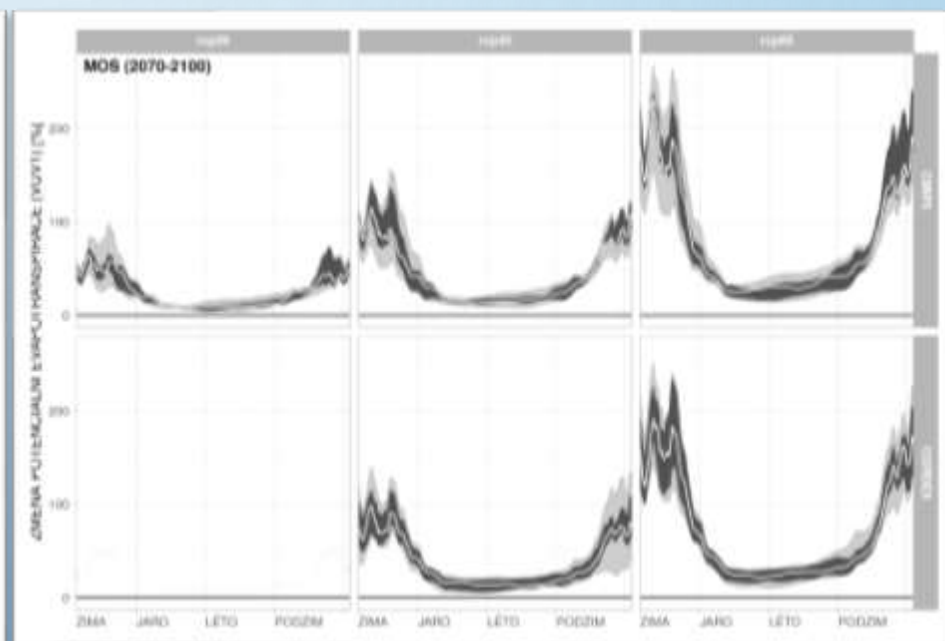
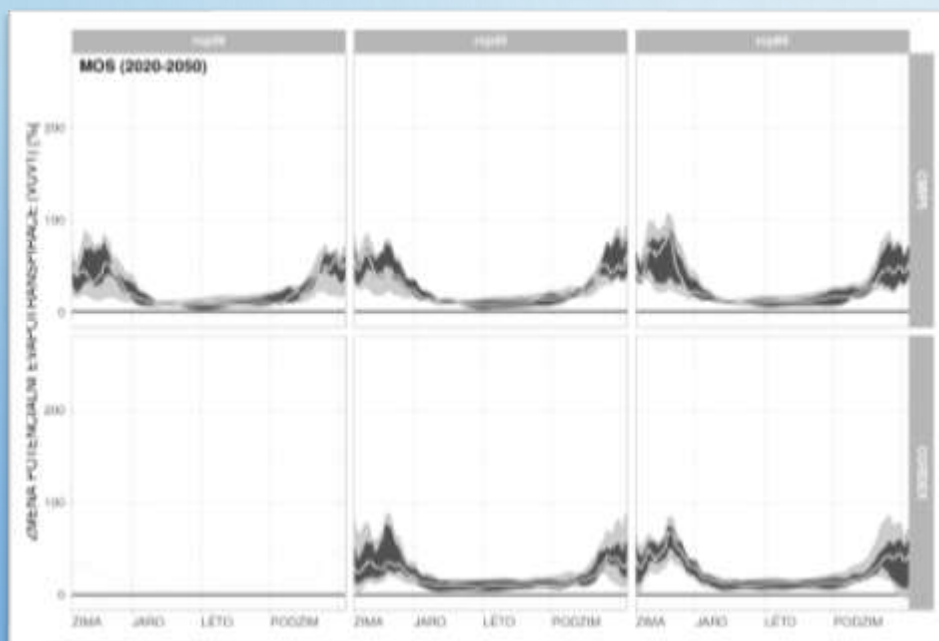
ZMĚNY KLIMATICKÝCH VELIČIN

Výpar z hladiny – blízká budoucnost

+10-50 %

Výpar z hladiny – vzdálená budoucnost

+20-200 %

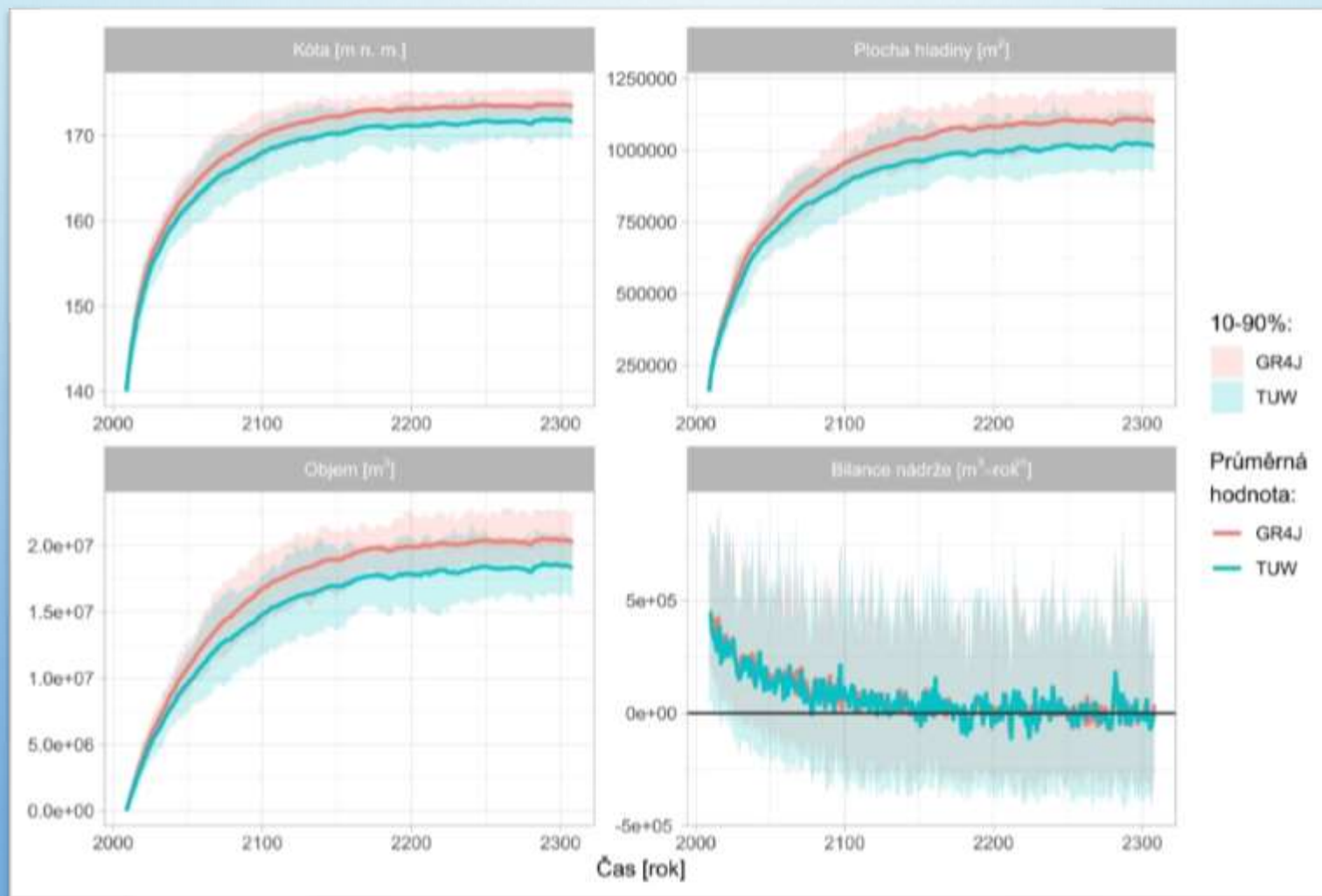




SIMULACE ZATÁPĚNÍ JEZERA MOST

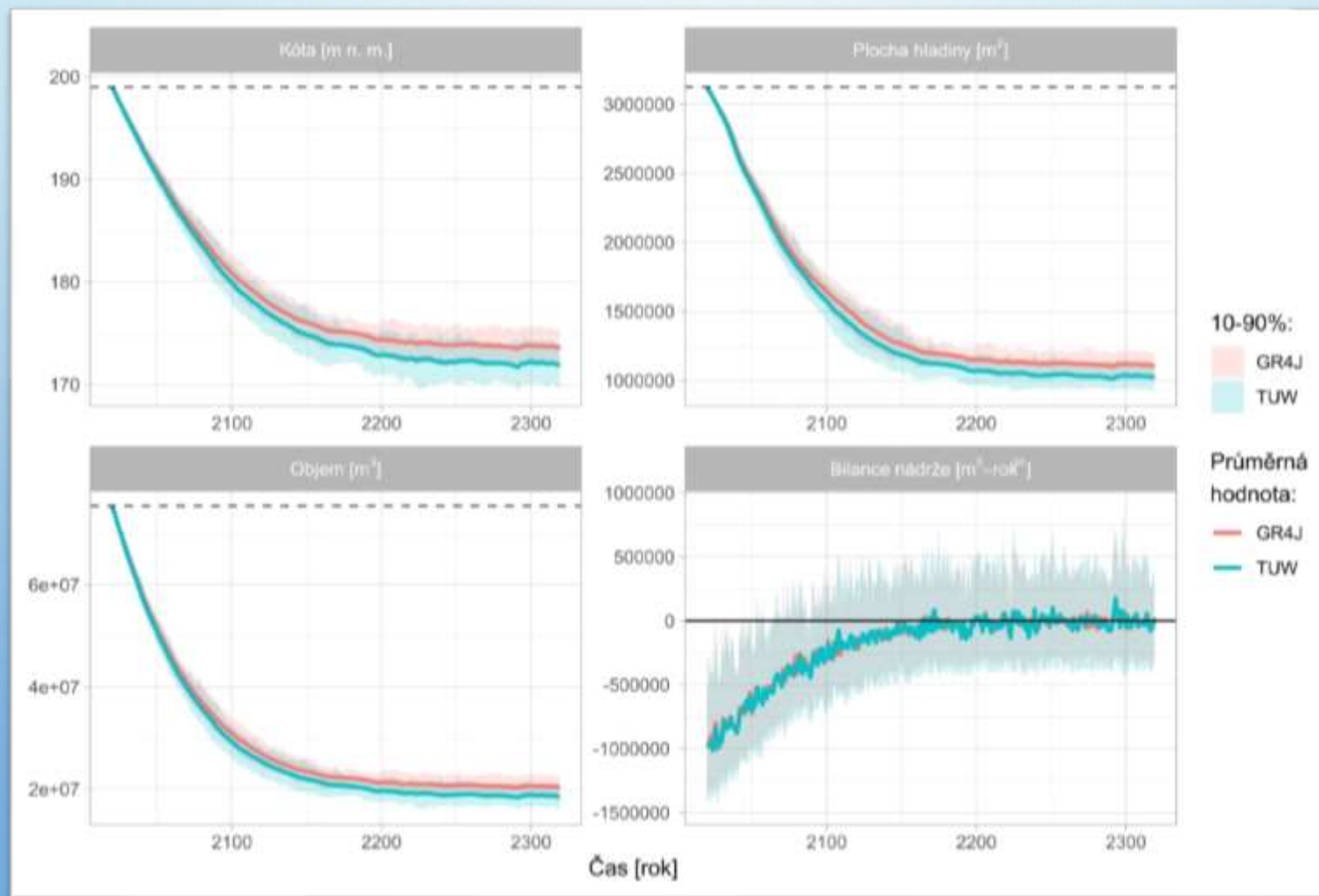
PLNĚNÍ JEZERA MOST

Ustálená hladina v průměru na kótě 173,7 m n. m. (model GR4J), resp. 172,0 m n. m. (model TUW) za více než 300 let od začátku napouštění nádrže.



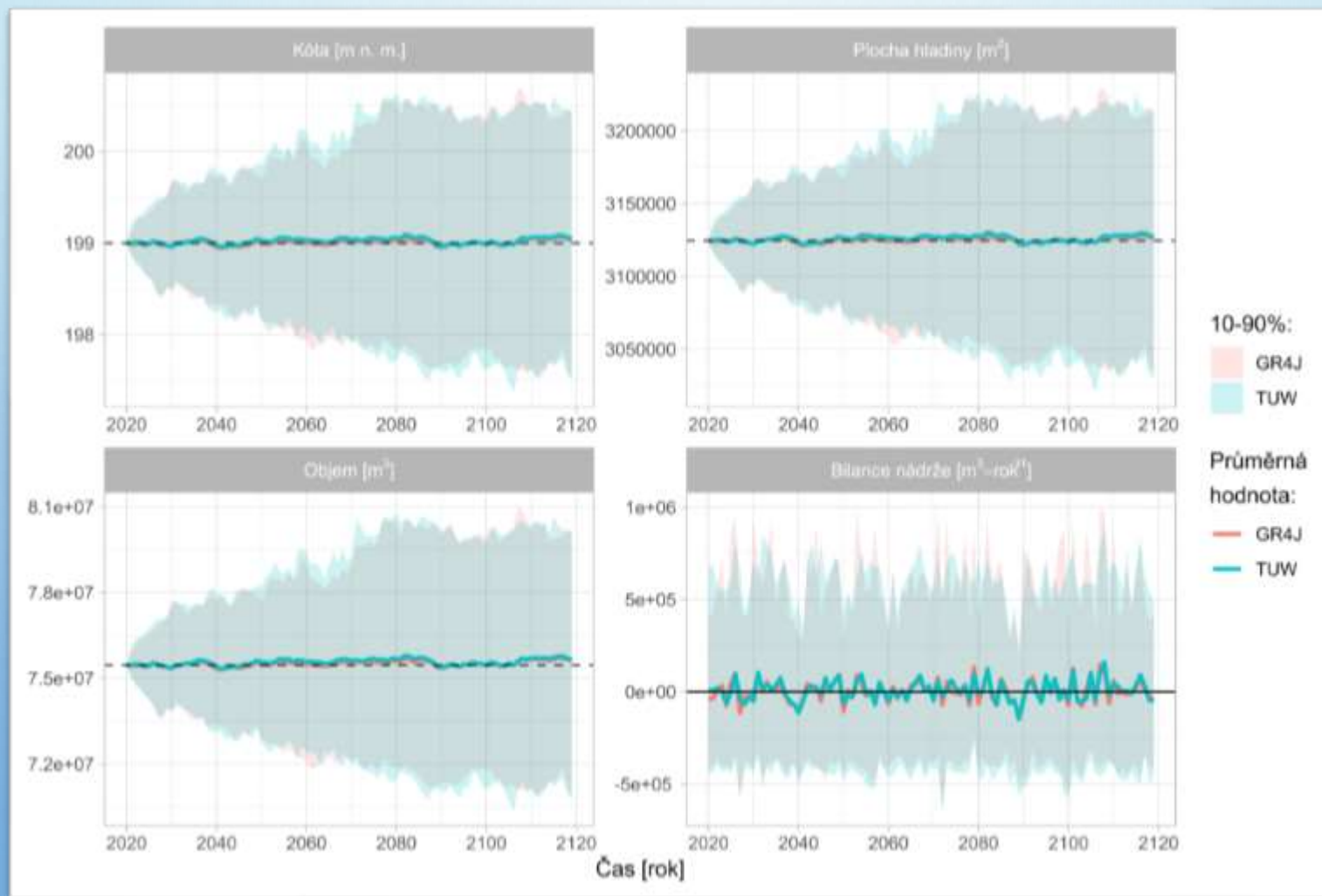
VÝVOJ HLADINY V JEZEŘE MOST

Vyrovnaná bilance, ke které dochází za cca 220–240 let, značí, že na této úrovni bude dosaženo ustálené výšky hladiny (GR4J: 173,7 m n. m. a TUW: 172,0 m n. m)



STANOVENÍ POTŘEBNÉ EXTERNÍ DOTACE

Potřeba externího napouštění 30,1 l/s (GR4J), resp. 31,3 l/s (TUW), tj. 950 až 985 tis. m³.



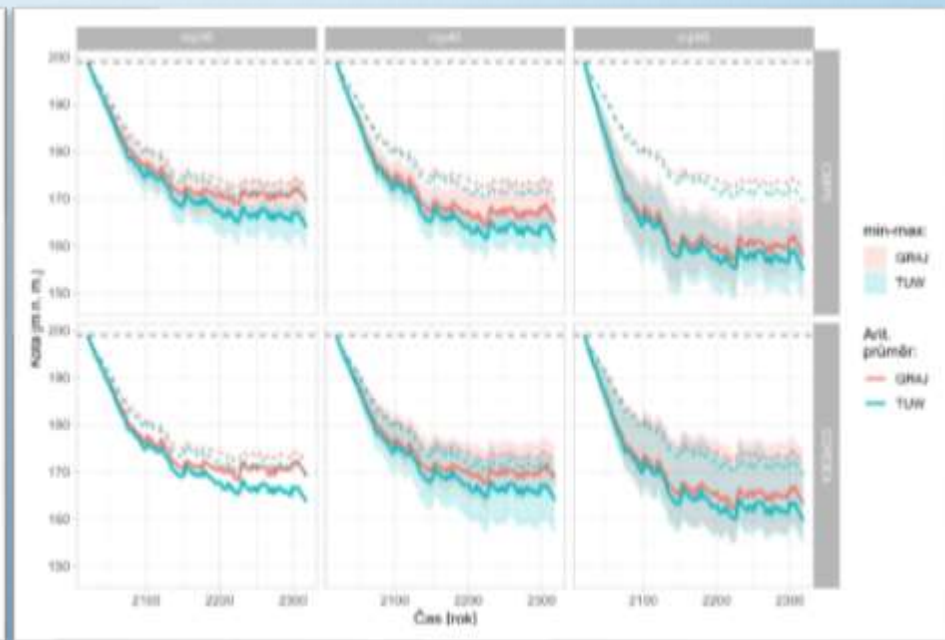
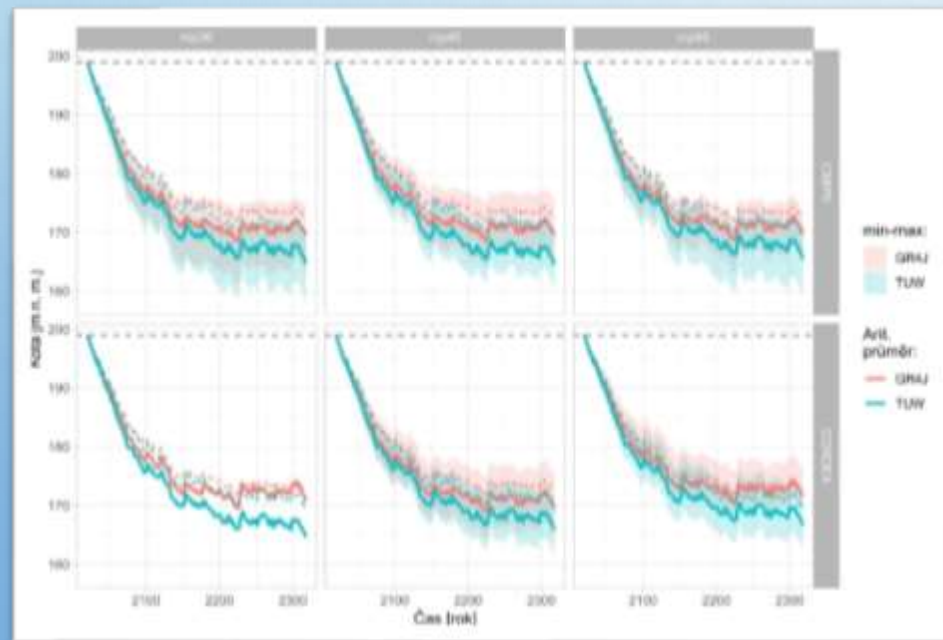
VÝVOJ HLADINY V JEZEŘE MOST

Blízká budoucnost

167,2–173,1 mn. m.

Vzdálená budoucnost

159,8–170,9 mn. m.



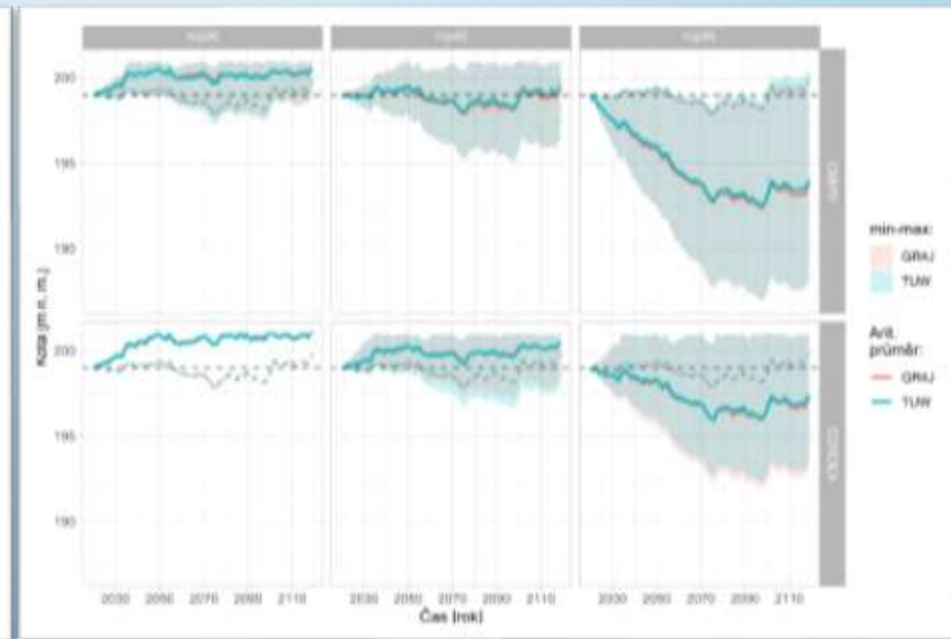
STANOVENÍ POTŘEBNÉ EXTERNÍ DOTACE

Blízká budoucnost

38,2–39,9 l/s = až 1,258 mil. m³

Vzdálená budoucnost

45,1 –46,9 l/s = až 1,479 mil. m³



199 m n. m.

309,4 ha

70,5 mil. m³

173 m n. m.

107,5 ha

19,7 mil. m³

160 m n. m.

66,1 ha

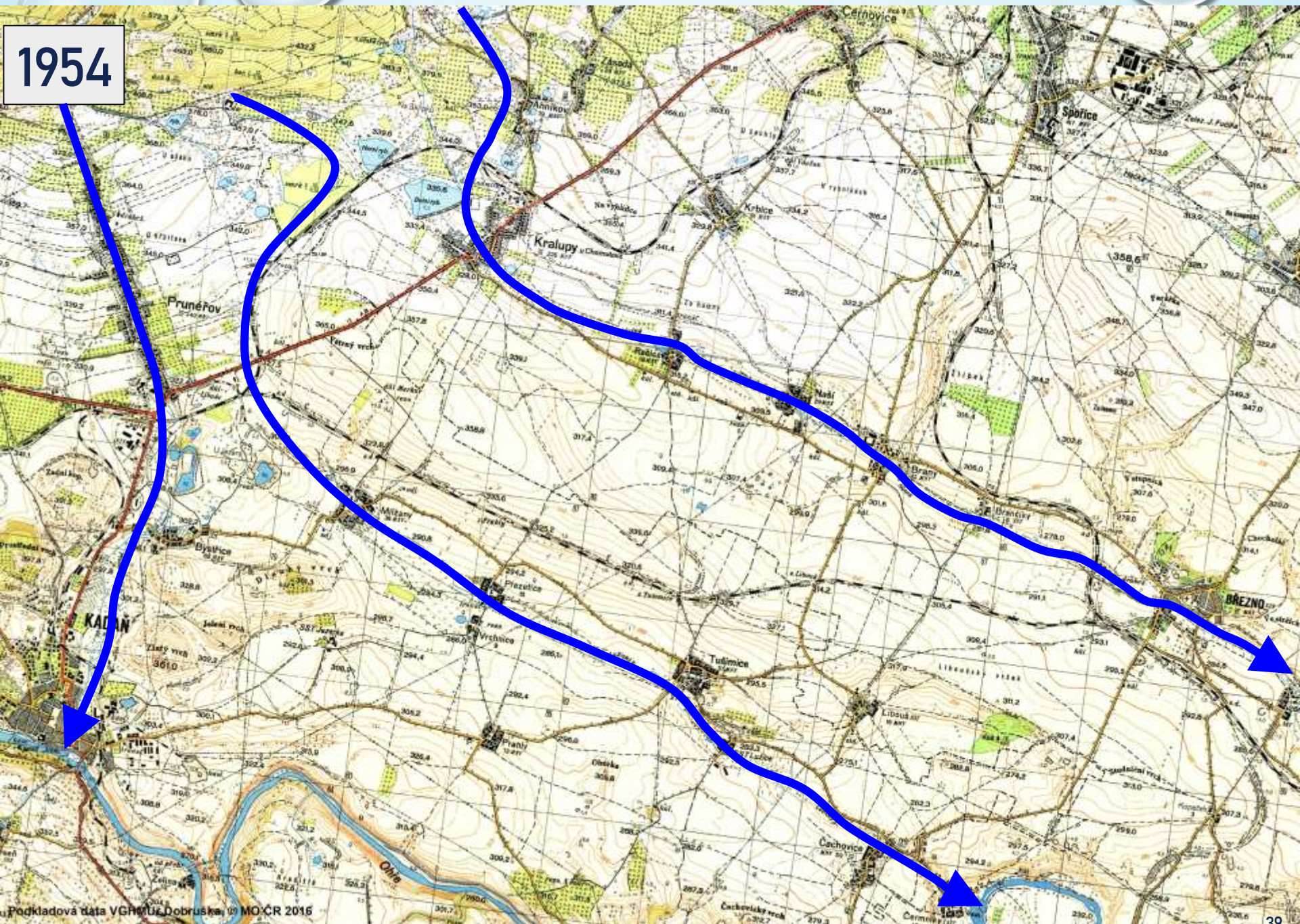
8,3 mil. m³



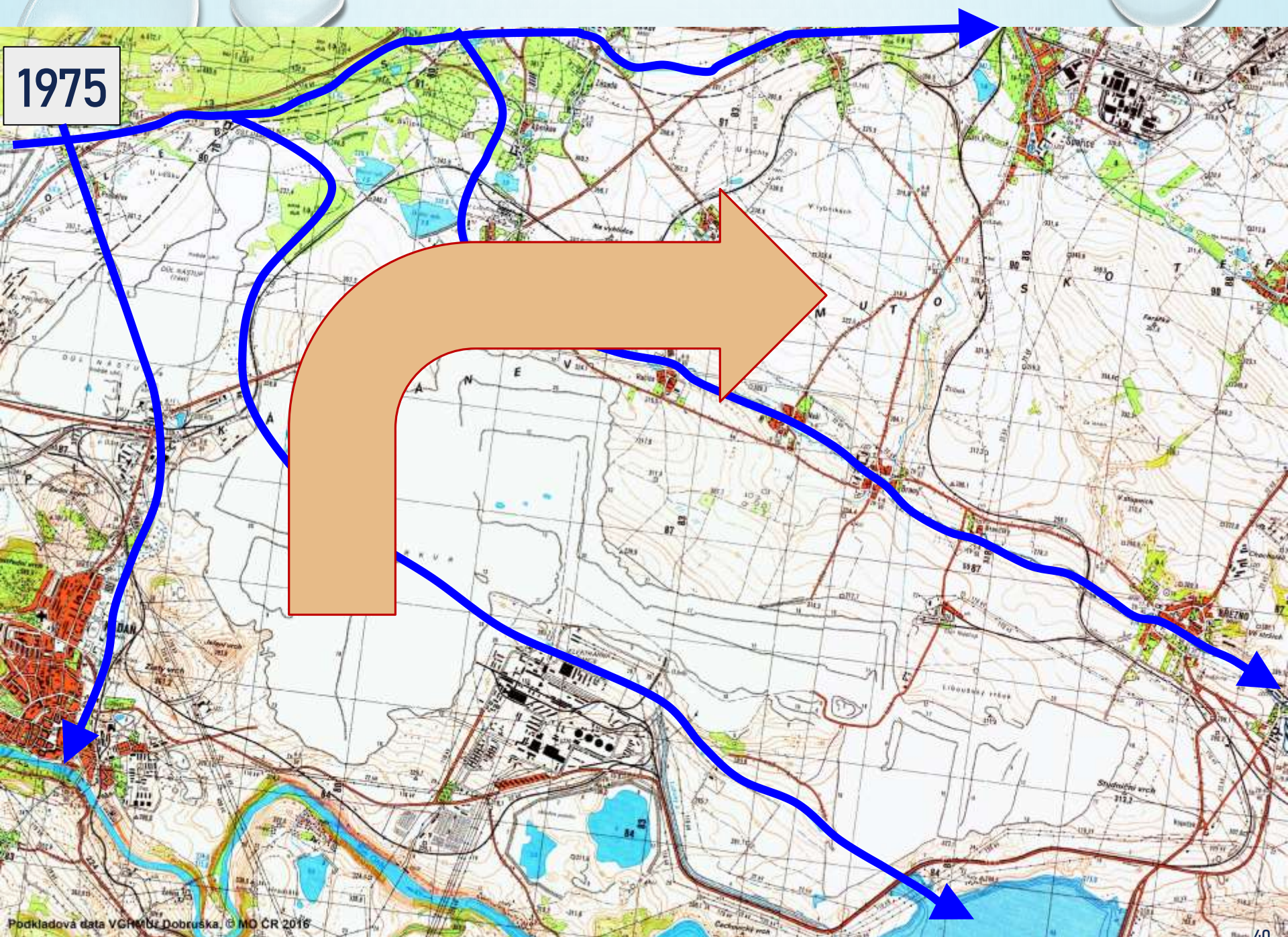


SIMULACE NA LOMU LIBOUŠ

1954



1975

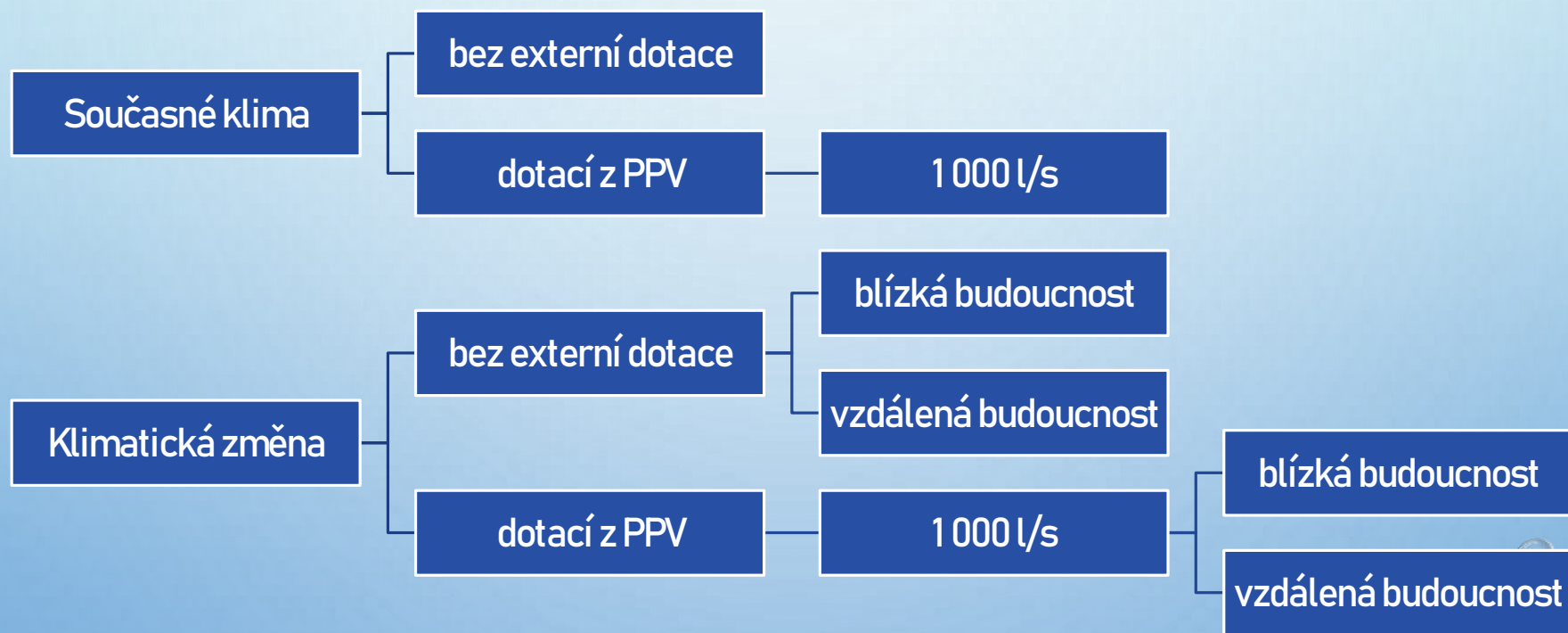


2019



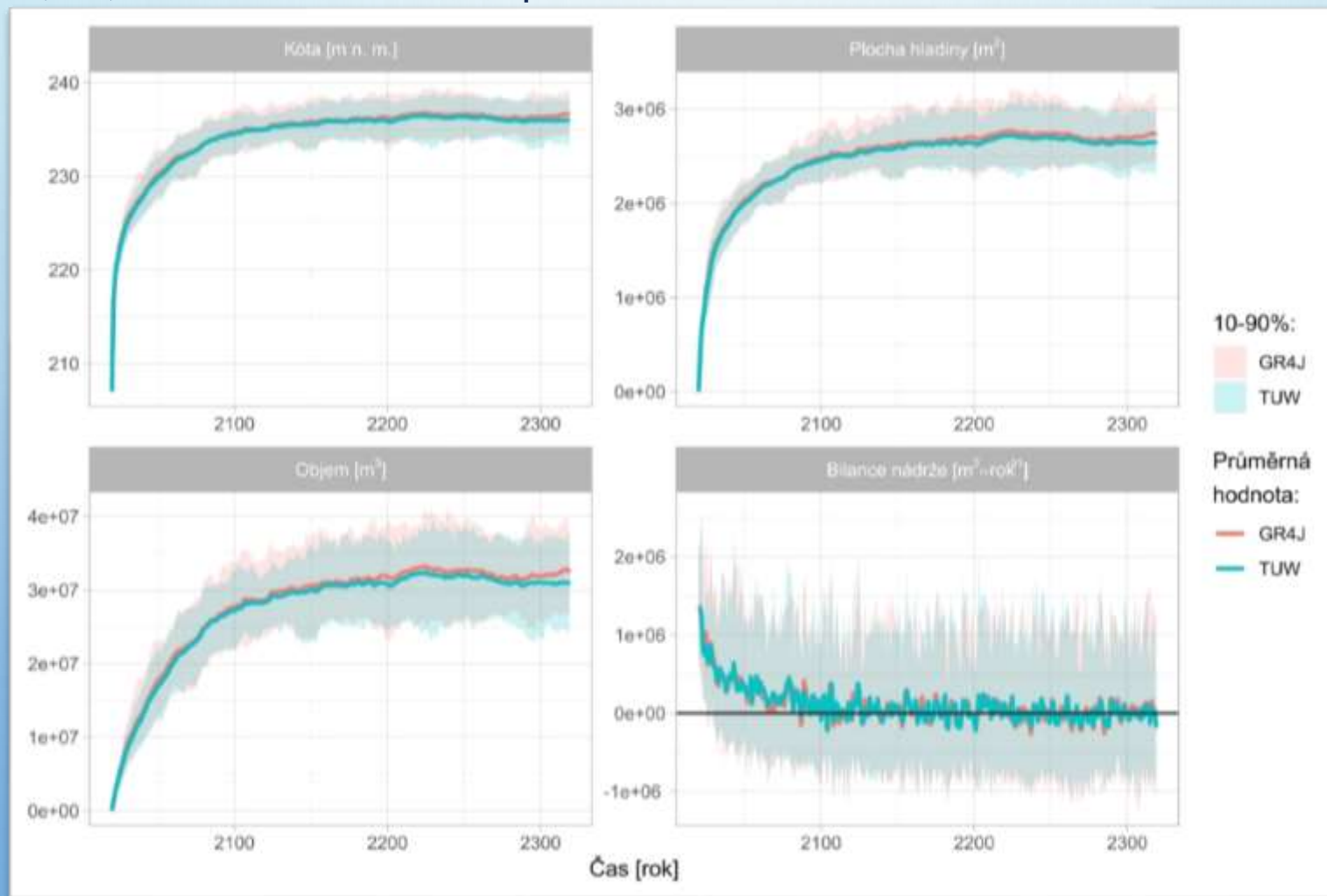


SIMULACE PLNĚNÍ ZBYTKOVÉ JÁMY



USTÁLENÍ HLADINY JEZERA LIBOUŠ

BEZ EXTERNÍ DOTACE ustálená hladina v průměru na kótě 236,2 m n. m. (GR4J), resp. 236,4 m n. m. (TUW) za 130–150 let od začátku napouštění nádrže.



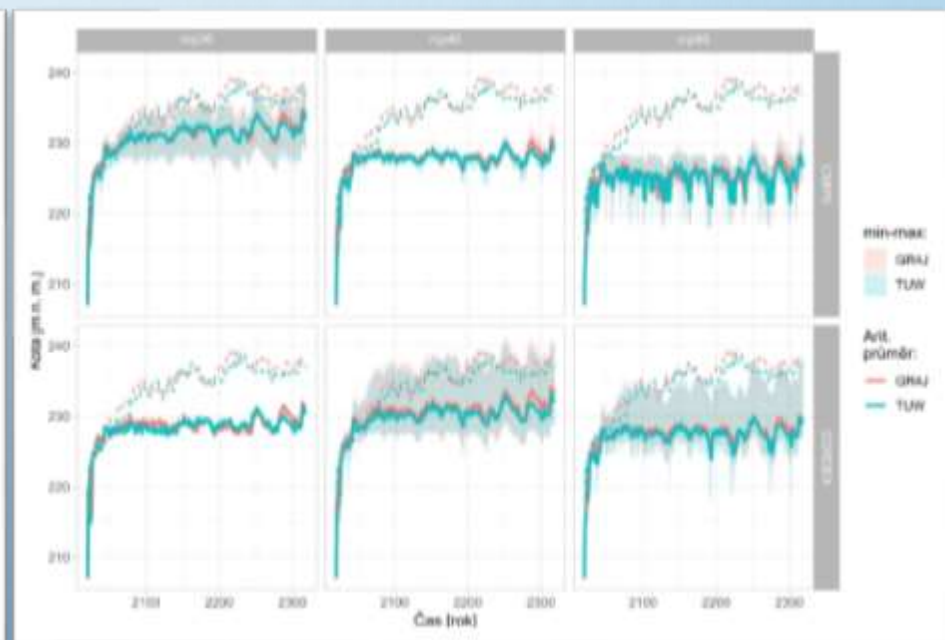
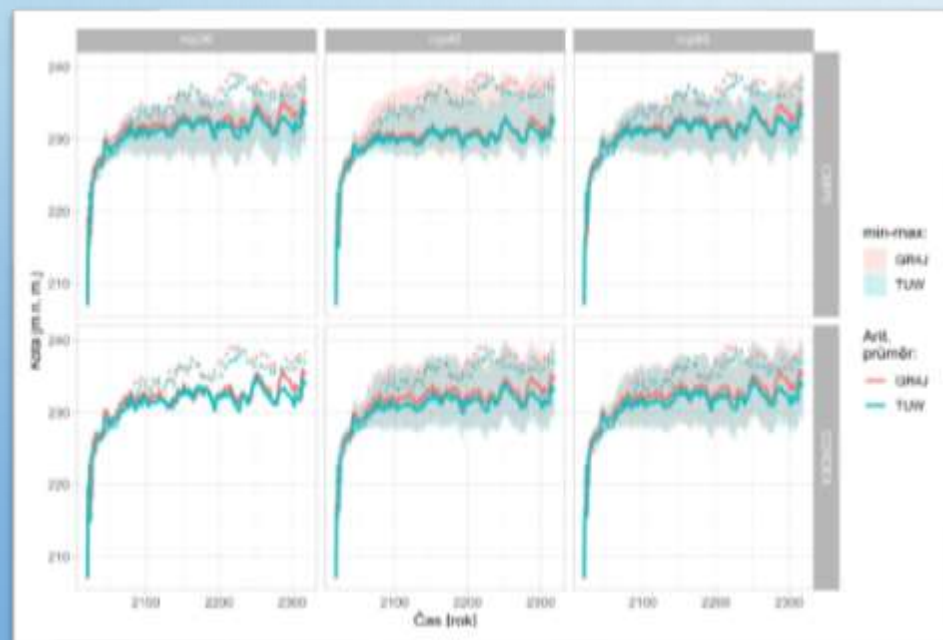
USTÁLENÍ HLADINY JEZERA LIBOUŠ

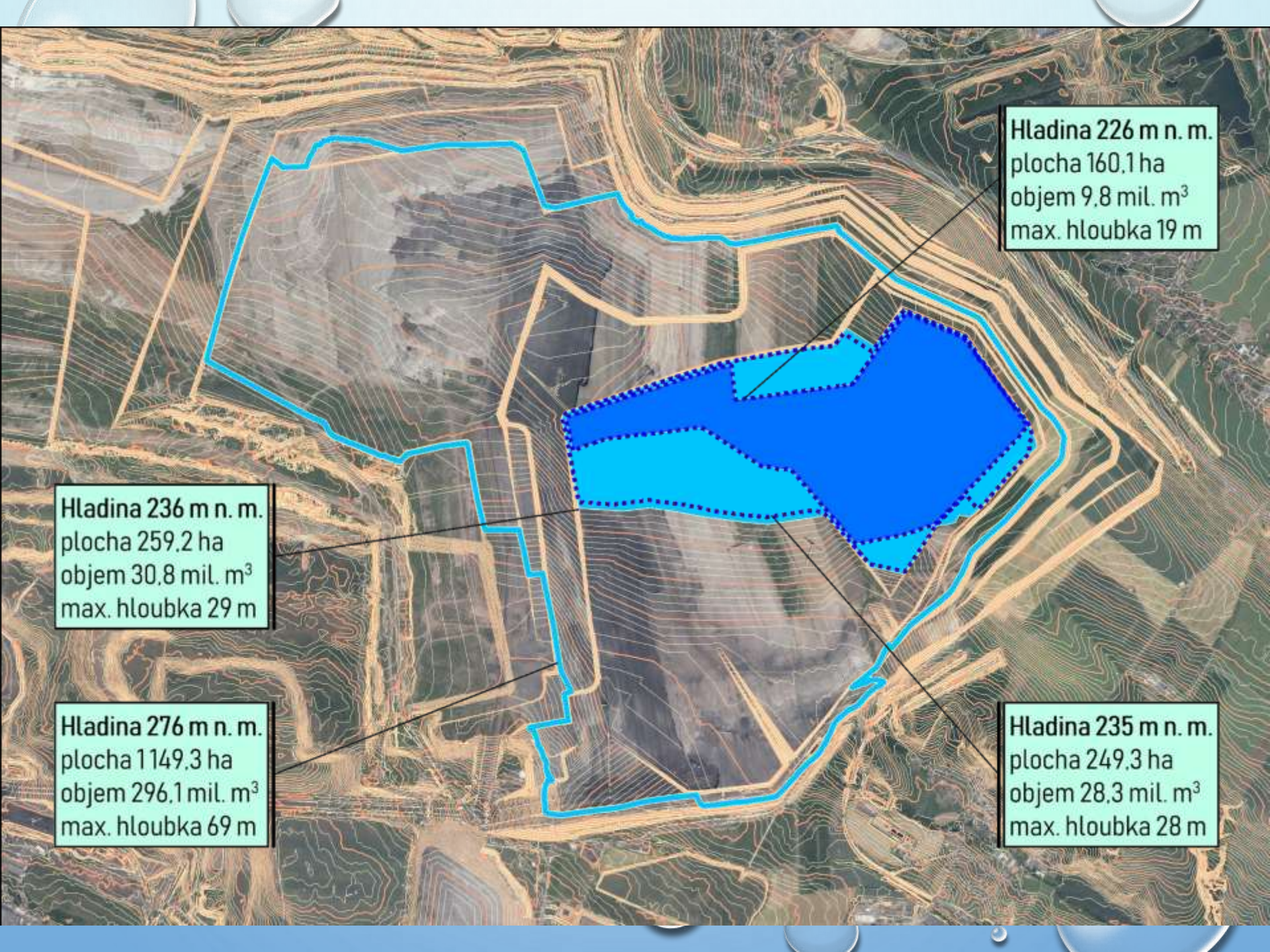
Blízká budoucnost

231,7–235,5 mn. m.

Vzdálená budoucnost

225,8–232,7 mn. m.





Hladina 226 m n. m.
plocha 160,1 ha
objem 9,8 mil. m³
max. hloubka 19 m

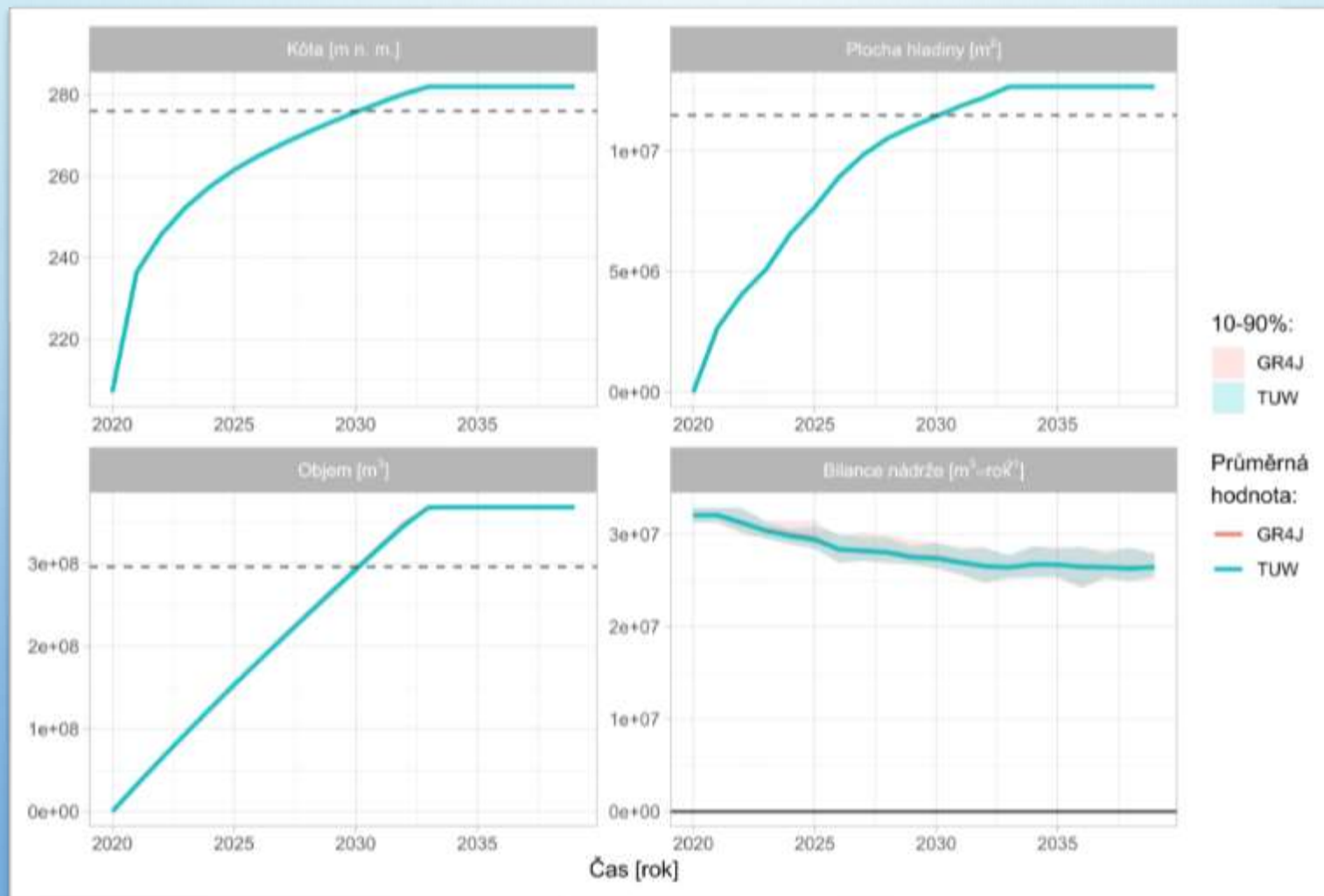
Hladina 236 m n. m.
plocha 259,2 ha
objem 30,8 mil. m³
max. hloubka 29 m

Hladina 276 m n. m.
plocha 1149,3 ha
objem 296,1 mil. m³
max. hloubka 69 m

Hladina 235 m n. m.
plocha 249,3 ha
objem 28,3 mil. m³
max. hloubka 28 m

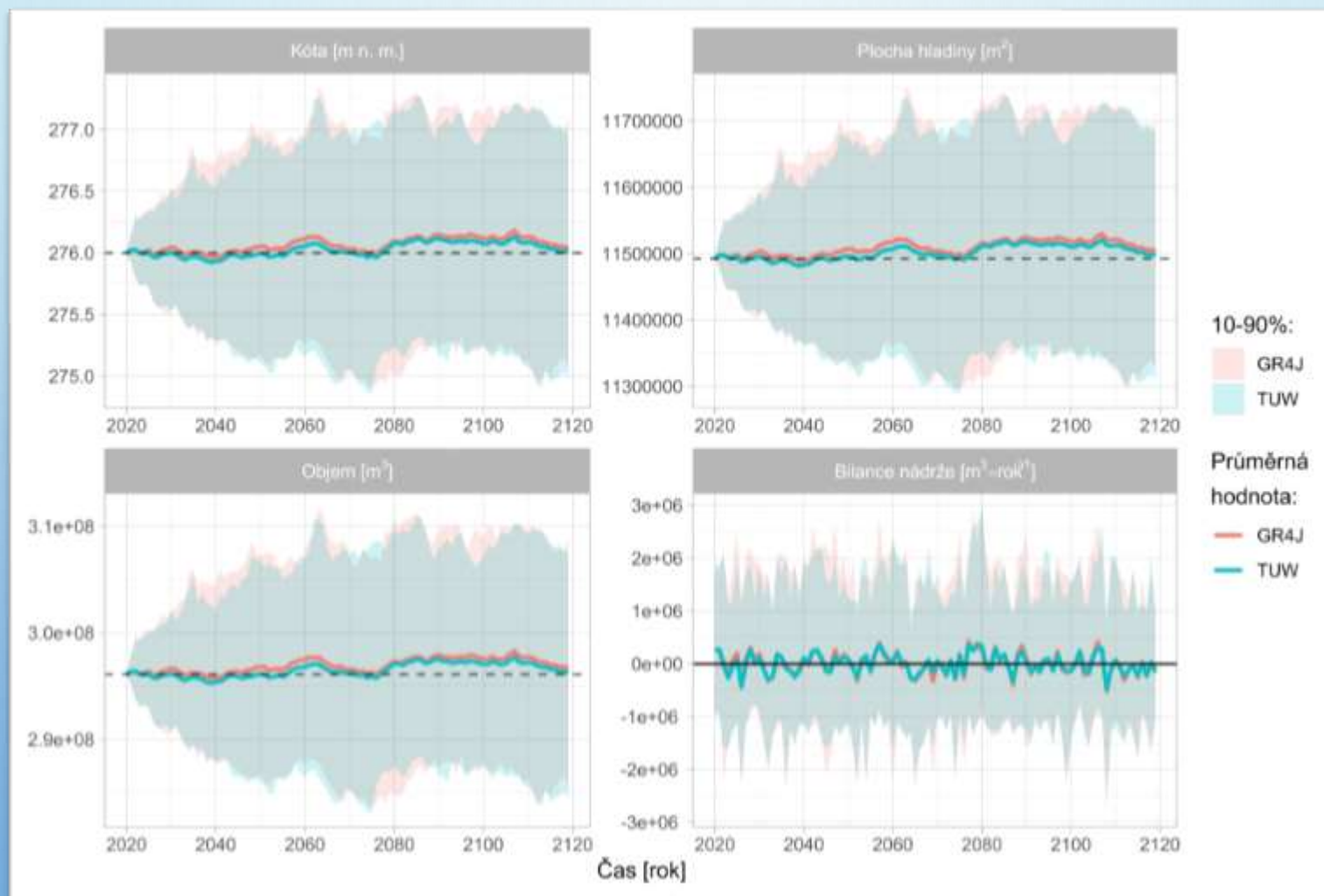
NAPOUŠTĚNÍ JEZERA LIBOUŠ

DOTACE Z PVN 1 000 l/s: na 275 m n. m. napuštěno do 11 let



POTŘEBA EXTERNÍ DOTACE

EXTERNÍ DOTACE PRO UDRŽENÍ HLADINY NA 275 m n. m.: 151,9 l/s (vč. odtoku 13 l/s do Hutné I)



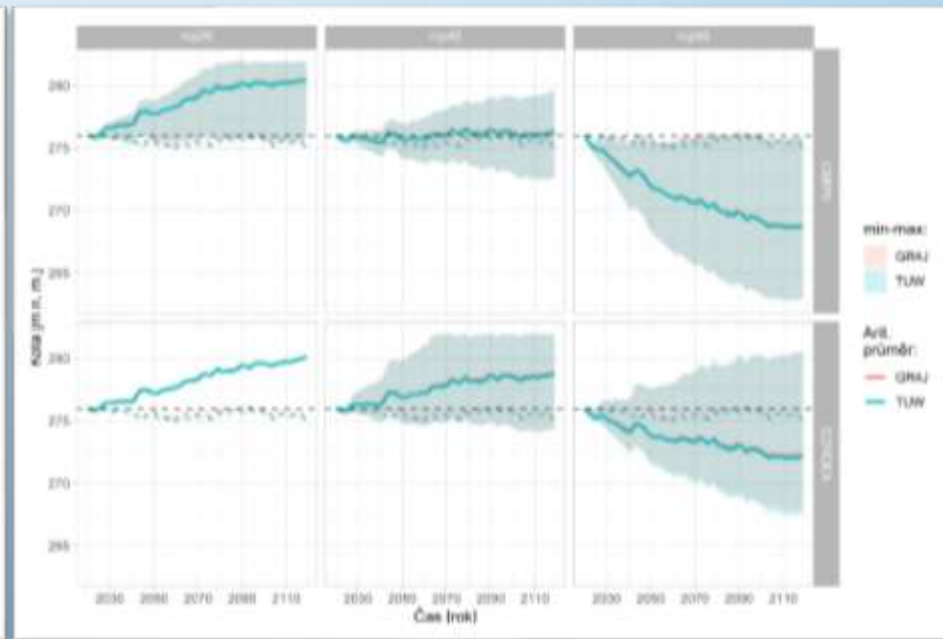
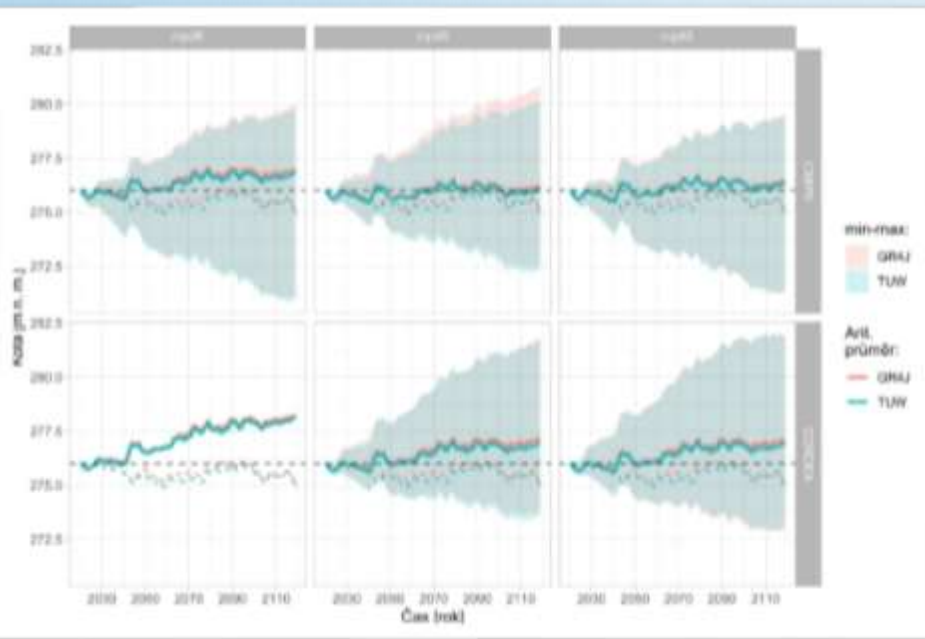
POTŘEBA EXTERNÍ DOTACE PRO UDRŽENÍ HLADINY NA 275 m

Blízká budoucnost

184,3 l/s (vč. 13 l/s)

Vzdálená budoucnost

212,1 l/s (vč. 13 l/s)



VARIANTNÍ ŘEŠENÍ

- Pro hydrickou rekultivace zbytkové jámy tak existují dvě varianty:
 1. výchozí varianta průtočného jezera
 2. varianta neprůtočného jezera



VARIANTA NEPRŮTOČNÉHO JEZERA

Důsledky neprůtočného jezera:

- Jezero by bylo **bez možnosti gravitačního odtoku**
- Ochranu před výraznějším nastoupáním hladiny jezera v případě mimořádně extrémních srážek musela poskytovat **čerpací stanice nadbilančních vod**, která by byla zřízena v jižní části jezera s výtlačným potrubím do Hutné I
- **Hutná I by po ukončení těžby zůstala bez vody**, resp. by byla závislá pouze na přítocích z vlastního povodí pod zbytkovou jámou
- To by mělo pravděpodobně **negativní důsledky pro provoz čistíren odpadních vod**, kterým Hutná I slouží jako recipient (ČOV Březno, ČOV Hrušovany)

VARIANTA PRŮTOČNÉHO JEZERA

Přínosy průtočného jezera:

- Trvalý přítok vody do zbytkové jámy přes vnitřní výsypku by umožnil vytvoření **pestrých vodních a mokřadních biotopů** na vnitřní výsypce
- V jižní části jezera by byl vybudován manipulovatelný odtokový objekt, který by reguloval výšku hladiny a zároveň umožňoval **zadržení určitého objemu vody** v jezeře
- Tím by se zajistila **trvalá dotace vody do potoka Hutná I**
- Varianta průtočného jezera tak splňuje nejen základní podmínku na provedení zákonem vyžadované rekultivace, ale má **přidanou hodnotu ve smyslu plnění dalších revitalizačních a vodohospodářských funkcí**

REKAPITULACE VARIANT

- Pomyslným jazýčkem na misce vah při rozhodování o výběru mezi oběma variantami je možnost či nemožnost převedení povrchových vod krušnohorských potoků do zbytkové jámy lomu Libouš
- Paradoxně by však právě toto mělo být tím primárním revitalizačním cílem při obnově krajiny po povrchové těžbě
- Odvedení povrchových vod mimo zájmové území povrchového dolu je sice podmínkou zahájení hornické činnosti, ale jakkoli dlouhodobě je hornická činnost v krajině vykonávána, z pohledu vývoje krajiny jde o záležitost dočasnou
- Existuje-li řešení, které je technicky i ekonomicky proveditelné, a které by umožnilo navrátit alespoň některé vodní toky nazpět do území, z něhož byly účelově a nepřírozeně odkloněny, mělo by se takové řešení vždy preferovat

DOPORUČENÍ

- DOPORUČUJEME REALIZOVAT VARIANTU PRŮTOČNÉHO JEZERA
- KONEČNÉ ROZHODNUTÍ VŠAK MUSÍ VZEJÍT ZE SPOLEČNÉ DISKUZE VŠECH ZÚČASTNĚNÝCH STRAN
- KTÉTO DISKUZI MUSÍ DOJÍT CO NEJDŘÍVE, NEBOŤ TĚŽEBNÍ SPOLEČNOST VYTVÁŘÍ ZÁKONNOU FINANČNÍ REZERVU A JEJÍ VÝŠE MUSÍ ODPOVÍDAT ZVOLENÉMU TECHNICKÉMU ŘEŠENÍ

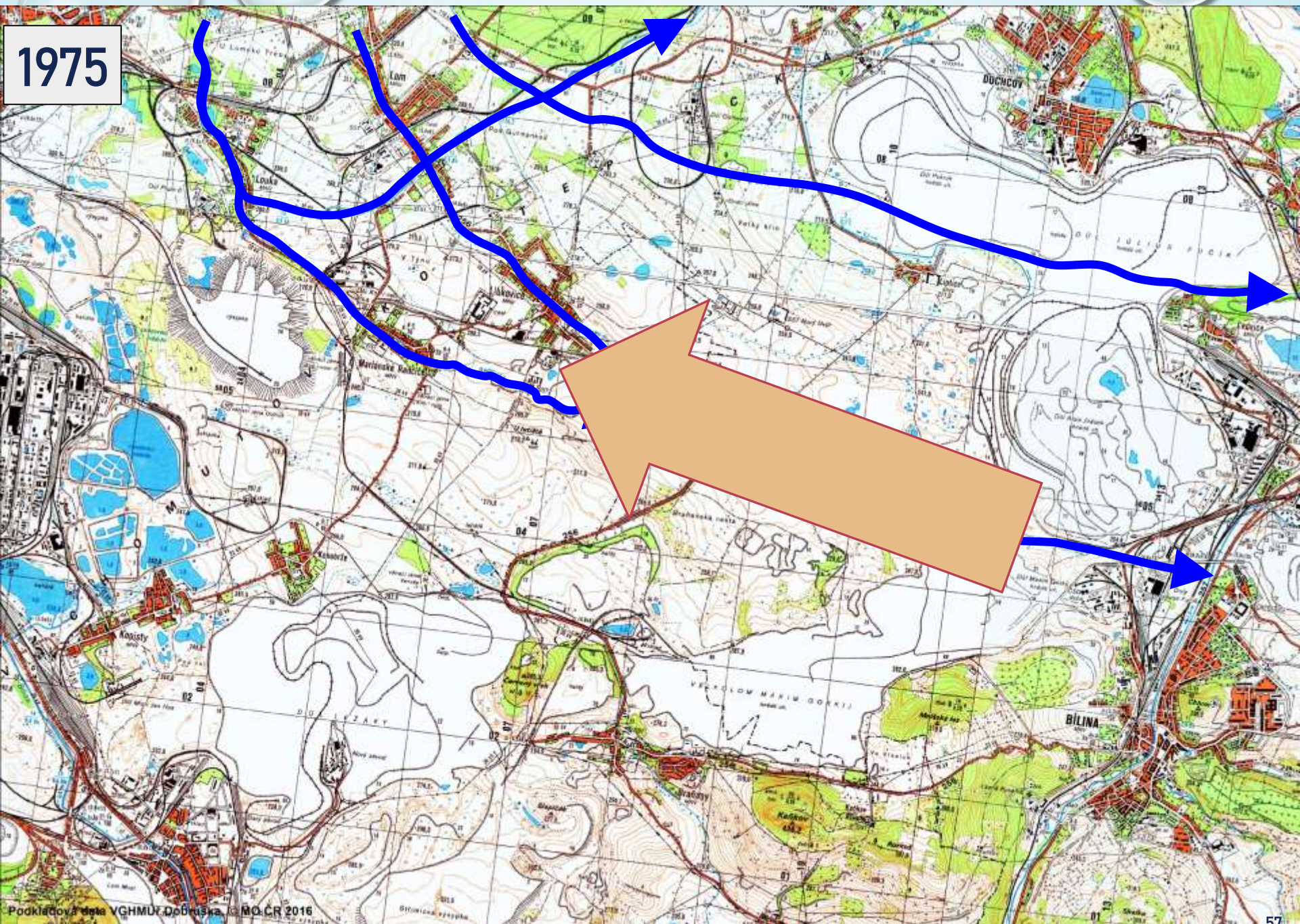


SIMULACE NA LOMU BÍLINA

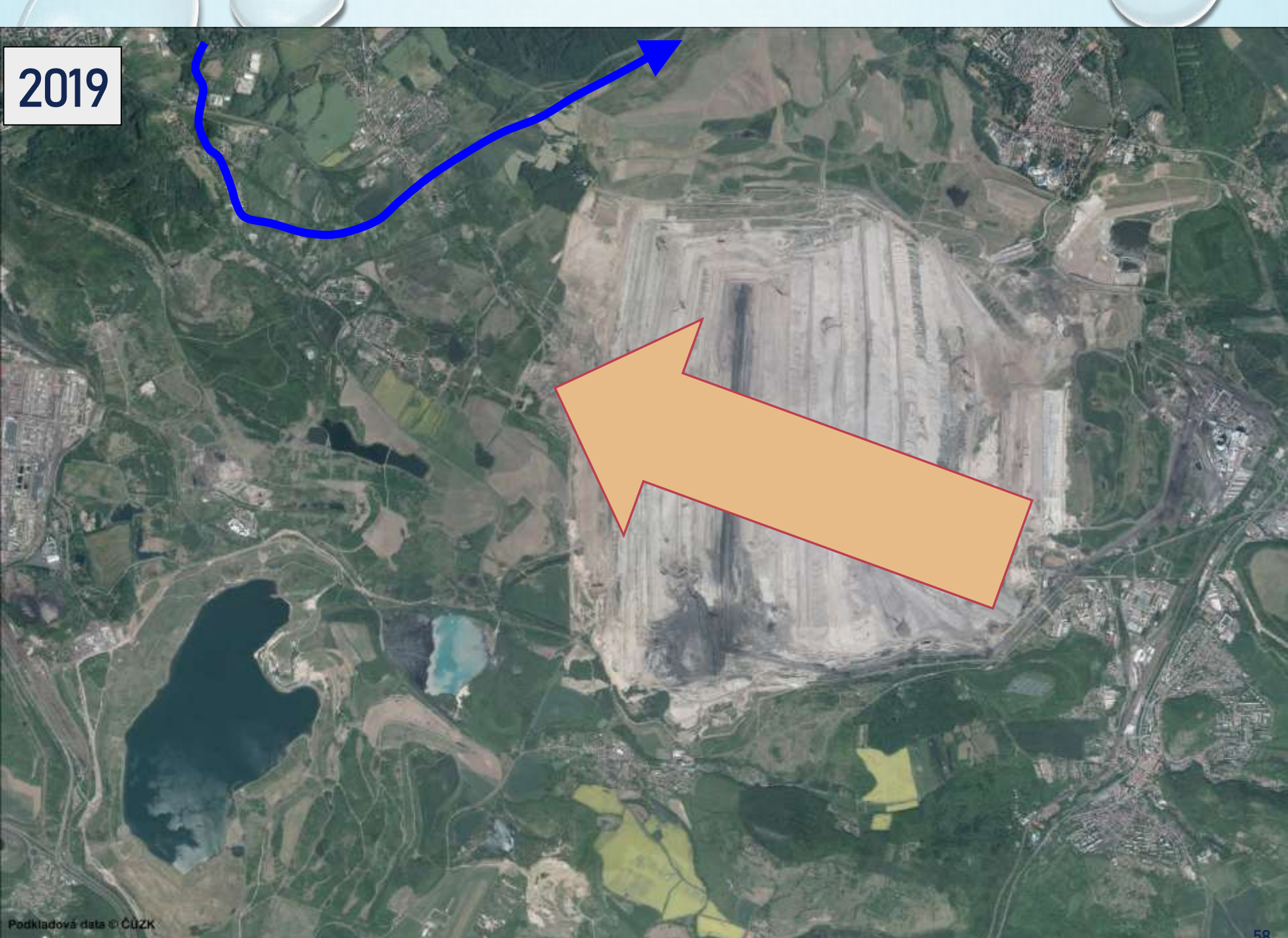
1954

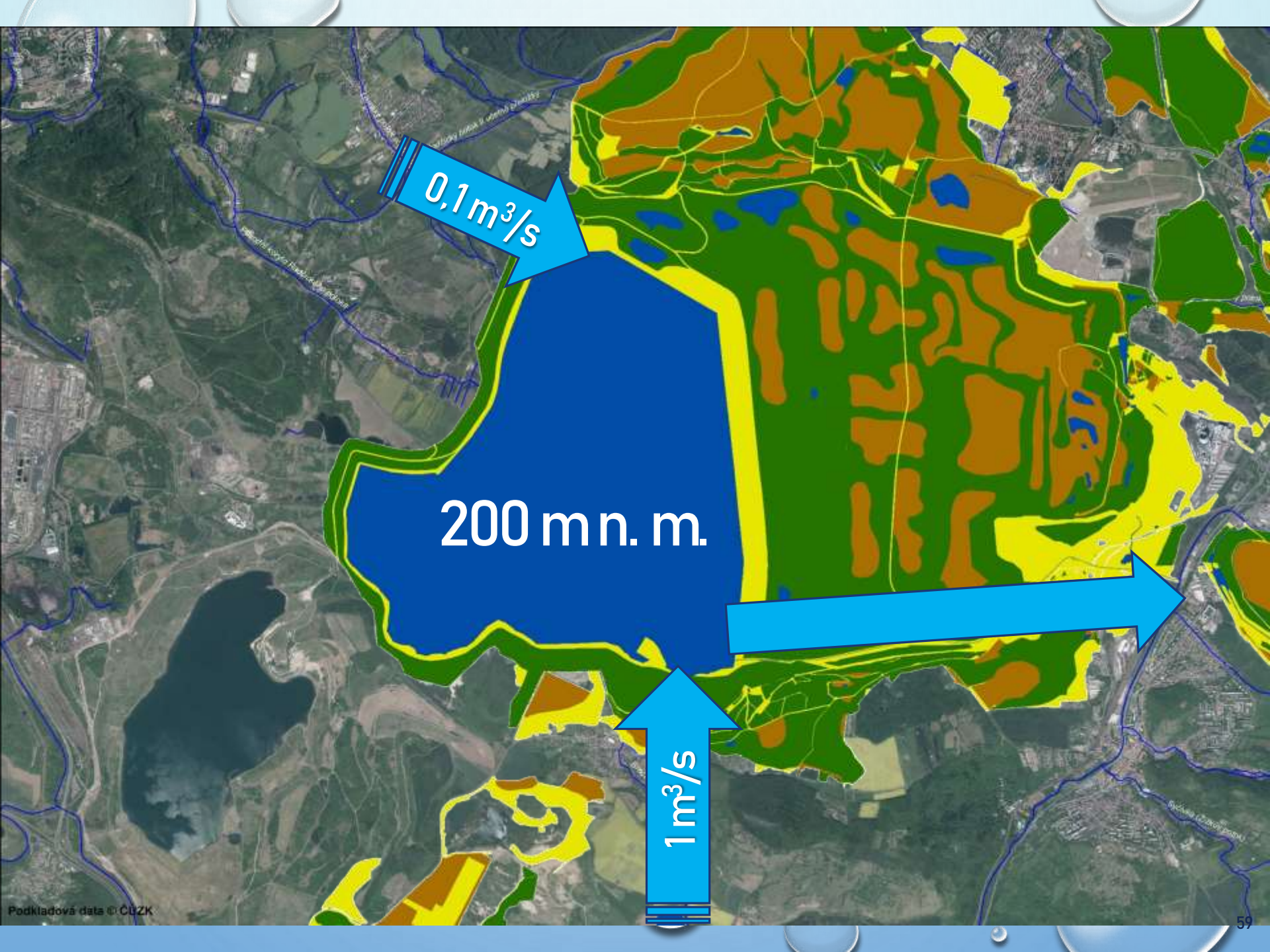


1975



2019





0,1 m³/s

200 mn. m.

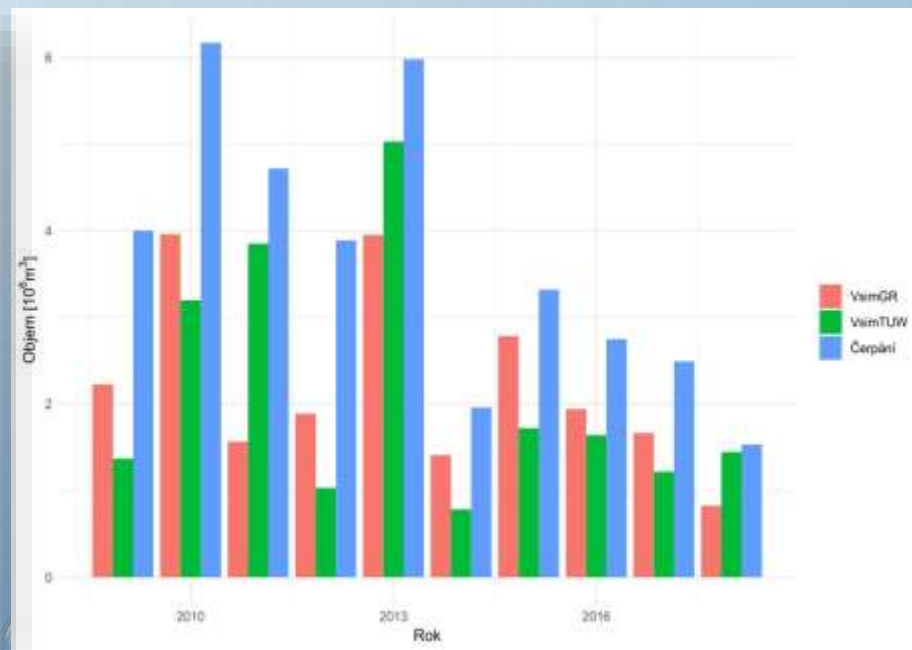
1 m³/s

- 60

VSTUPNÍ DATA

Hydrogeologické dotace

- Porovnání simulovaných přítoků s objemem čerpaných vod: 85,6 l/s (GR4J) a 88,8 l/s (TUV)
- Pro účely simulací HG dotace stanovena variantně: 90 l/s a 45 l/s
- Podle hydrogeologických prognóz budou po ukončení těžby přítoky zachovány



SIMULACE PLNĚNÍ ZBYTKOVÉ JÁMY



USTÁLENÍ HLADINY JEZERA BÍLINA

BEZ EXTERNÍ DOTACE

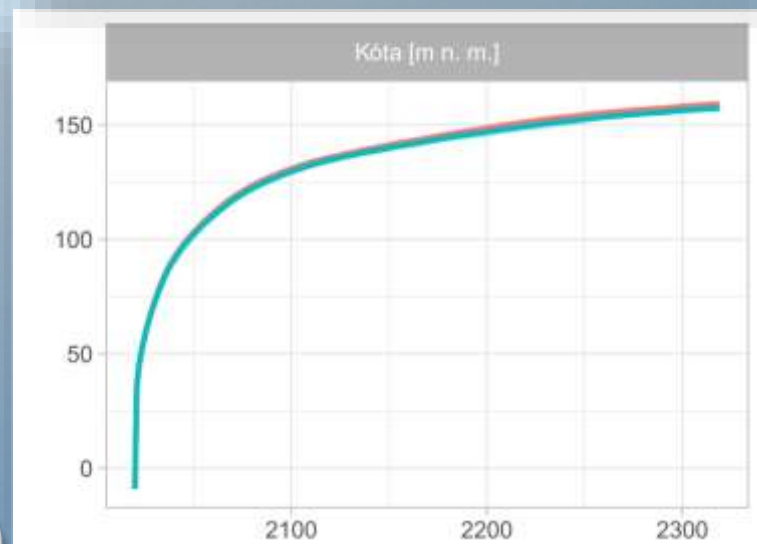
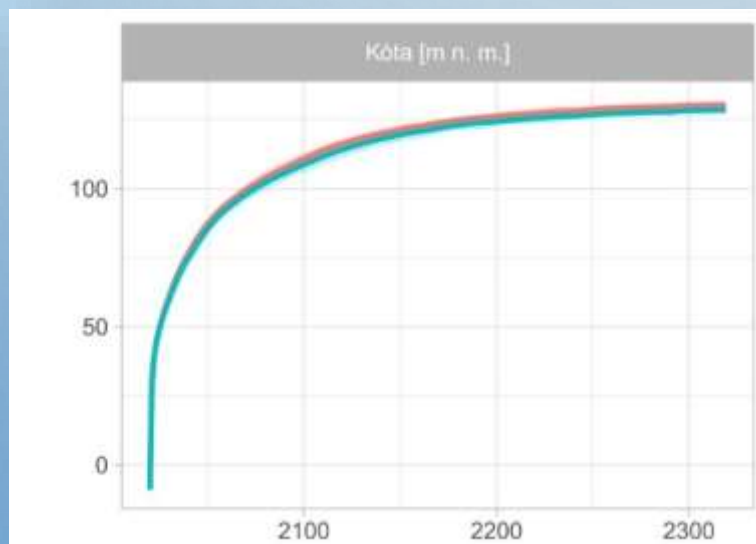
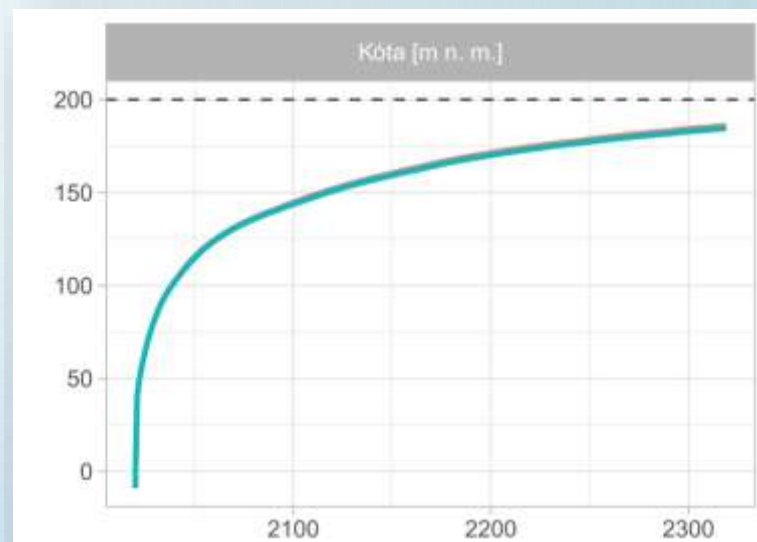
- 131,6 mn. m. (GR4J) a 129,9 mn. m. (TUV)

HG DOTACE 45 l/s:

- 170,9 mn. m. (GR4J) a 168,9 mn. m. (TUV)

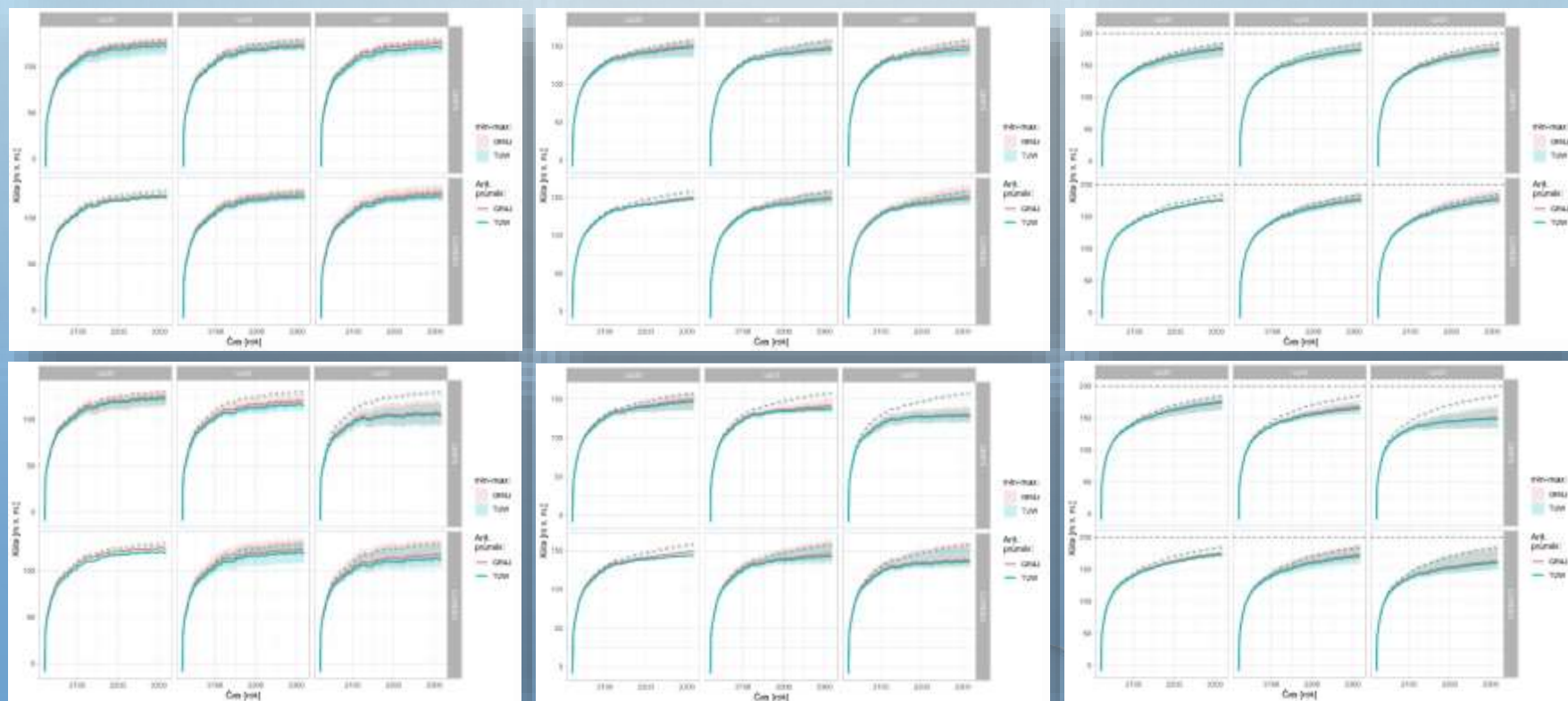
HG DOTACE 90 l/s:

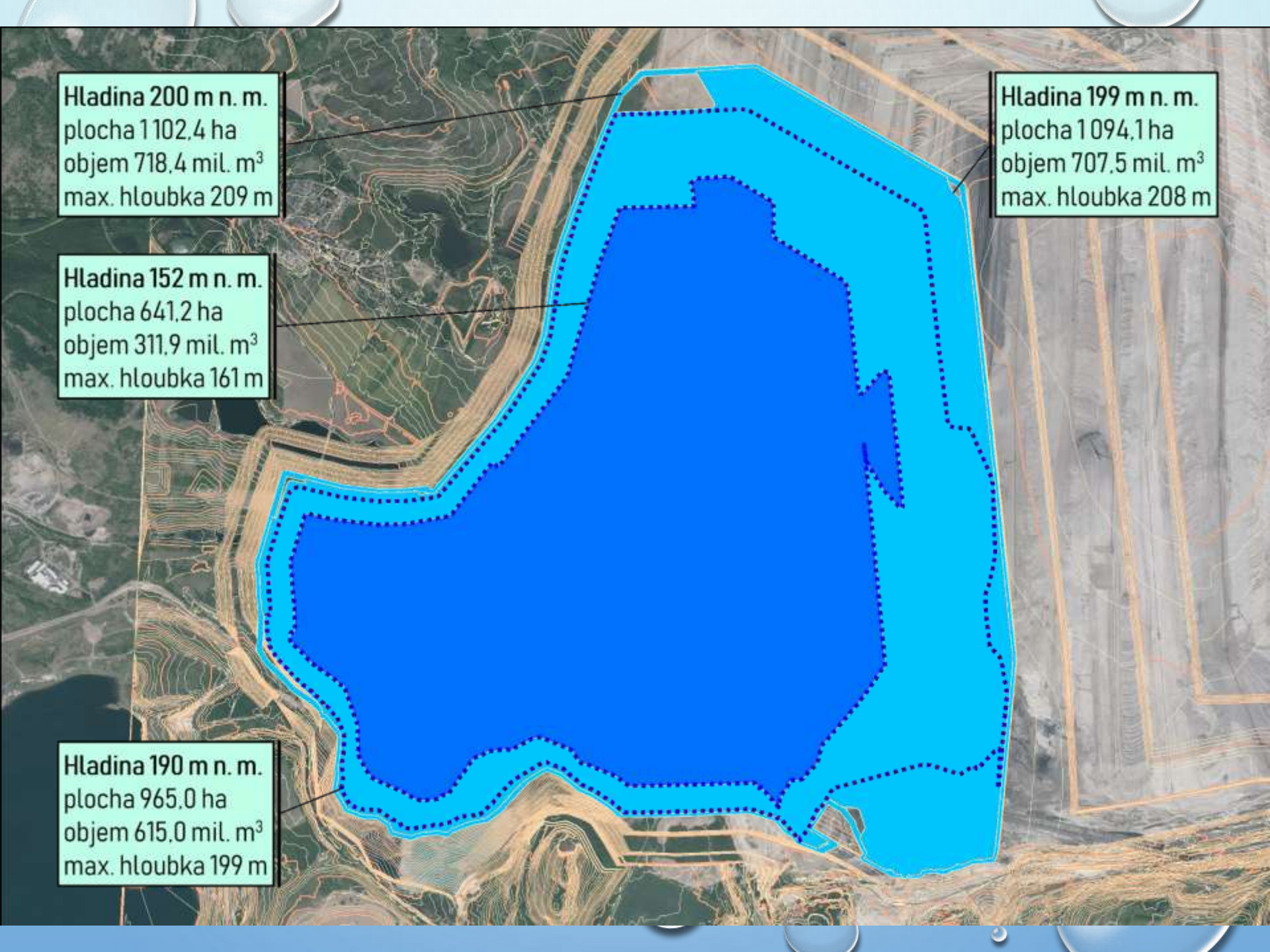
- 198,9 mn. m. (GR4J) a 197,9 mn. m. (TUV)



USTÁLENÍ HLADINY JEZERA BÍLINA

	Bez externí dotace	HG přítok 45 l/s	HG přítok 90 l/s
Blízká budoucnost	122,5-126,8 mn. m.	152,6-159,0 mn. m.	184,4-190,3 mn. m.
Vzdálená budoucnost	105,5-124,8 mn. m.	128,9-154,9 mn. m.	152,1-187,1 mn. m.





Hladina 200 m n. m.
plocha 1102,4 ha
objem 718,4 mil. m³
max. hloubka 209 m

Hladina 199 m n. m.
plocha 1094,1 ha
objem 707,5 mil. m³
max. hloubka 208 m

Hladina 152 m n. m.
plocha 641,2 ha
objem 311,9 mil. m³
max. hloubka 161 m

Hladina 190 m n. m.
plocha 965,0 ha
objem 615,0 mil. m³
max. hloubka 199 m

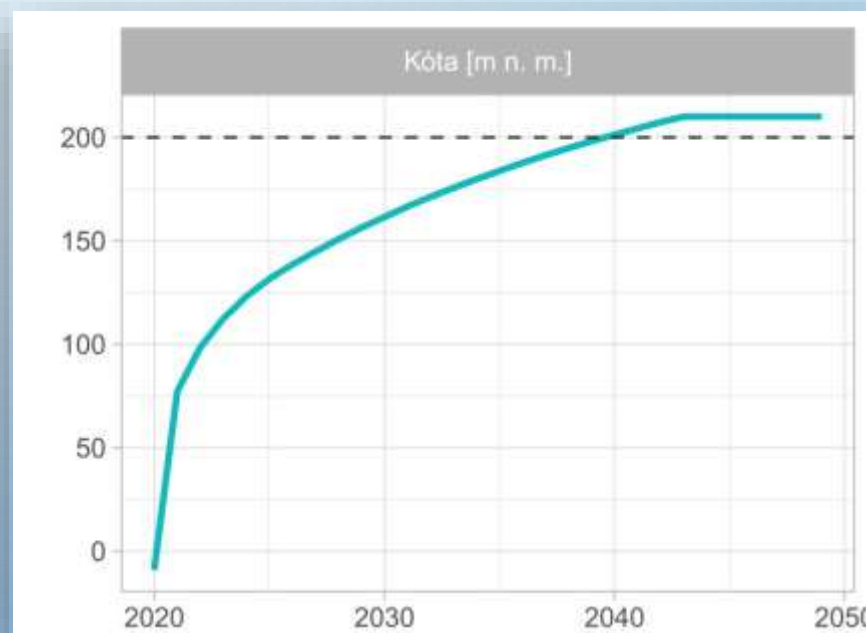
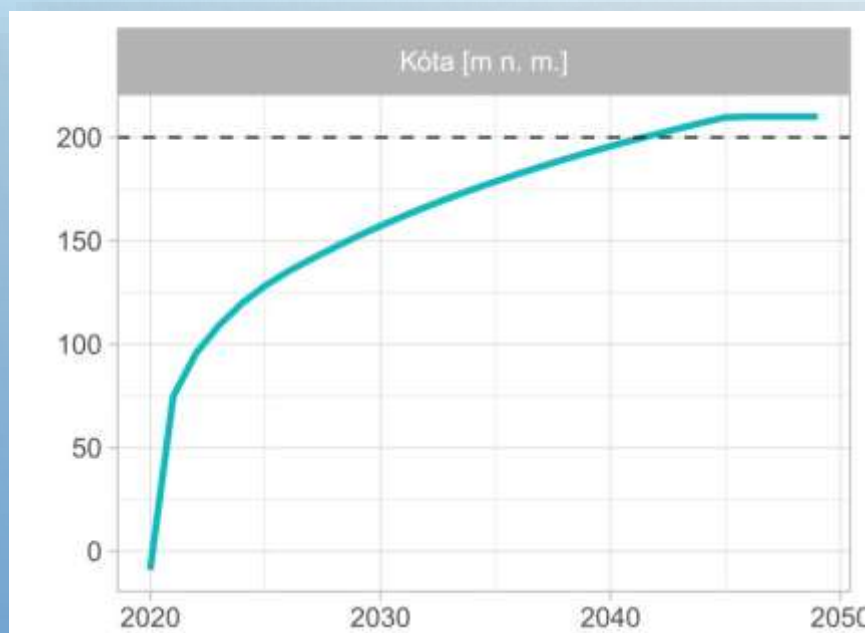
NAPOUŠTĚNÍ JEZERA BÍLINA

● HG DOTACE 90 l/s + BÍLINA 1 000 l/s:

- na 200 mn. m. za 22 let

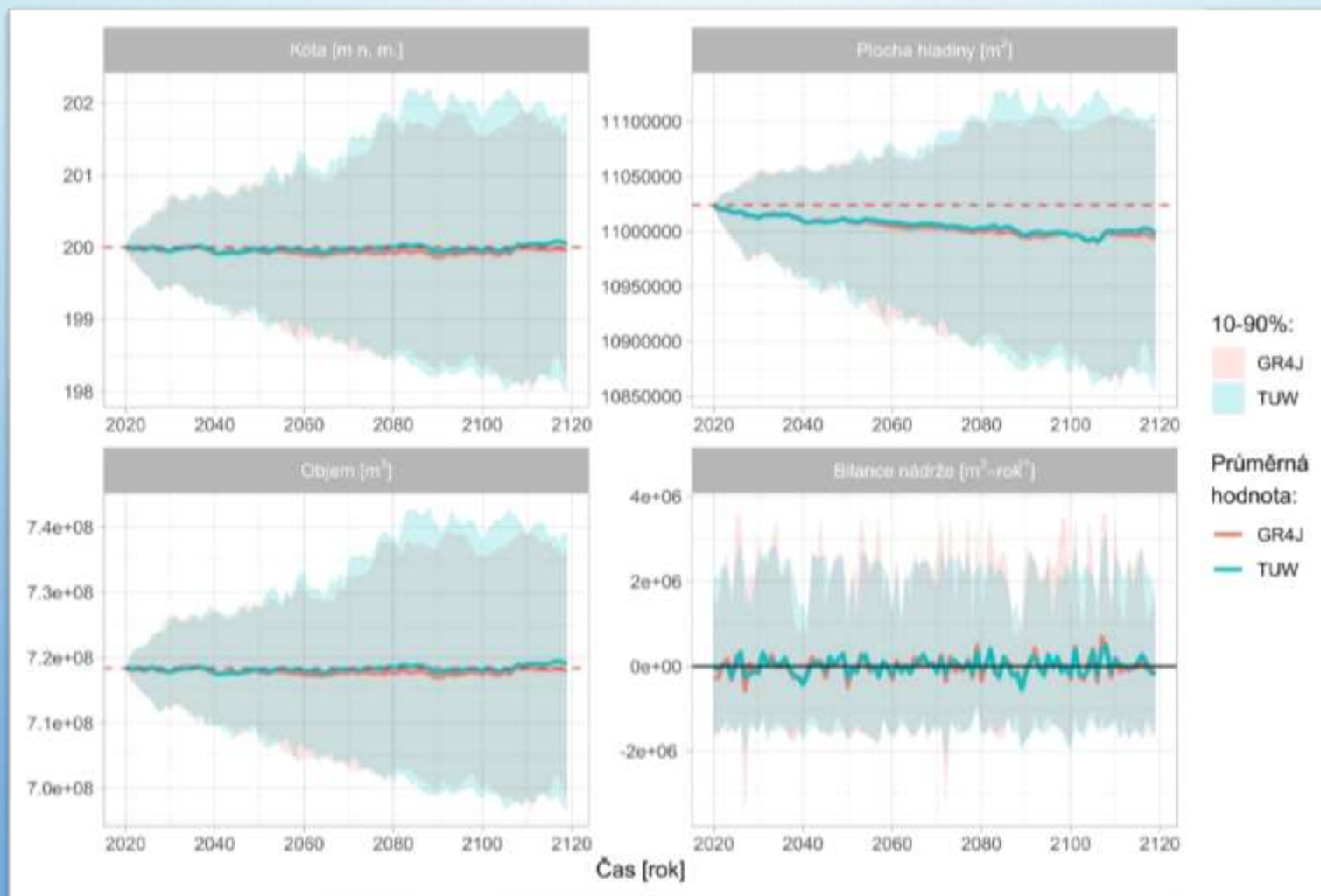
HG DOTACE 90 l/s + BÍLINA/POTOKY 1 100 l/s:

- na 200 mn. m. za 20 let



POTŘEBA EXTERNÍ DOTACE

EXTERNÍ DOTACE PRO UDRŽENÍ HLADINY NA 200 m n. m.: 91,4 l/s (GR4J), resp. 93,8 l/s (TUW)



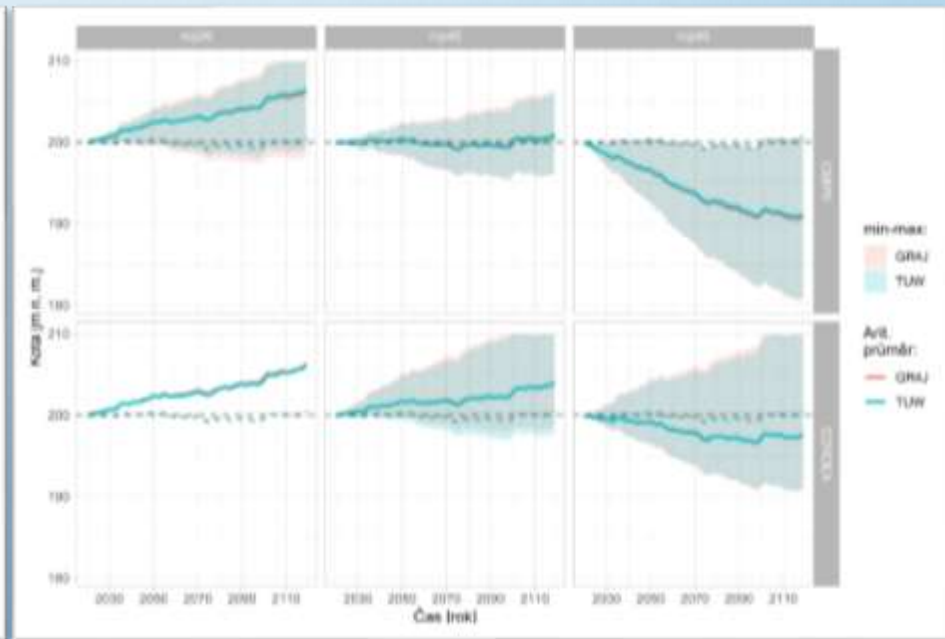
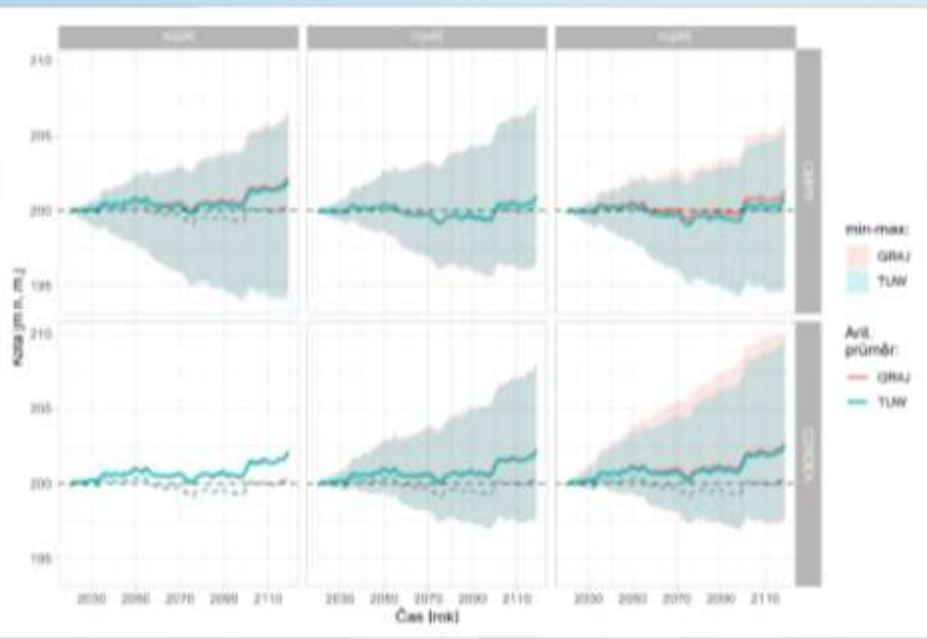
POTŘEBA EXTERNÍ DOTACE PRO UDRŽENÍ HLADINY NA 200 m

Blízká budoucnost

151,4–153,7 l/s

Vzdálená budoucnost

175,7–179,1 l/s



REKAPITULACE

- Podle hydrogeologických prognóz se hluboká jáma lomu stane hlavním drenážním místem stařinových vod z celé centrální části pánve, obzvláště dojde-li zároveň s ukončením těžby k ukončení umělého snižování úrovně maximální hladiny stařinových zvodní
- Odhady přítoků stařinových vod se blíží až 100 l/s, přičemž současný přítok podzemních vod do jámy lomu byl na základě rozdílu objemu čerpaných vod a simulovaného přítoku stanoven až na 90 l/s
- Lom Bílina se při postupu do hranic ÚEL významně přiblíží k jezeru Most, což může mít určité přínosy

REKAPITULACE

- Pokud by se jezero napouštělo s externí dotací vody v plánované výši $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$, pak by uvažované kóty hladiny 200,0 m n. m. bylo dosaženo za cca 20 let od začátku plnění
- Z hlediska disponibility zdrojů povrchové vody pro zatápění se prokázalo, že v obou uvažovaných povrchových tocích je dostatečně disponibilní průtok, který je navíc v řece Bílině pojištěn nadlepšováním průtoku čerpanou vodou z řeky Ohře
- Kvalita vody na obou zdrojích je akceptovatelná pro zatápění, ale pro snížení některých zhoršených ukazatelů se doporučuje se na přítoku realizovat opatření, která by jejich hodnoty snížila

REKAPITULACE

- Z hlediska cílové hladiny jezera je nutno na základě výsledků matematických simulací plnění zbytkové jámy konstatovat, že požadovaná kóta 200 m n. m. sice neodpovídá ustálené hladině, obzvláště při naplnění klimatických scénářů, avšak po započtení hydrogeologického přítoku je tato hladina udržitelná zachováním trvalého přítoku z obou zdrojů napouštěcí vody v řádu několika desítek sekundových litrů
- Zachování určitého trvalého přítoku z obou zdrojů i po napuštění jezera na cílovou provozní hladinu je žádoucí za účelem vyrovnavání dočasných bilančních ztrát jezera.

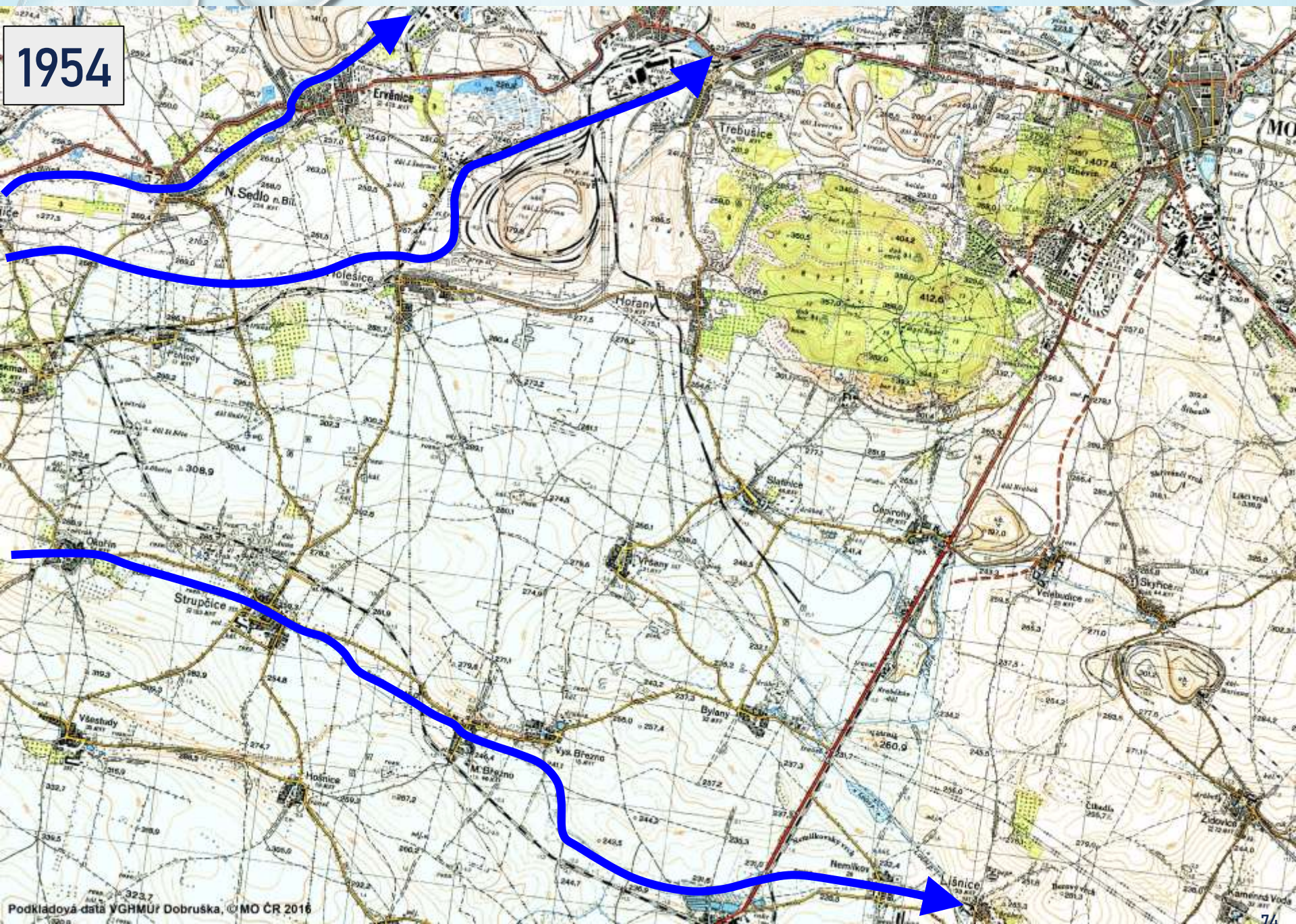
DOPORUČENÍ

- DOPORUČUJEME PROTO REALIZOVAT VARIANTU PRŮTOČNÉHO JEZERA V SOULADU S VÝCHOZÍ VARIANTOU
- VARIANTA PRŮTOČNÉHO JEZERA MŮŽE BÝT KDYKOLI OPUŠTĚNA, POKUD BY SE OBJEVILY NOVÉ SKUTEČNOSTI, KTERÉ BY JÍ TECHNICKY ČI EKONOMICKY ZNEMOŽŇOVALY
- PŘÍPADNÁ ZMĚNA KONCEPCE K NEPRŮTOČNÉMU JEZERU S HLADINOU ODPOVÍDAJÍCÍ USTÁLENÉ HLADINĚ BY BYLA VE SROVNÁNÍ S VÝCHOZÍ VARIANTOU NÁKLADOVĚ NEUTRÁLNÍ
- NICMÉNĚ ZA SOUČASNÝCH PODMÍNEK JE VÝHODNĚJŠÍ UPŘEDNOSTŇOVAT PRŮTOČNÉ JEZERO Z DŮVODU ZACHOVÁNÍ MOŽNOSTI JEZERO BÍLINA PROPOJIT S JEZEREM MOST

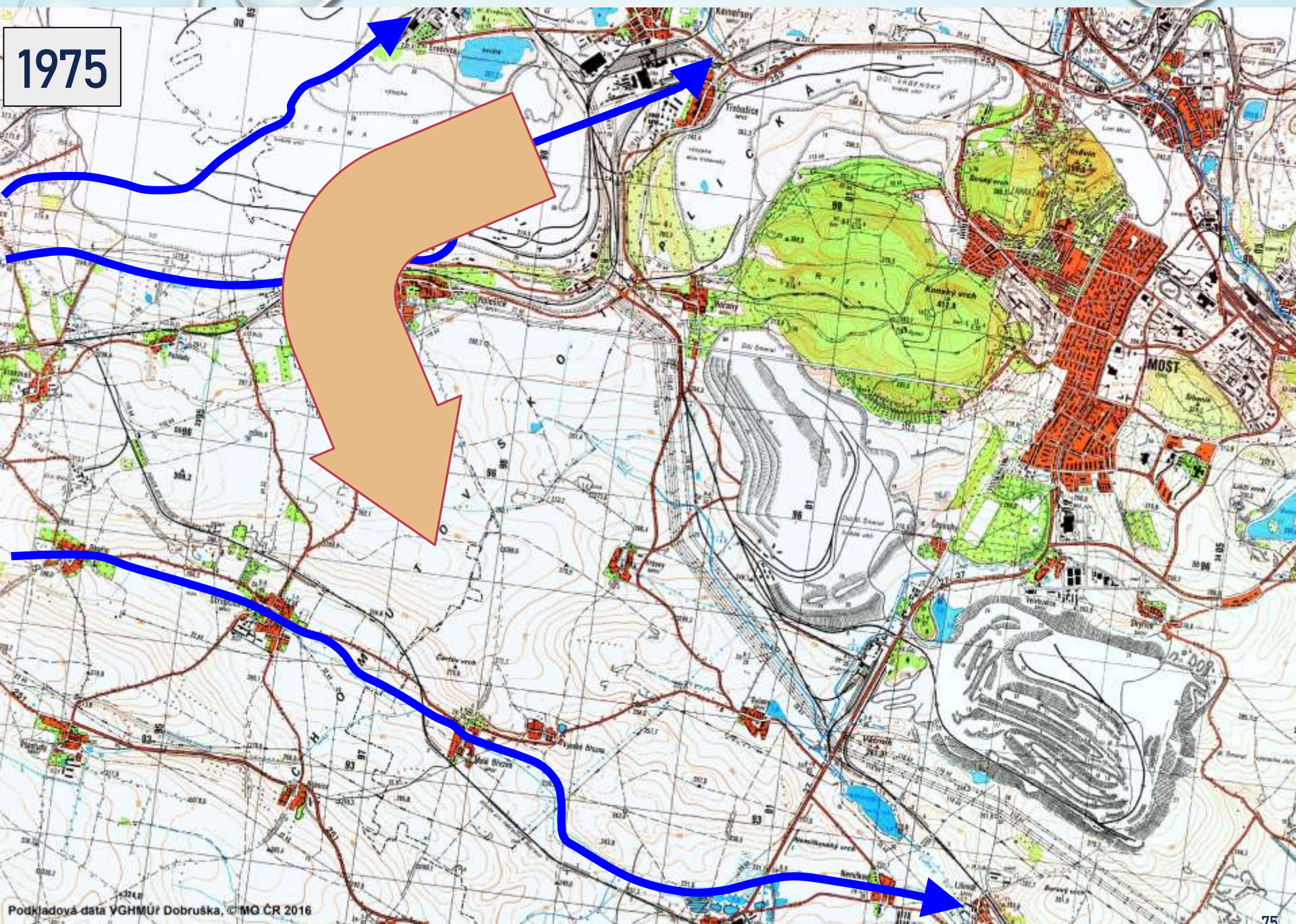


SIMULACE NA LOMU VRŠANY

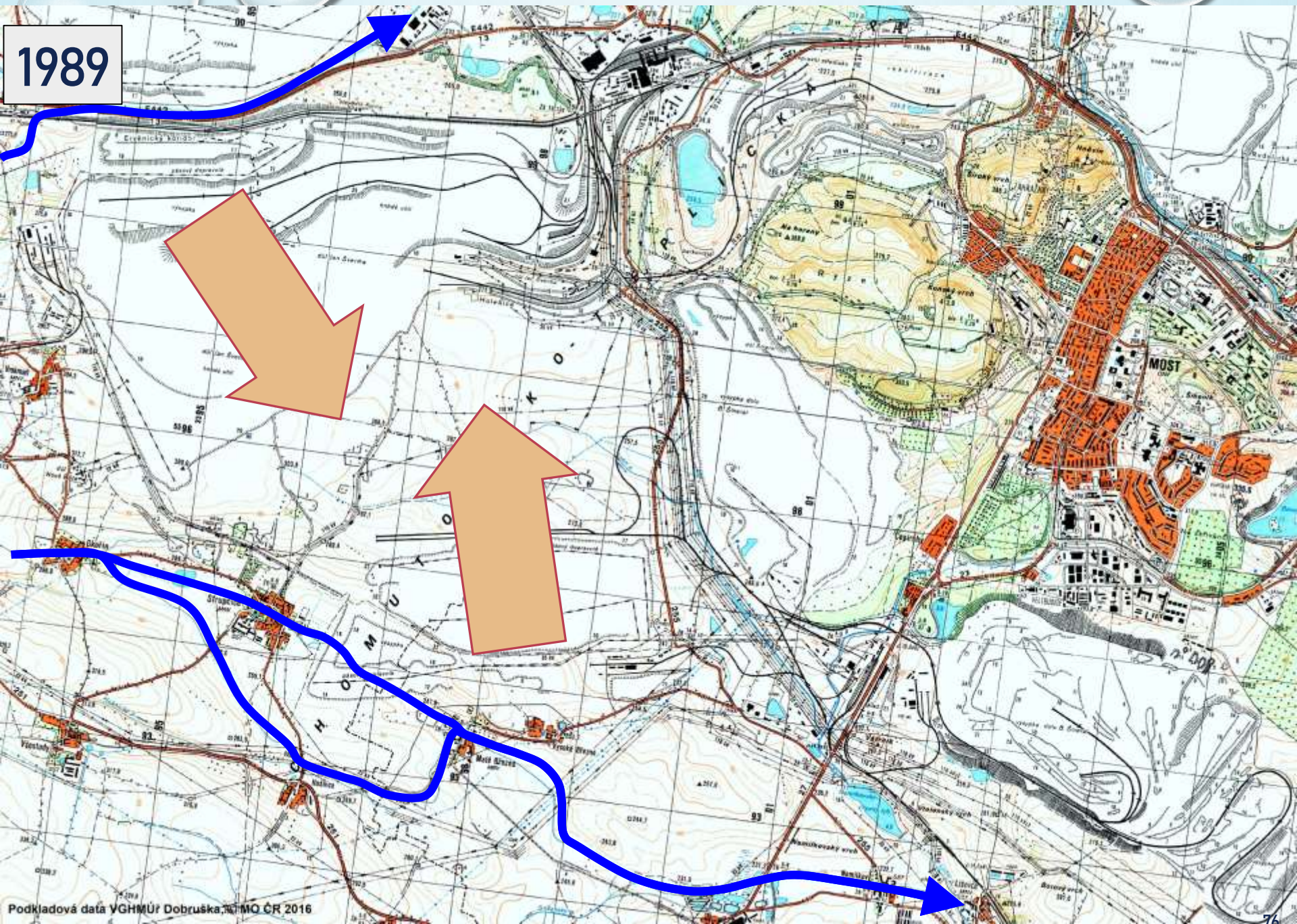
1954



1975

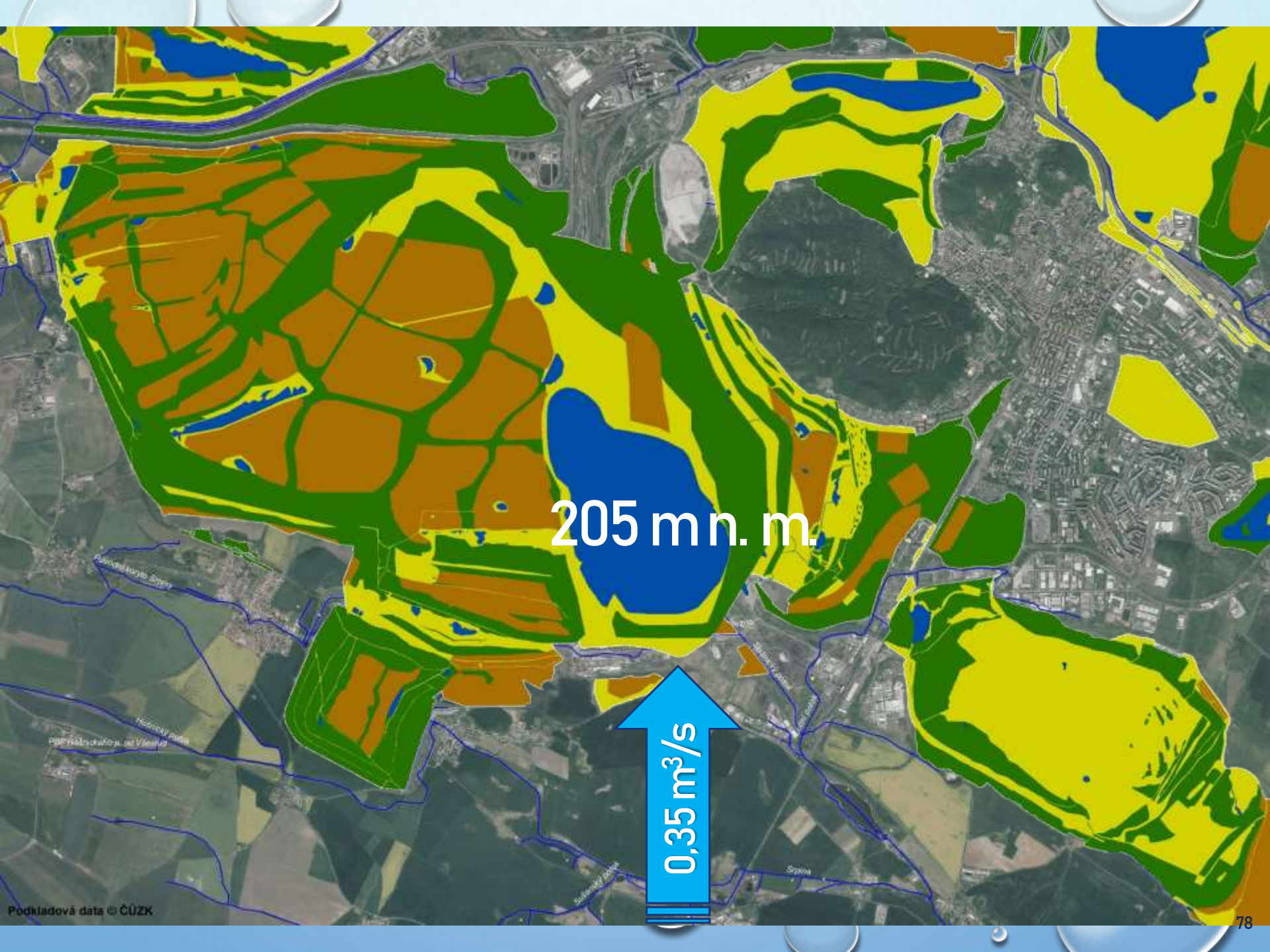


1989



2019

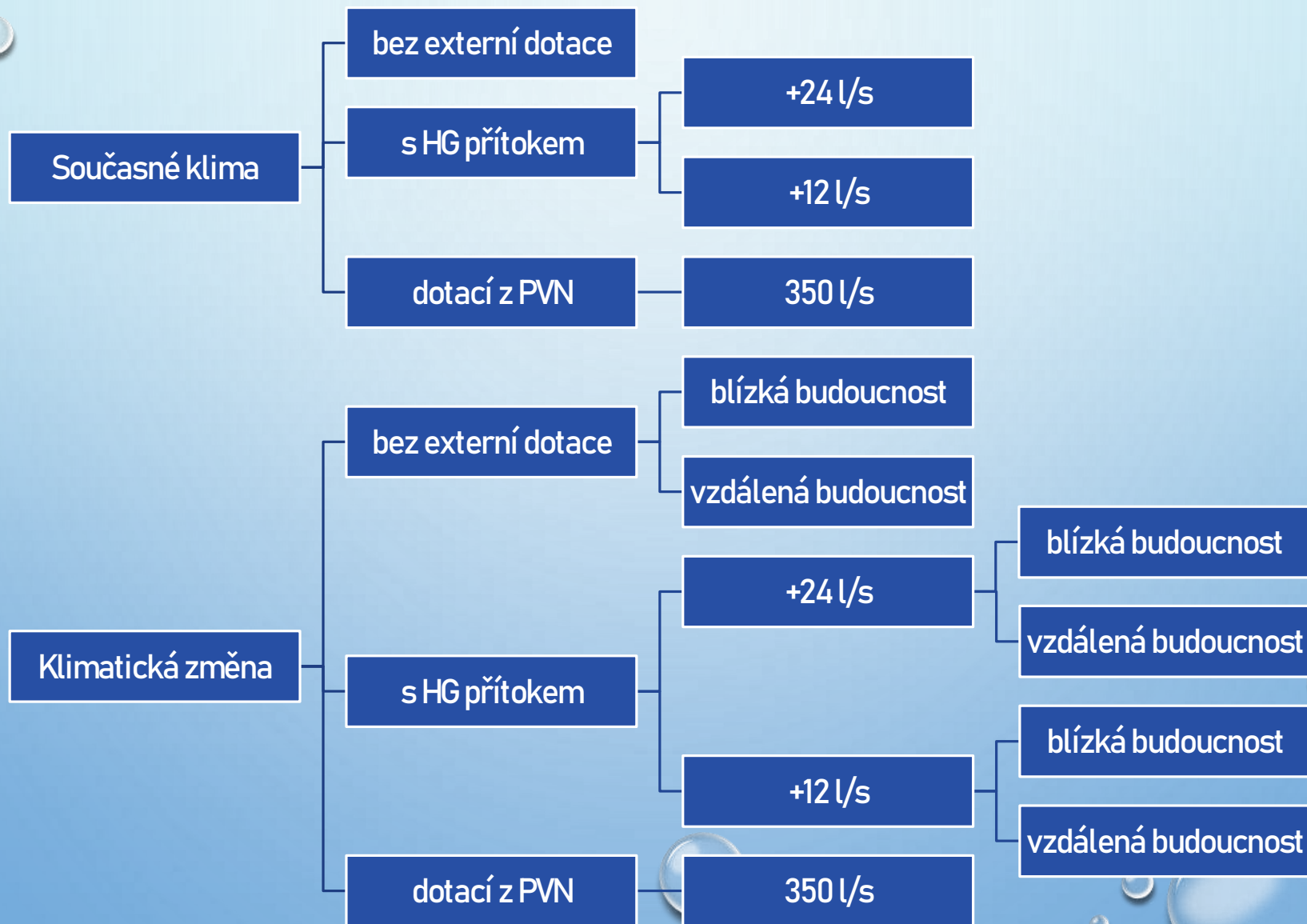




205 mm.m.

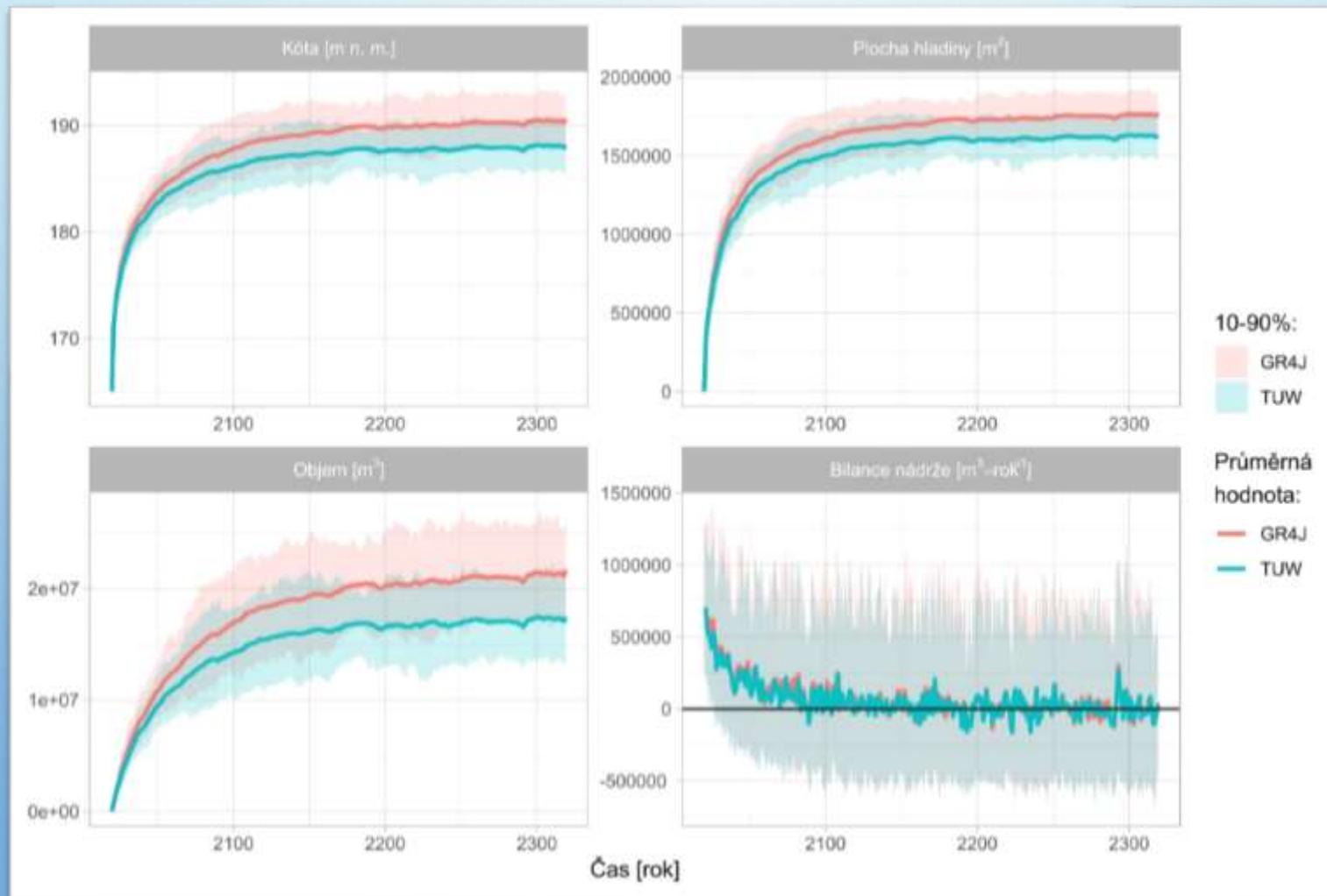
0,35 m³/s

SIMULACE PLNĚNÍ ZBYTKOVÉ JÁMY



USTÁLENÍ HLADINY JEZERA VRŠANY

BEZ EXTERNÍ DOTACE: ustálená hladina v průměru na kótě 190,5 m n. m. (GR4J), resp. 188,2 m n. m. (TUW) za více než 300 let od začátku napouštění nádrže.



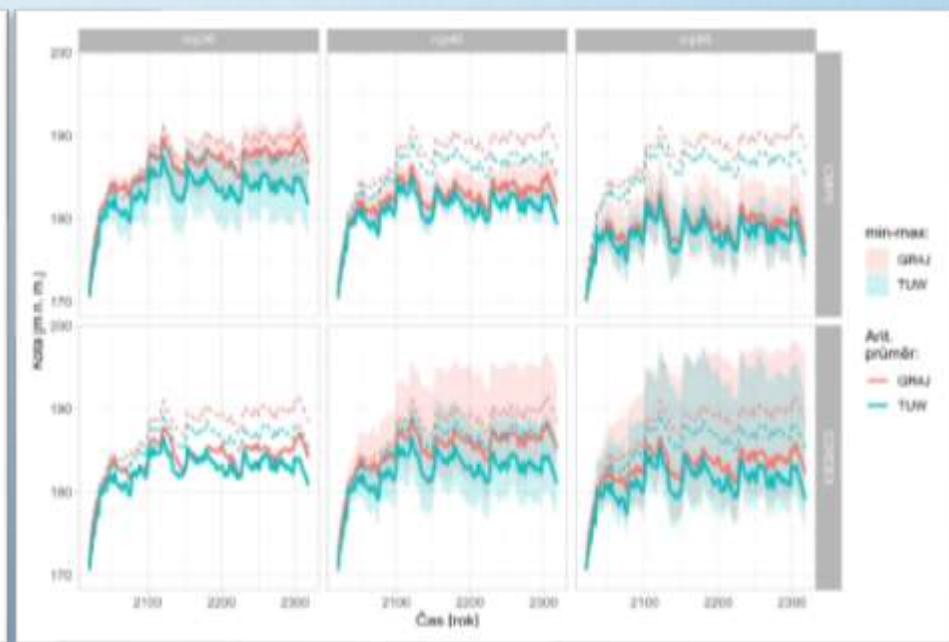
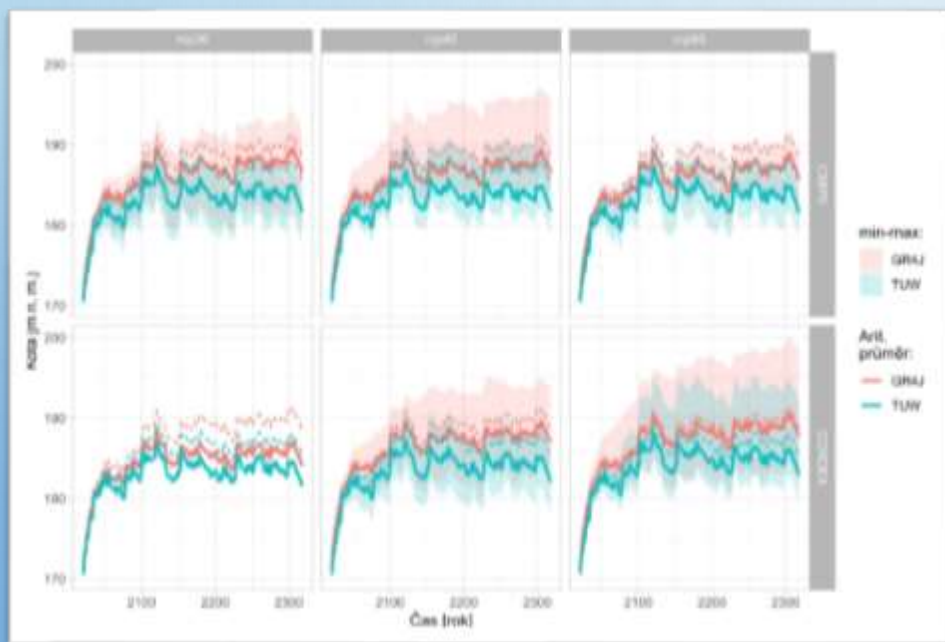
USTÁLENÍ HLADINY JEZERA VRŠANY

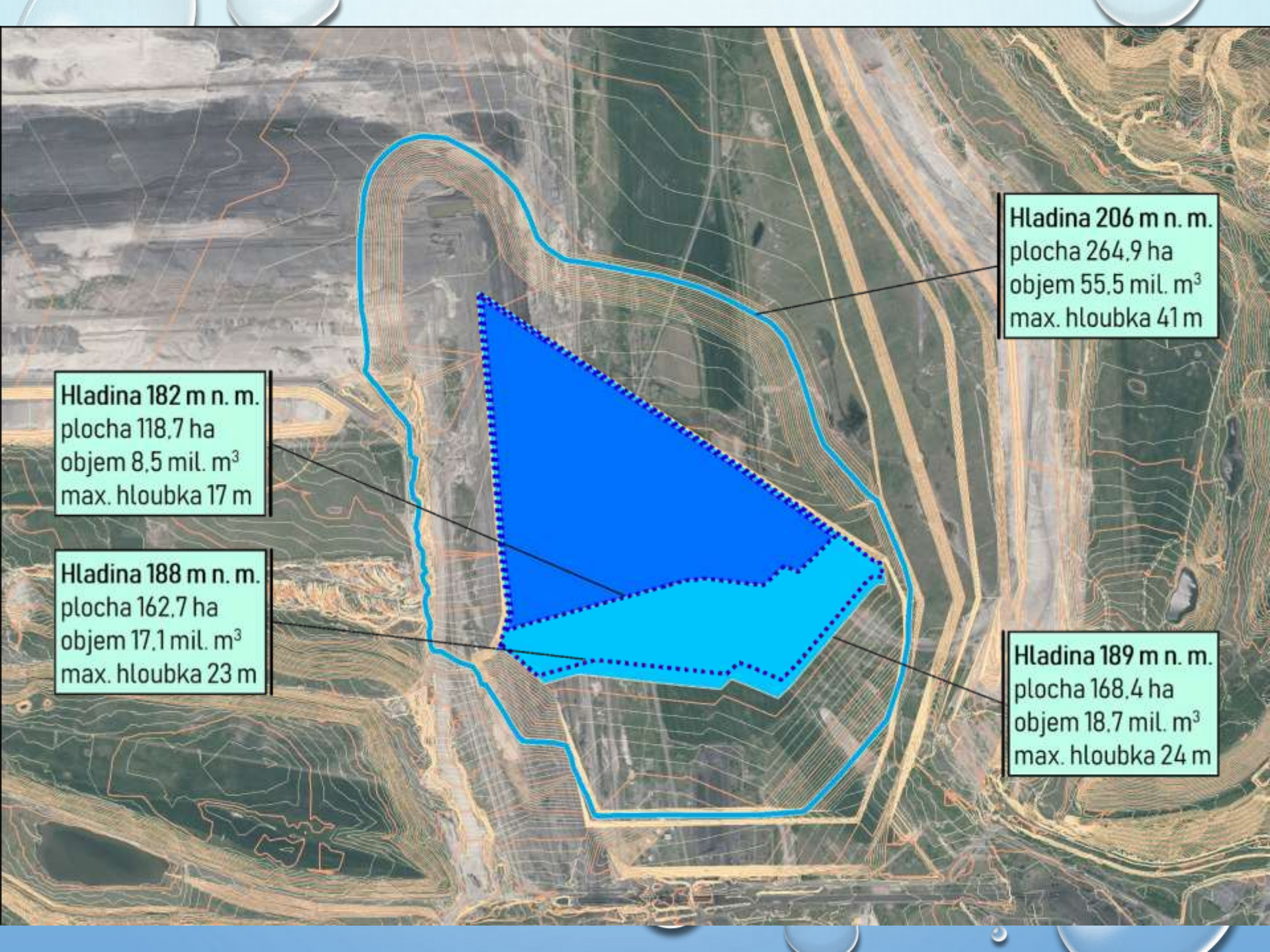
Blízká budoucnost

184,8–189,0 mn. m.

Vzdálená budoucnost

181,7–188,1 mn. m.





Hladina 182 m n. m.
plocha 118,7 ha
objem 8,5 mil. m³
max. hloubka 17 m

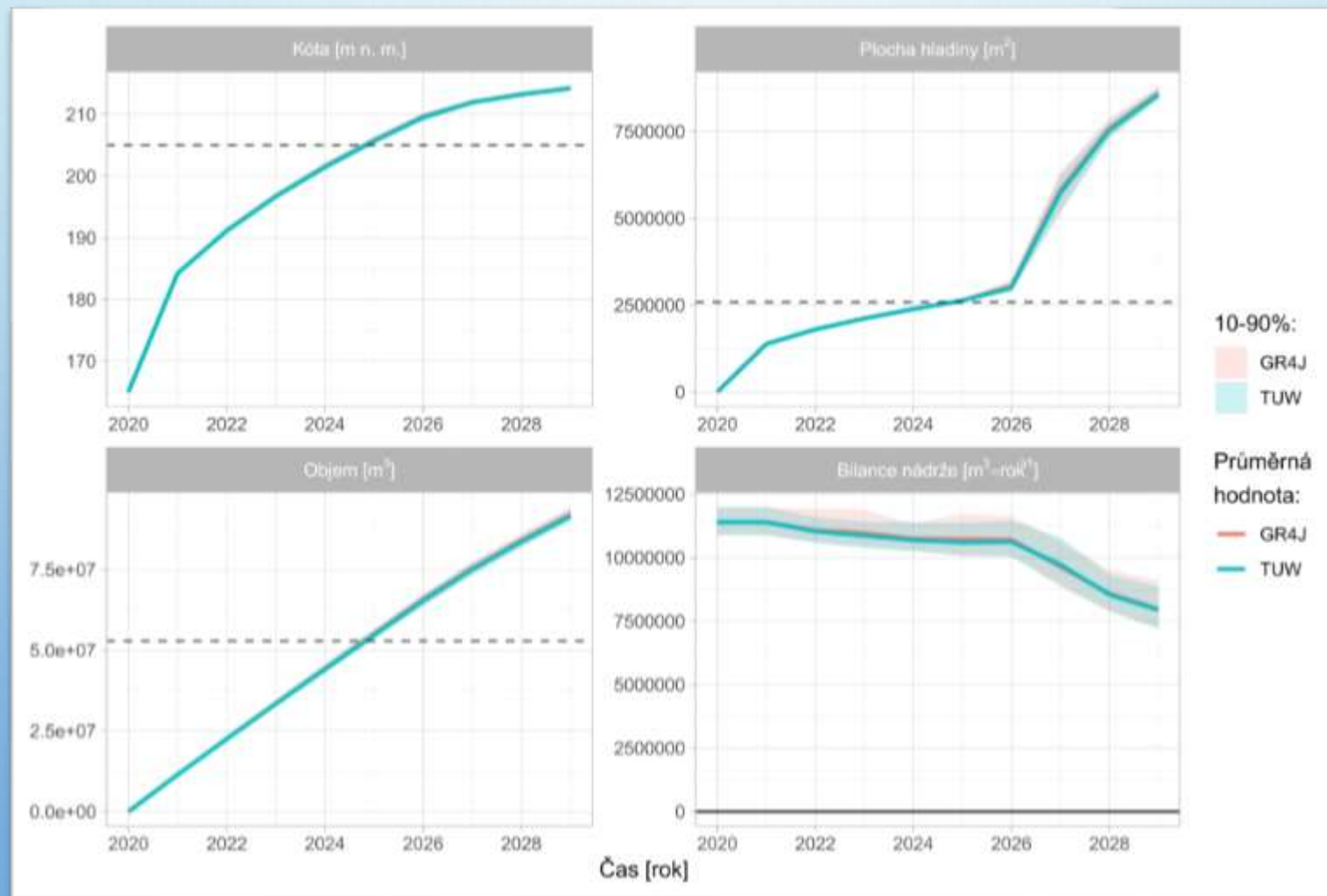
Hladina 188 m n. m.
plocha 162,7 ha
objem 17,1 mil. m³
max. hloubka 23 m

Hladina 206 m n. m.
plocha 264,9 ha
objem 55,5 mil. m³
max. hloubka 41 m

Hladina 189 m n. m.
plocha 168,4 ha
objem 18,7 mil. m³
max. hloubka 24 m

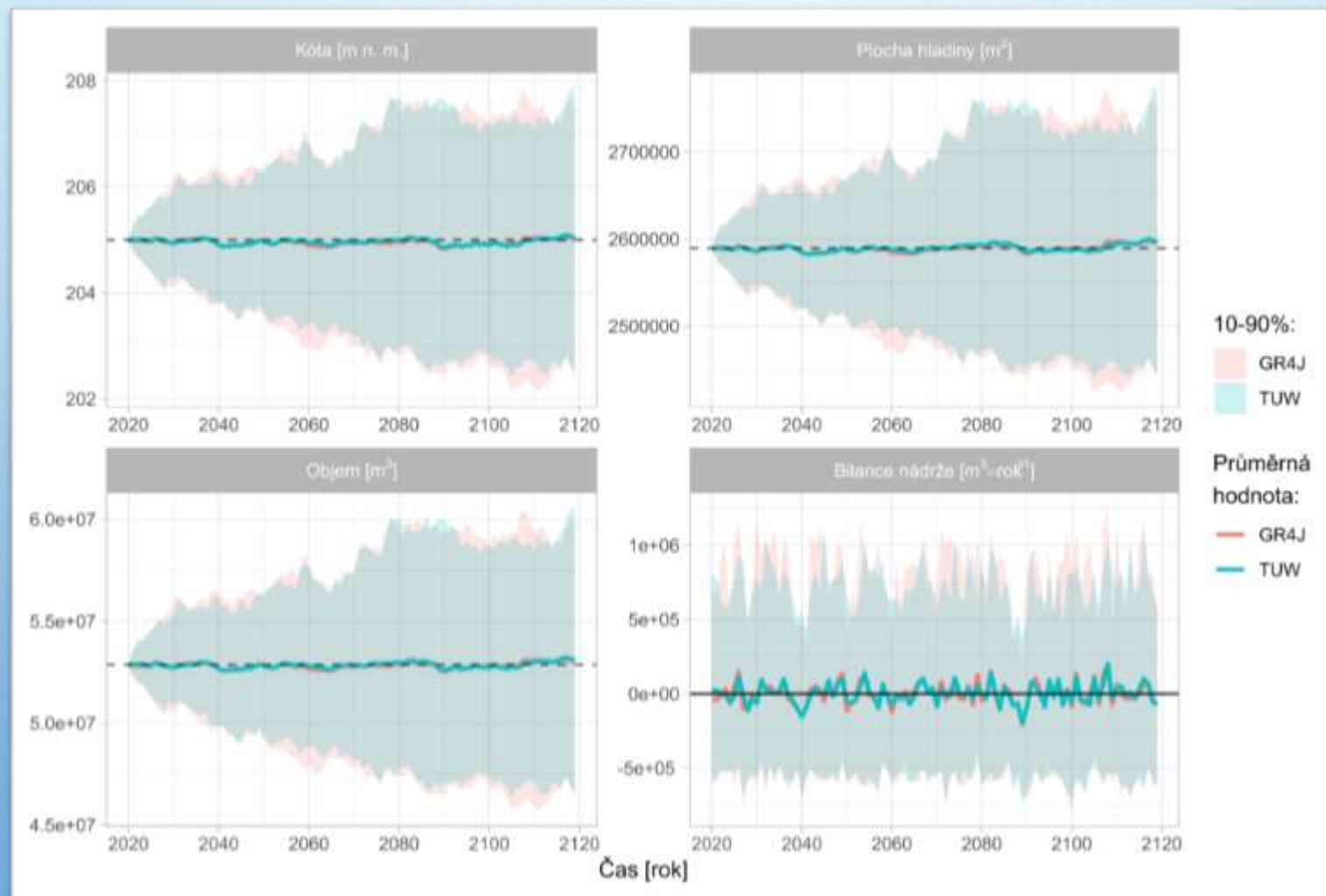
NAPOUŠTĚNÍ JEZERA VRŠANY

DOTACE Z PVN 350 l/s: na 205 m n. m. napuštěno do 5 let



POTŘEBA EXTERNÍ DOTACE

EXTERNÍ DOTACE PRO UDRŽENÍ HLADINY NA 205 m n. m.: 12,2 až 14,2 l/s



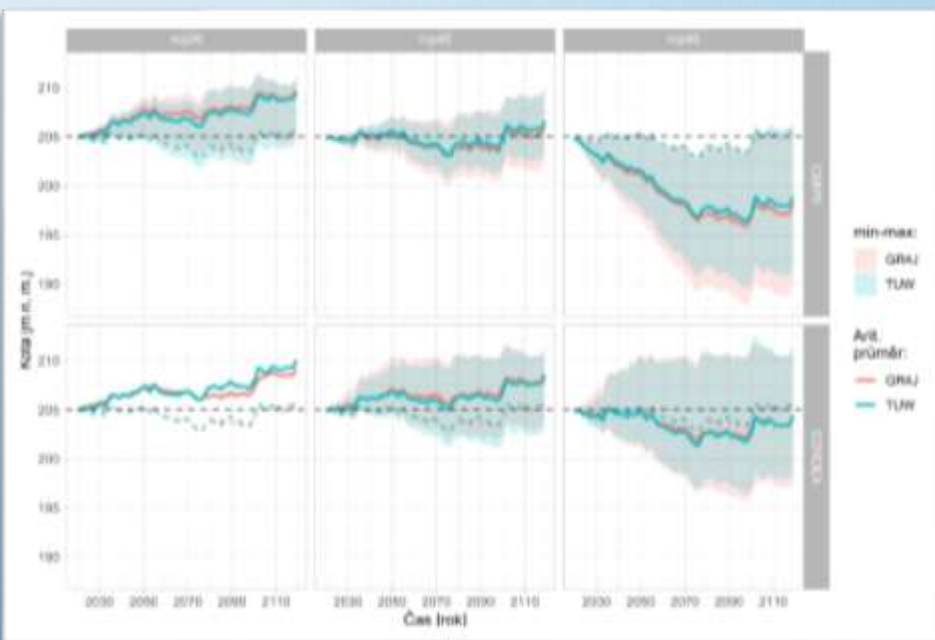
POTŘEBA EXTERNÍ DOTACE PRO UDRŽENÍ HLADINY NA 205 m

Blízká budoucnost

17,9–21,4 l/s

Vzdálená budoucnost

24,9–27,8 l/s



REKAPITULACE

- Po ukončení těžby na lomu Vršany se nepředpokládají žádné významnější hydrogeologické přítoky, které by mohly významně ovlivňovat bilanci budoucího jezera
- Zbytková jáma lomu se v době po ukončení těžby kolem roku 2057 bude nacházet mimo dosah vodních toků, které by bylo možné do jámy gravitačně svést
- Budoucí zbytková jáma tak bude zcela odkázaná na přítoky vod z vlastního povodí, které bude oproti současné situaci ještě nepatrně zvětšeno v důsledku postupu lomu do Slatinické výsypky

REKAPITULACE

- Z hlediska disponibility zdrojů povrchové vody pro zatápění se prokázalo, že s využitím čerpané vody z Ohře je možné zbytkovou jámu lomu Vršany na požadovanou kótu 205 m n. m. napustit v horizontu 5 let
- Kapacita i kvality vody v PVN pro účely napouštění byla prověřena už při zatápění jezera Most, kdy odebírané množství bylo až trojnásobně vyšší, než se uvažuje pro jezero Vršany
- Z hlediska cílové hladiny jezera je nutno na základě výsledků matematických simulací plnění zbytkové jámy konstatovat, že uvažovaná kóta hladiny jezera neodpovídá ustálené hladině
- Ta za stávajících klimatických podmínek vychází na úrovni cca 189 m n. m, což je o 17 m níže, než uvažuje plán rekultivace. Pokud by došlo k naplnění klimatických scénářů, hladina by se ustálila ještě níže
- K ustálení hladiny na vyšší úrovni (nad 200 m n. m.) by došlo pouze, pokud by zbytková jáma byla nadále dotována hydrogeologickým přítokem, který se však po ukončení těžby už nepředpokládá

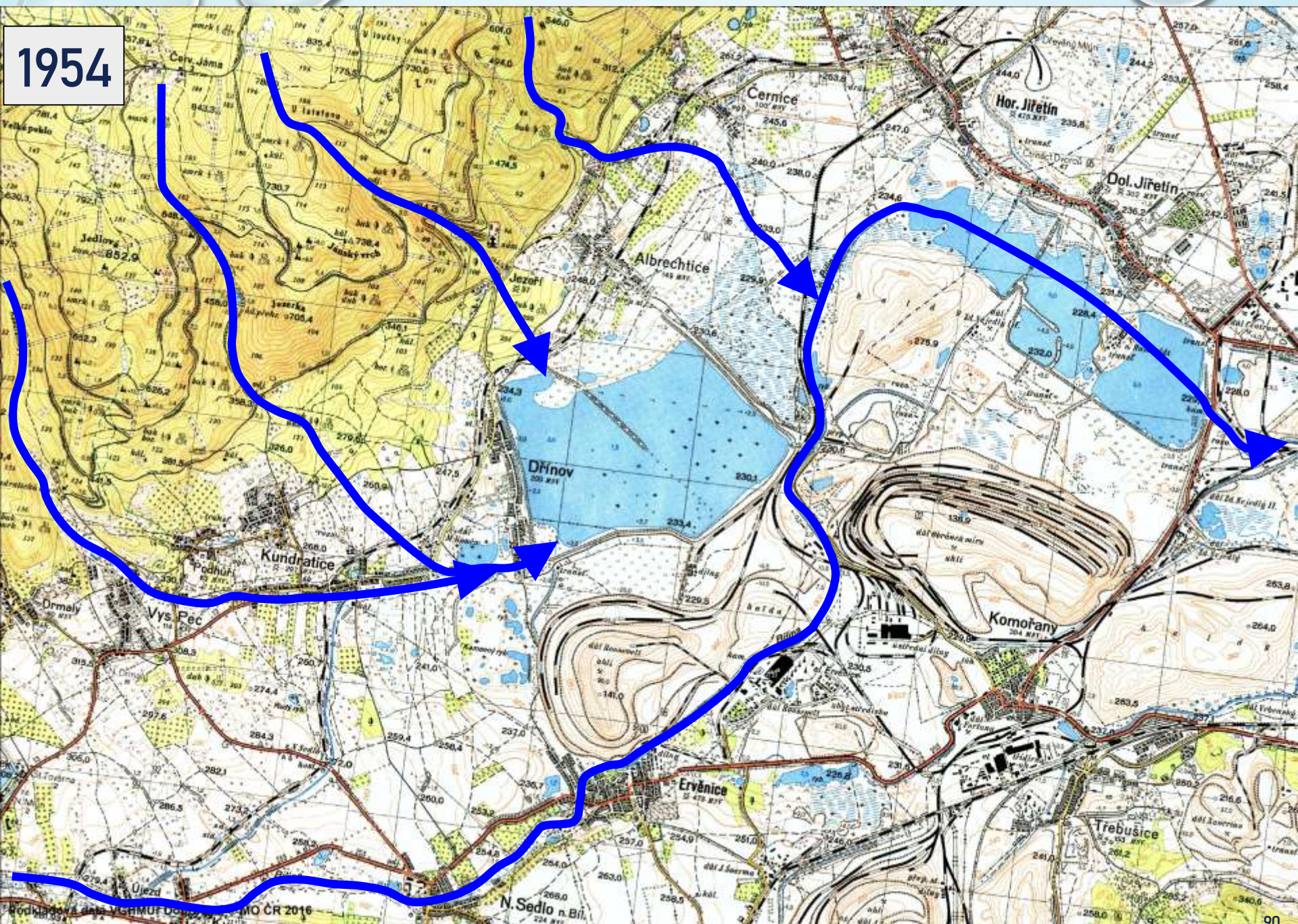
DOPORUČENÍ

- DOPORUČUJEME PROTO PLÁN REKULTIVACE UPRAVIT NA ÚROVEŇ, KTERÁ ODPOVÍDÁ USTÁLENÍ JEZERA ZA STÁVAJÍCÍCH KLIMATICKÝCH PODMÍNEK
- S OHLEDEM NA PŘEDPOKLÁDANOU ŽIVOTNOST TĚŽBY LOMU VRŠANY BUDE JEŠTĚ DOSTATEK ČASU CÍLOVOU HLADINU JEZERA DODATEČNĚ UPRAVIT V PŘÍPADĚ, ŽE VÝVOJ SKUTEČNÝCH KLIMATICKÝCH PODMÍNEK BUDE SMĚŘOVAT K PROGNÓZOVANÝM SCÉNÁŘŮM ČI SE UKÁŽE, ŽE ZBYTKOVÁ JÁMA BUDE DOTOVÁNA HYDROGEOLOGICKÝM PŘÍTOKEM

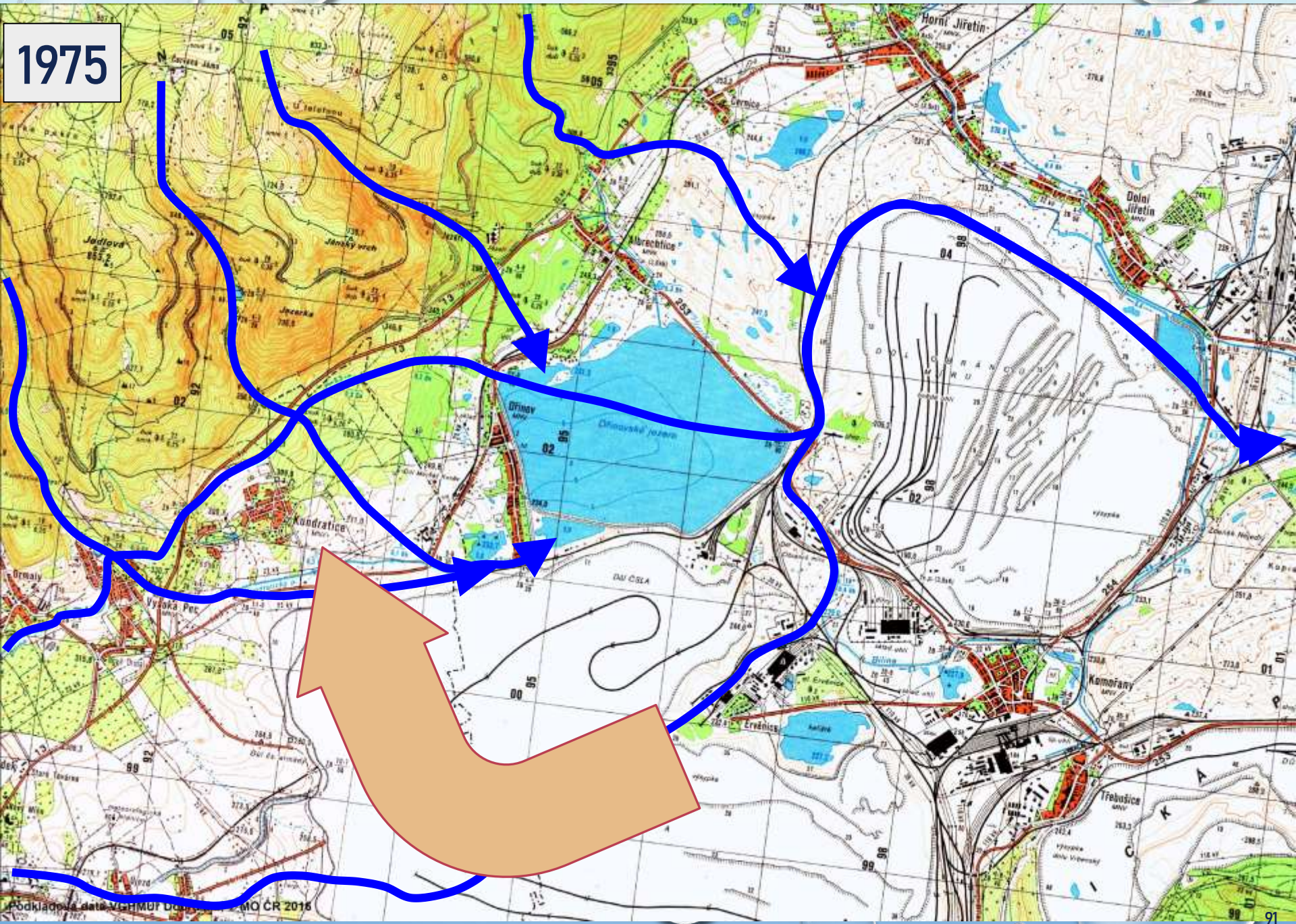


SIMULACE NA LOMU ČSA

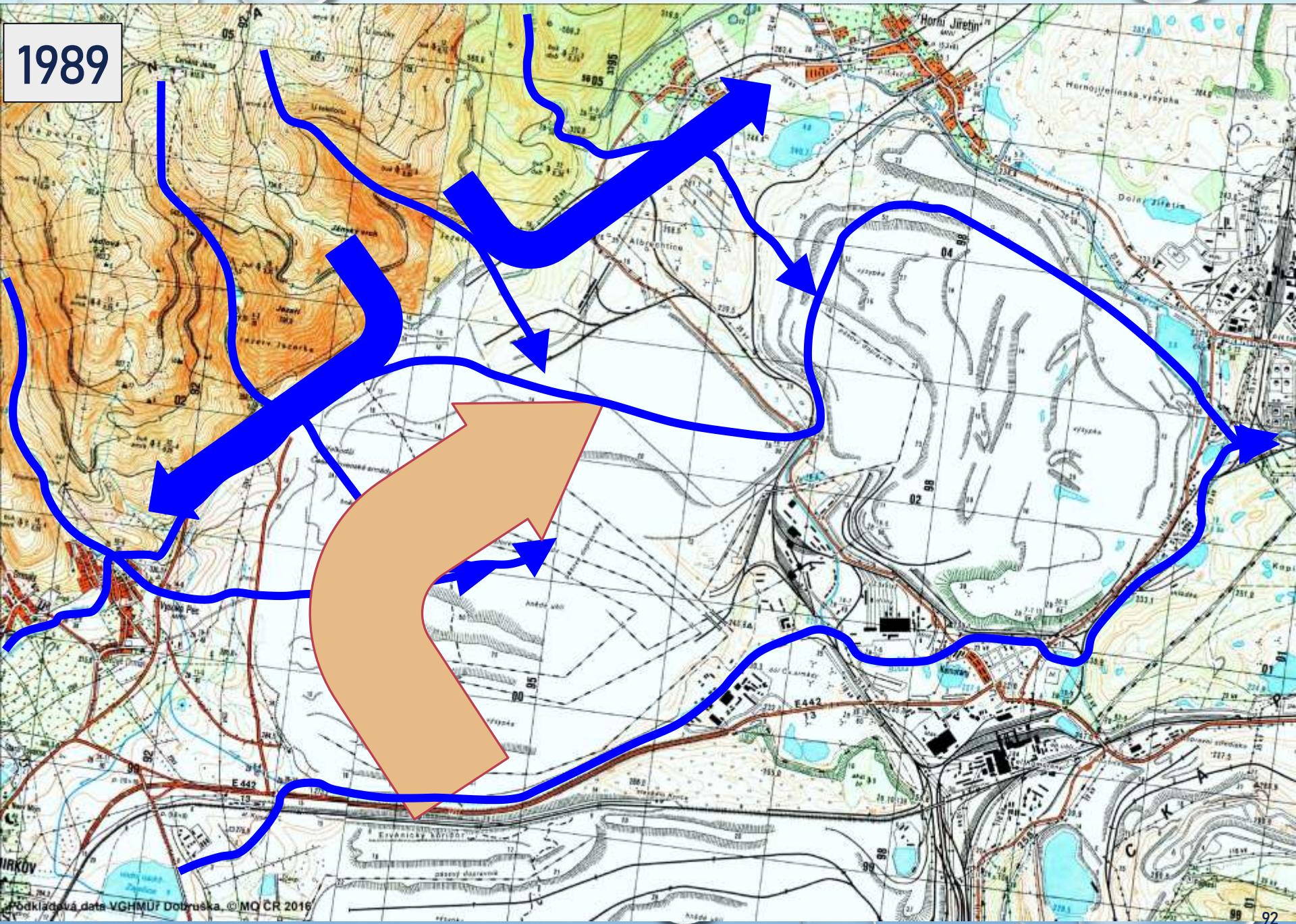
1954



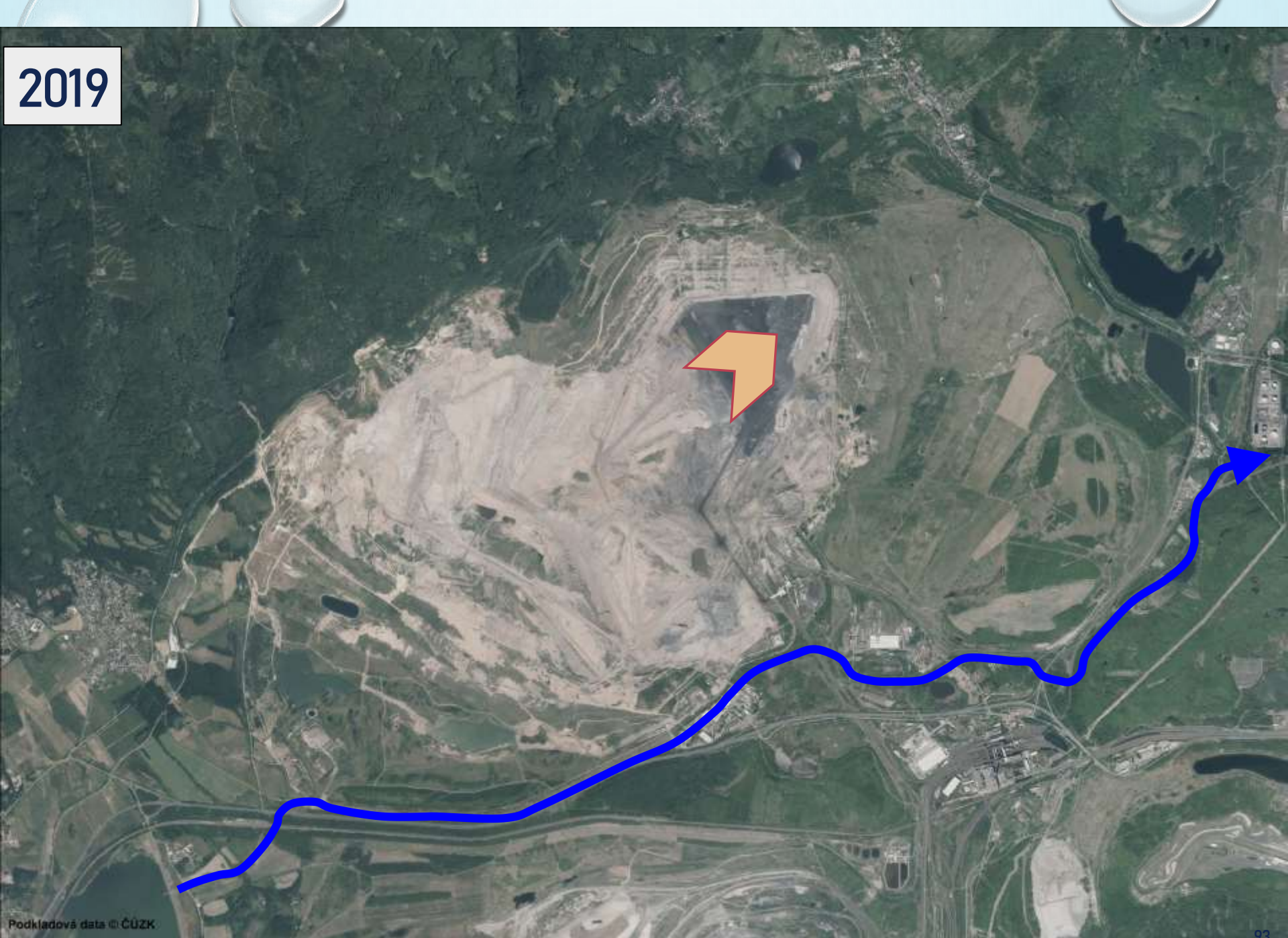
1975

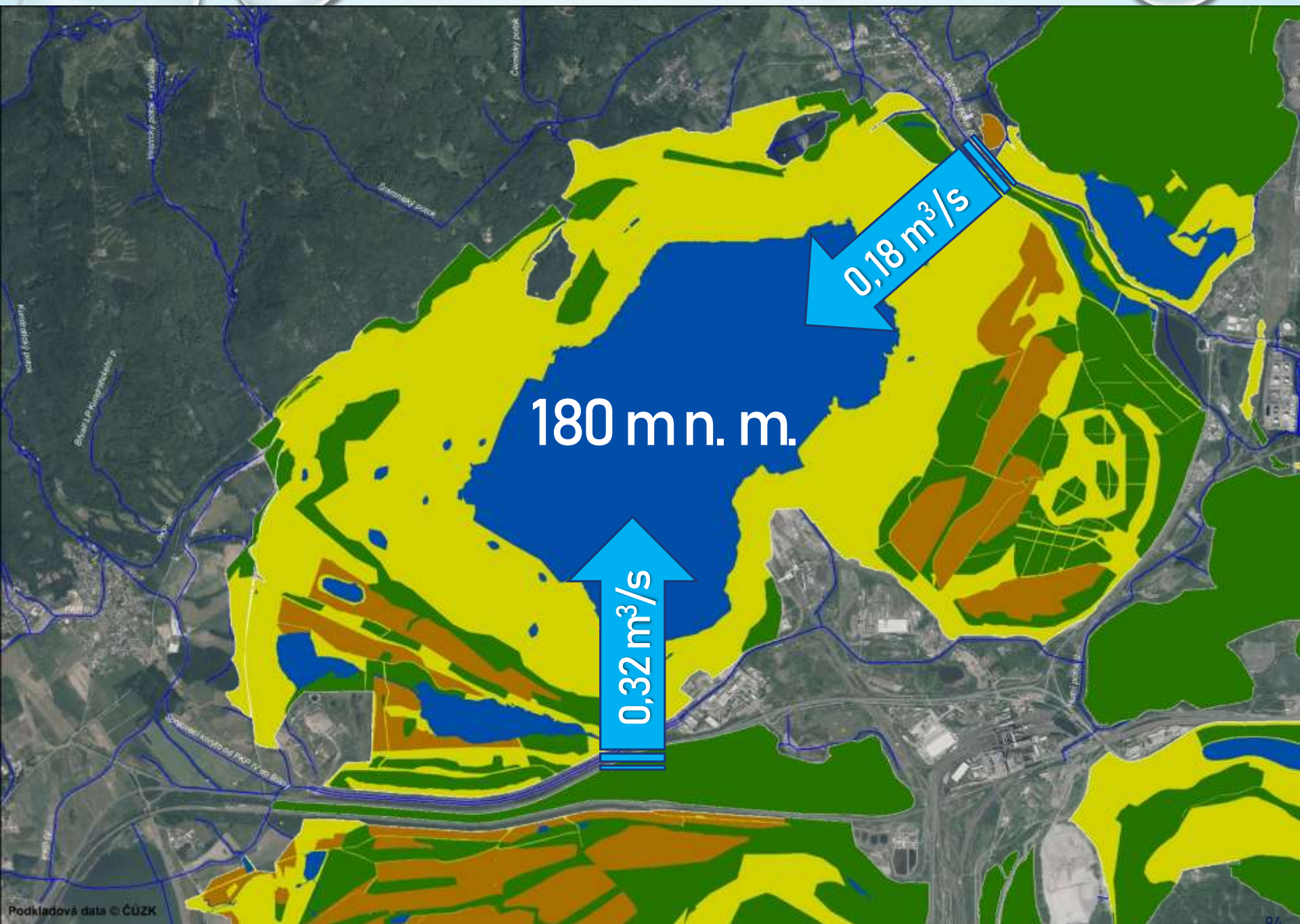


1989



2019

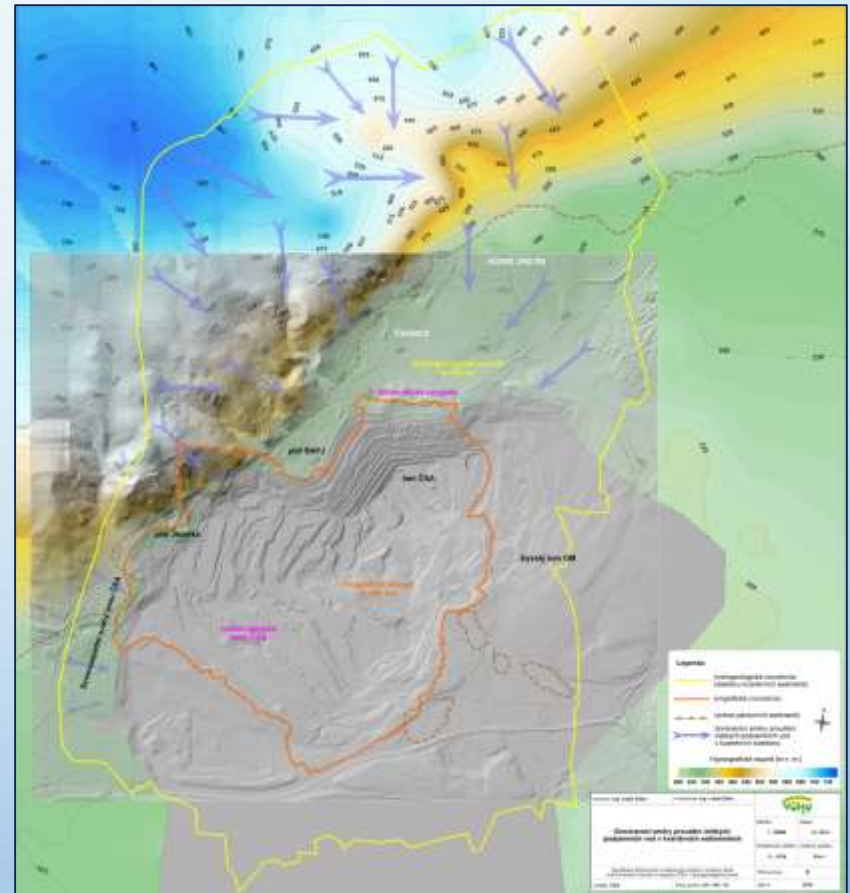




VSTUPNÍ DATA

Hydrogeologické dotace

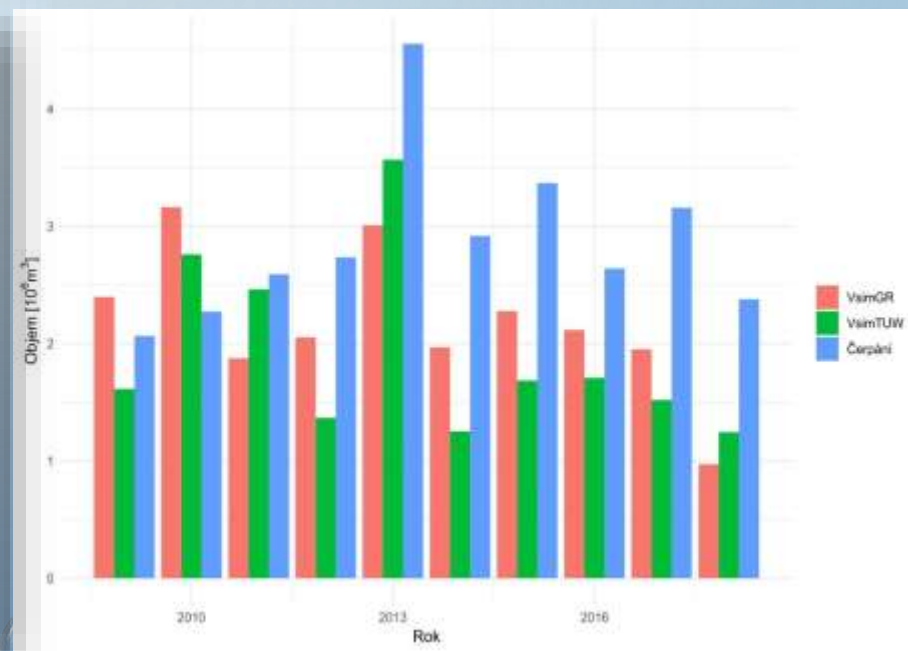
- Hydrogeologické kolektory:
 - Kvartérní sedimenty
 - Uhelná sloj
 - Komplex hornin krystalinika
- Analýza přítoků podzemních vod
 - trvalé vývěry 14,0 až 15,0 l/s
 - sezónní vývěry 9,0 až 10,0 l/s
 - většina vyvěrajících vod pochází z kvartérního kolektoru
 - hydrogeologické povodí kvartérních sedimentů 3 961 ha



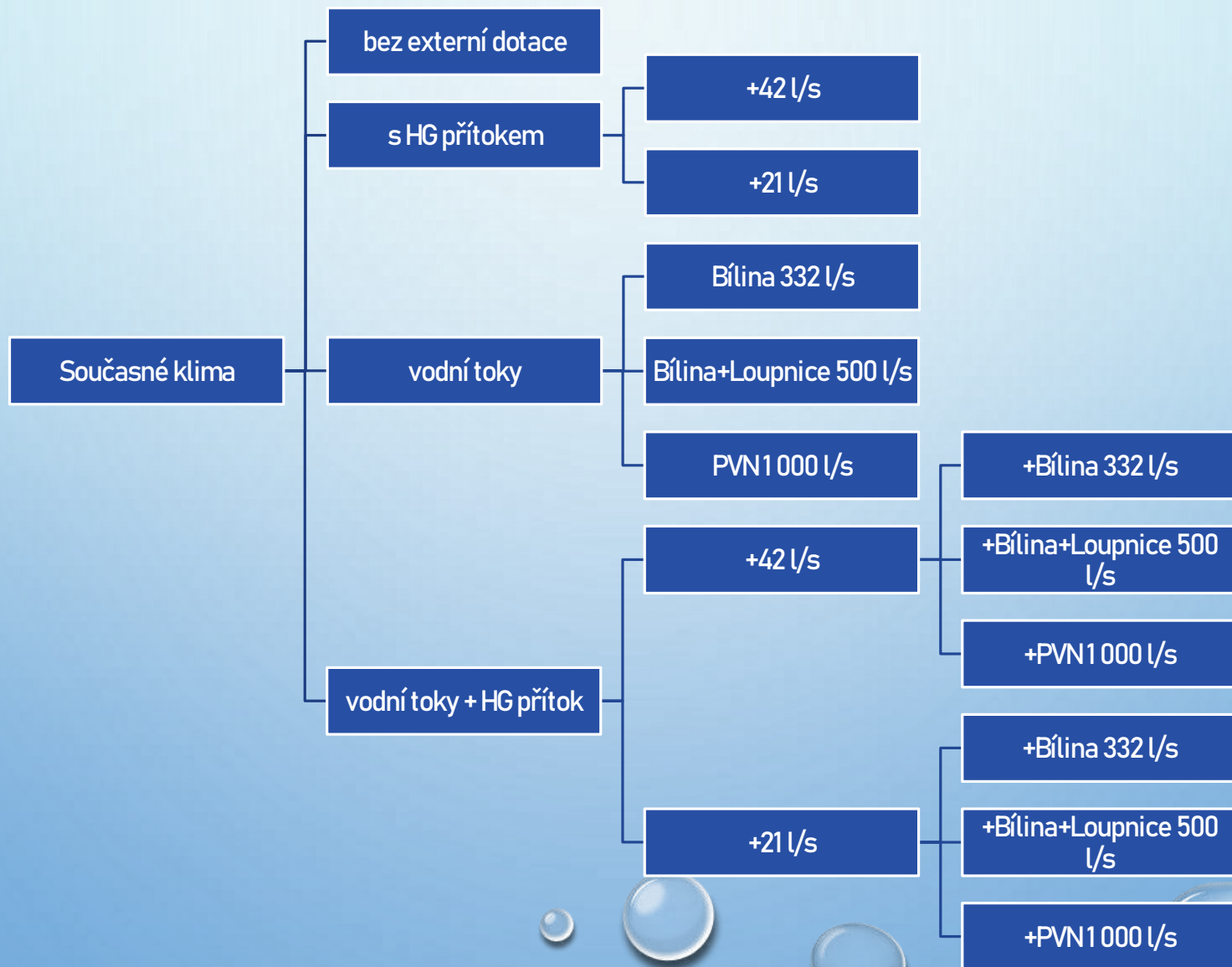
VSTUPNÍ DATA

Hydrogeologické dotace

- Porovnání simulovaných přítoků s objemem čerpaných vod: 33,7 l/s (GR4J) a 42,6 l/s (TUV)
- Pro účely simulací HG dotace stanovena variantně: 42 l/s a 21 l/s
- Podle hydrogeologických prognóz budou po ukončení těžby přítoky zachovány



SIMULACE PLNĚNÍ ZBYTKOVÉ JÁMY



USTÁLENÍ HLADINY JEZERA ČSA

BEZ EXTERNÍ DOTACE

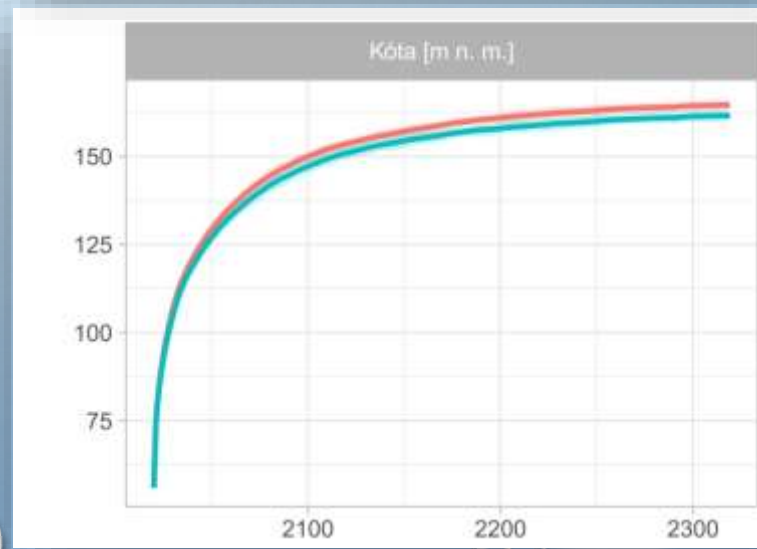
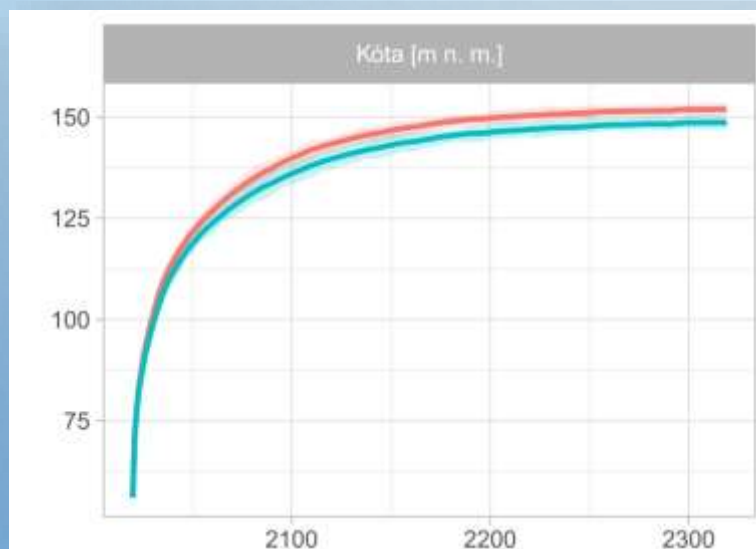
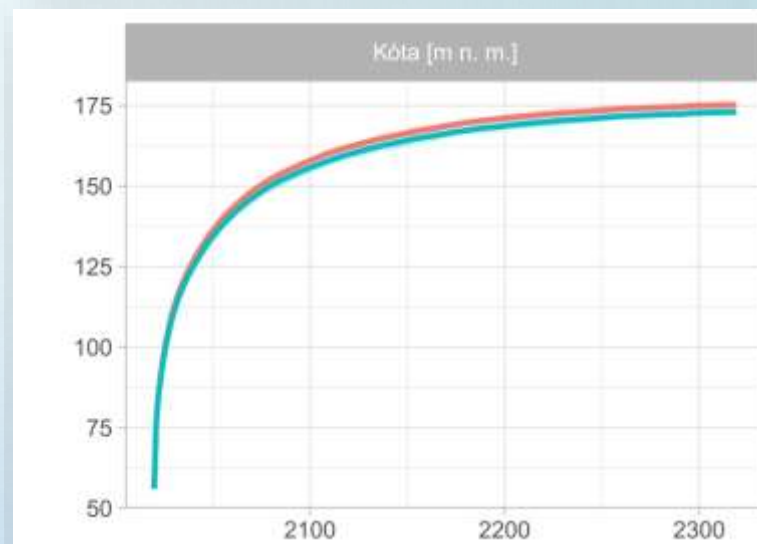
- 152,3 mn. m. (GR4J) a 149,2 mn. m. (TUV)

HG DOTACE 21 l/s:

- 166,1 mn. m. (GR4J) a 162,9 mn. m. (TUV)

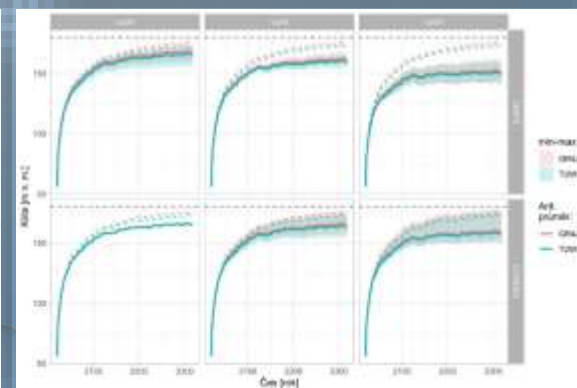
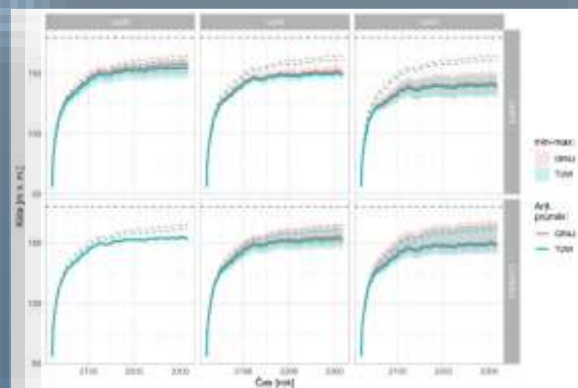
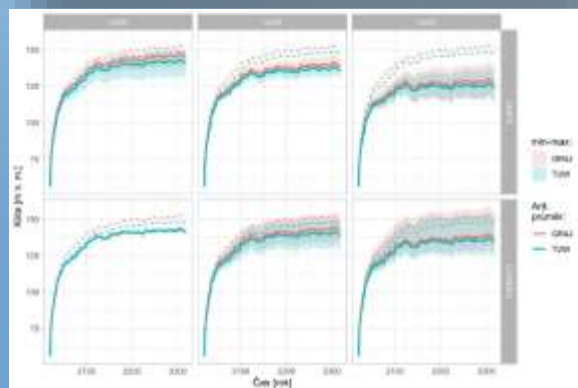
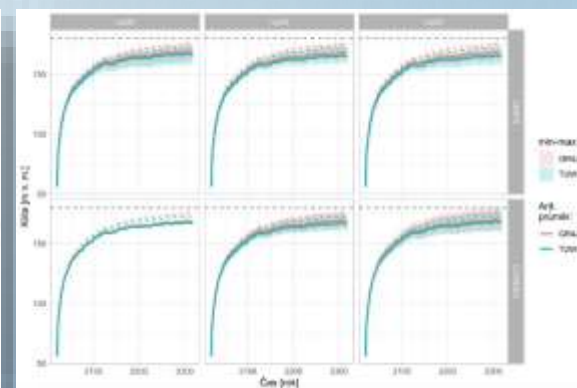
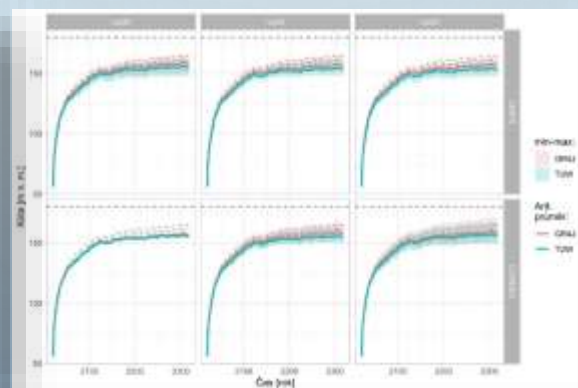
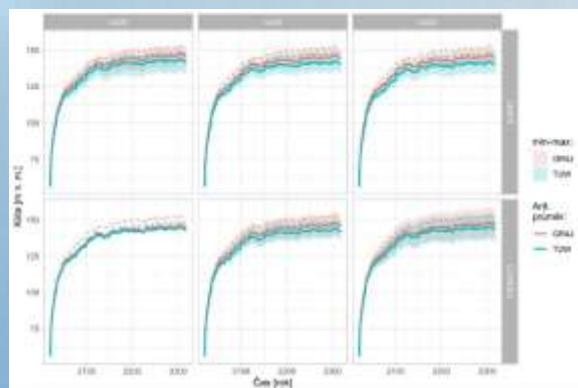
HG DOTACE 42 l/s:

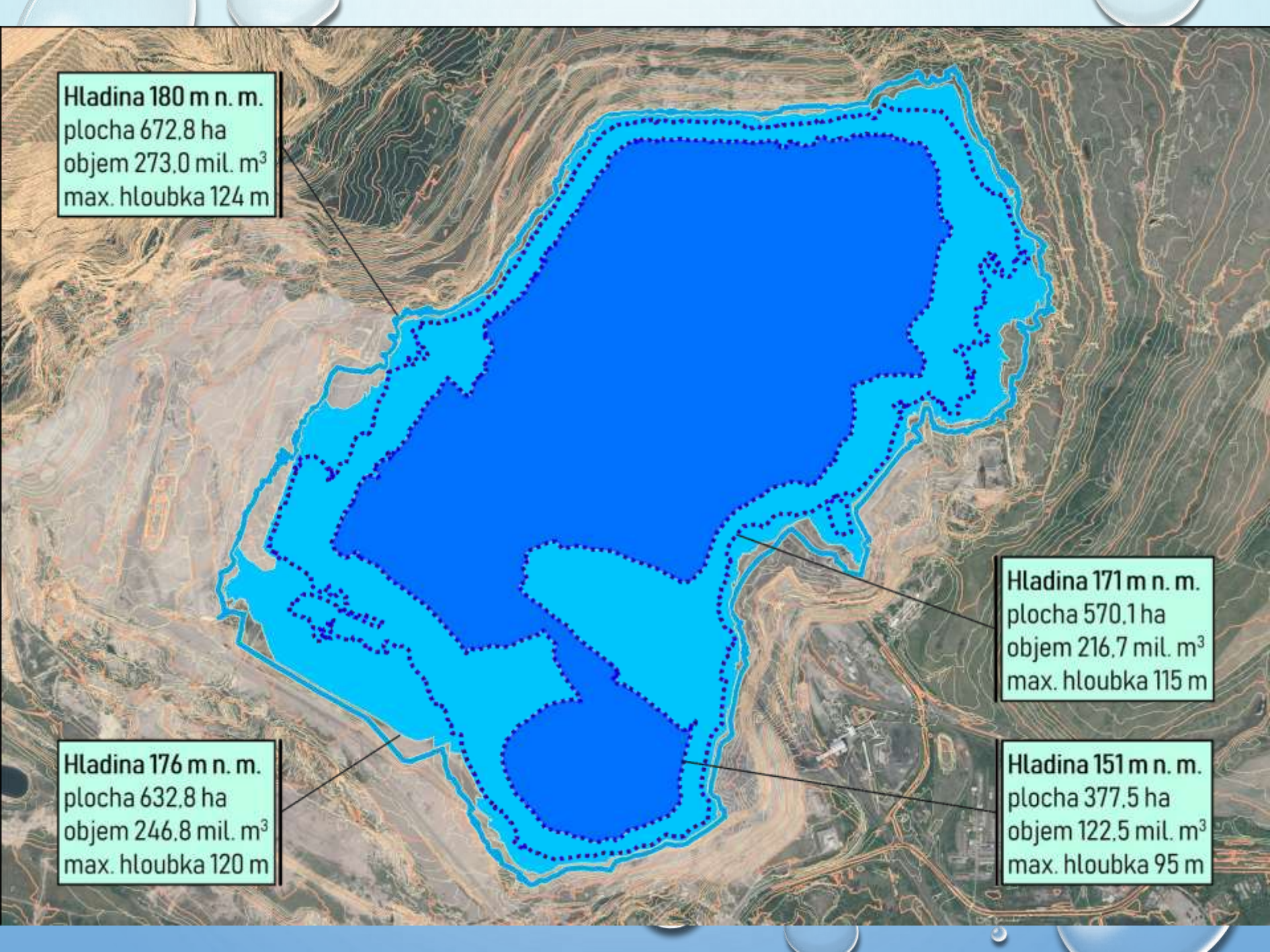
- 177,2 mn. m. (GR4J) a 174,6 mn. m. (TUV)



USTÁLENÍ HLADINY JEZERA ČSA

	Bez externí dotace	HG přítok 21 l/s	HG přítok 42/s
Blízká budoucnost	142,6-147,5 mn. m.	154,6-159,5 mn. m.	166,4-170,8 mn. m.
Vzdálená budoucnost	126,5-146,2 mn. m.	140,8-157,7 mn. m.	150,7-169,0 mn. m.





The image is a topographic map of a reservoir area, showing contour lines and terrain. Three specific water levels are highlighted with blue areas and labeled with text boxes. The labels provide the elevation, surface area, volume, and maximum depth for each level.

Hladina 180 m n. m.
plocha 672,8 ha
objem 273,0 mil. m³
max. hloubka 124 m

Hladina 171 m n. m.
plocha 570,1 ha
objem 216,7 mil. m³
max. hloubka 115 m

Hladina 176 m n. m.
plocha 632,8 ha
objem 246,8 mil. m³
max. hloubka 120 m

Hladina 151 m n. m.
plocha 377,5 ha
objem 122,5 mil. m³
max. hloubka 95 m

NAPOUŠTĚNÍ JEZERA ČSA

● HG DOTACE 42 l/s + BÍLINA 332 l/s:

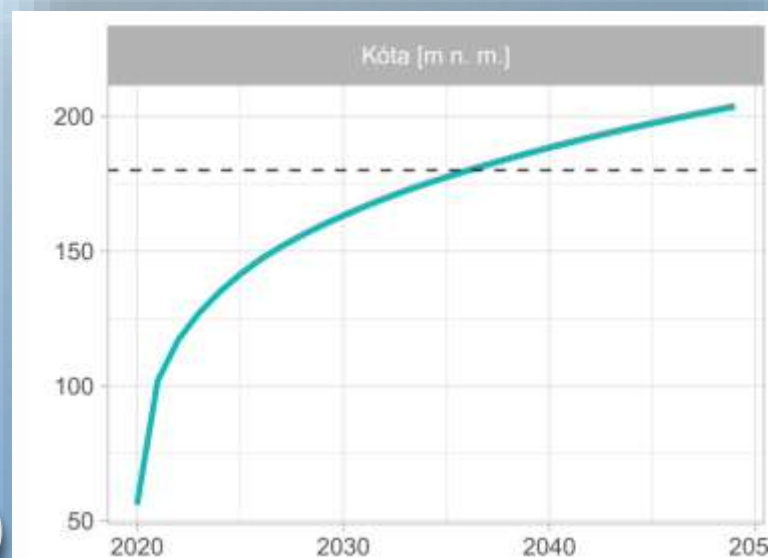
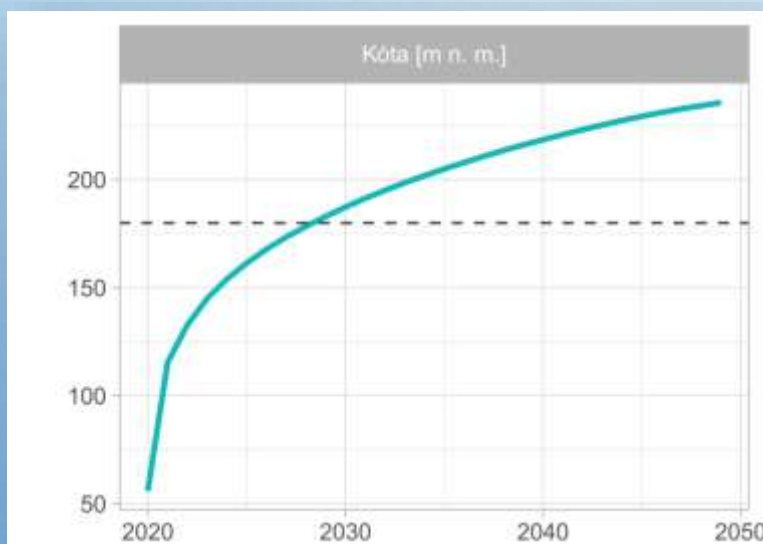
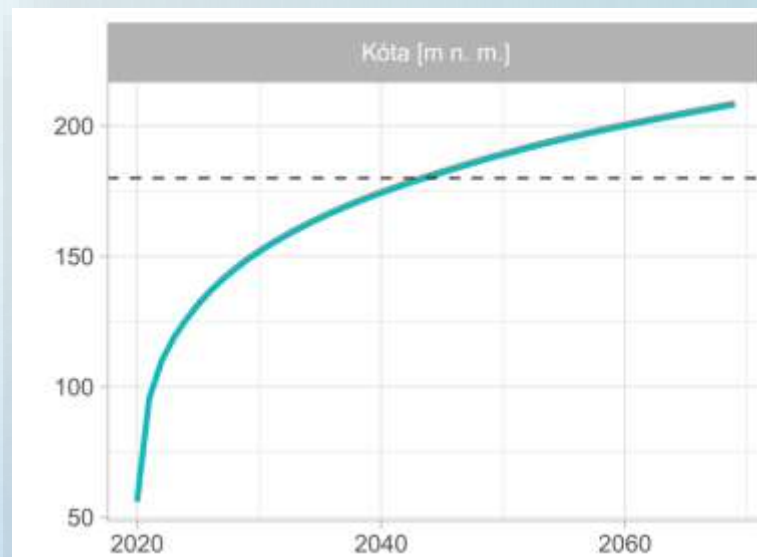
- na 180 mn. m. za 24 let

HG DOTACE 42 l/s + BÍLINA/LOUPNICE 500 l/s:

- na 180 mn. m. za 16 let

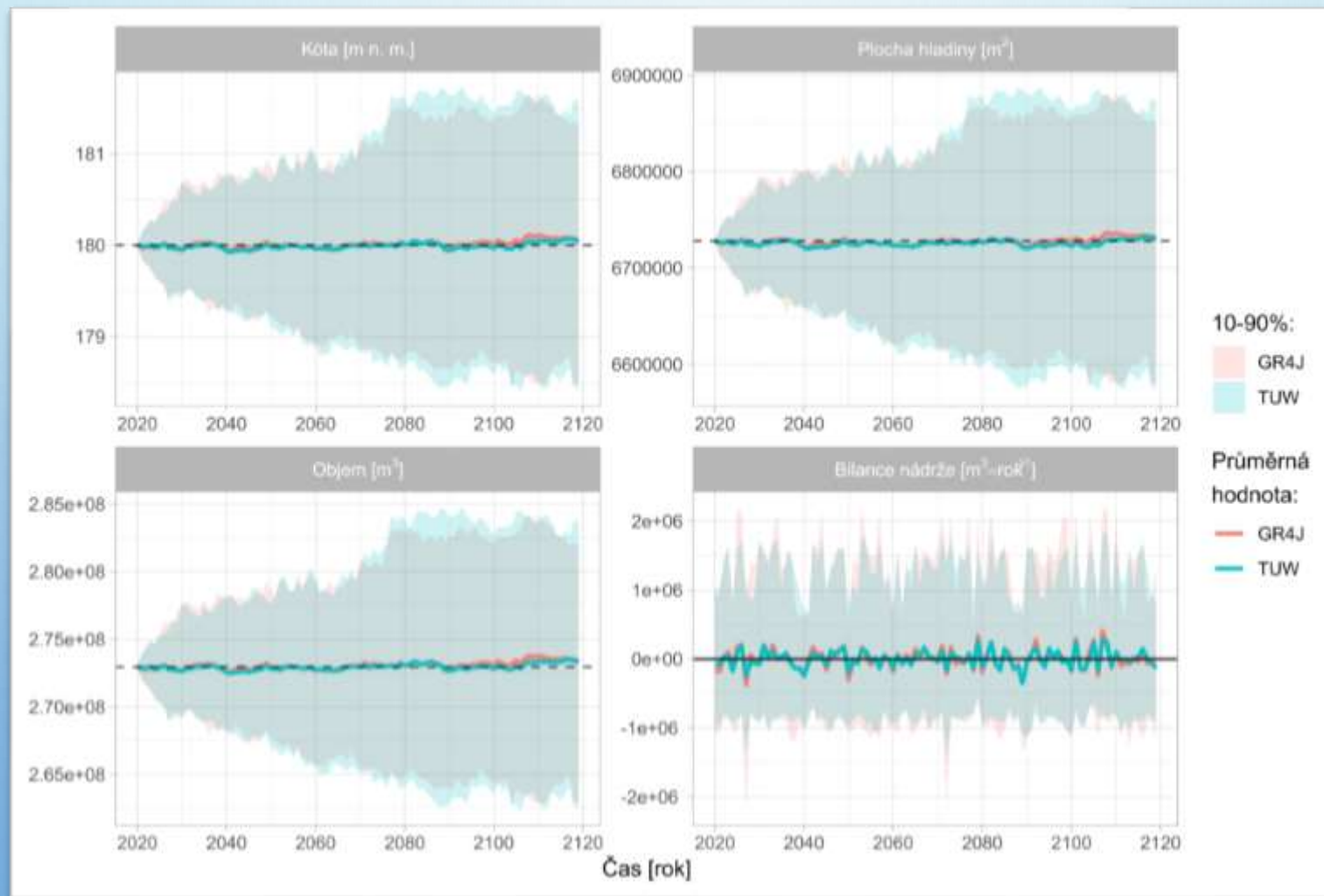
HG DOTACE 42 l/s + PVN 1 000 l/s:

- na 180 mn. m. za 9 let



POTŘEBA EXTERNÍ DOTACE

EXTERNÍ DOTACE PRO UDRŽENÍ HLADINY NA 180 m n. m.: 46,9 až 51,5 l/s



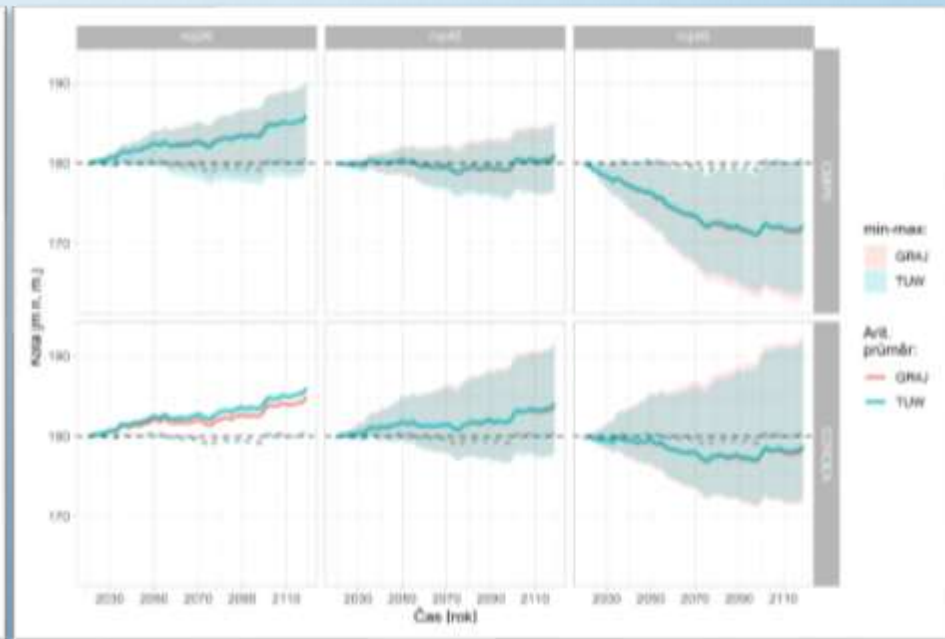
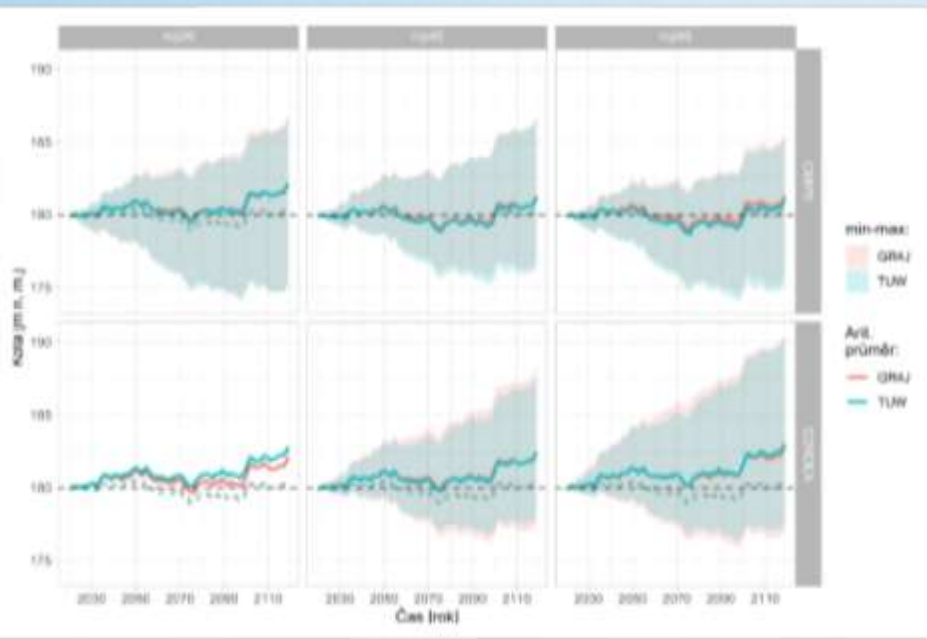
POTŘEBA EXTERNÍ DOTACE PRO UDRŽENÍ HLADINY NA 180 m

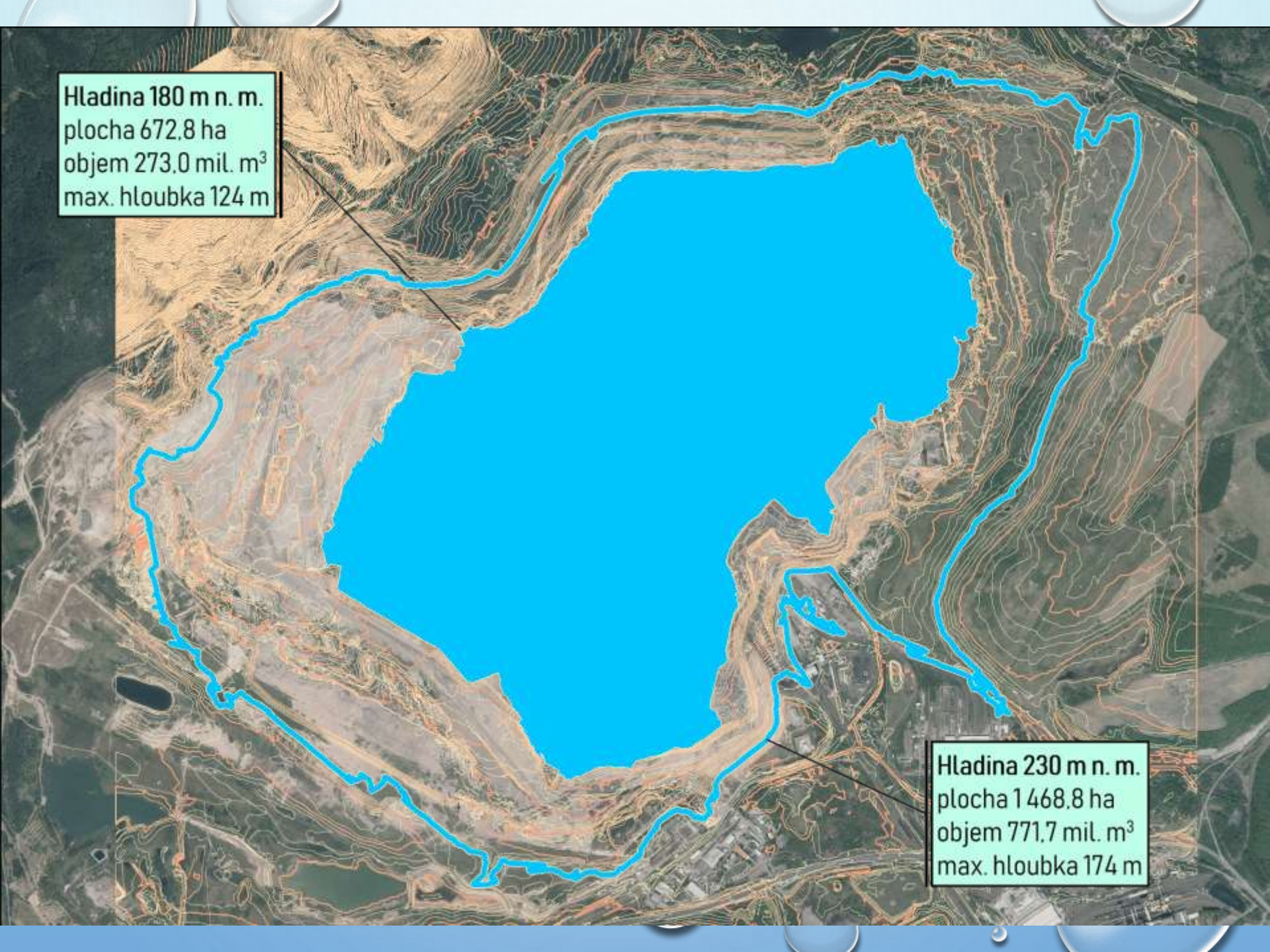
Blízká budoucnost

67,1–70,6 l/s

Vzdálená budoucnost

82,2–85,6 l/s





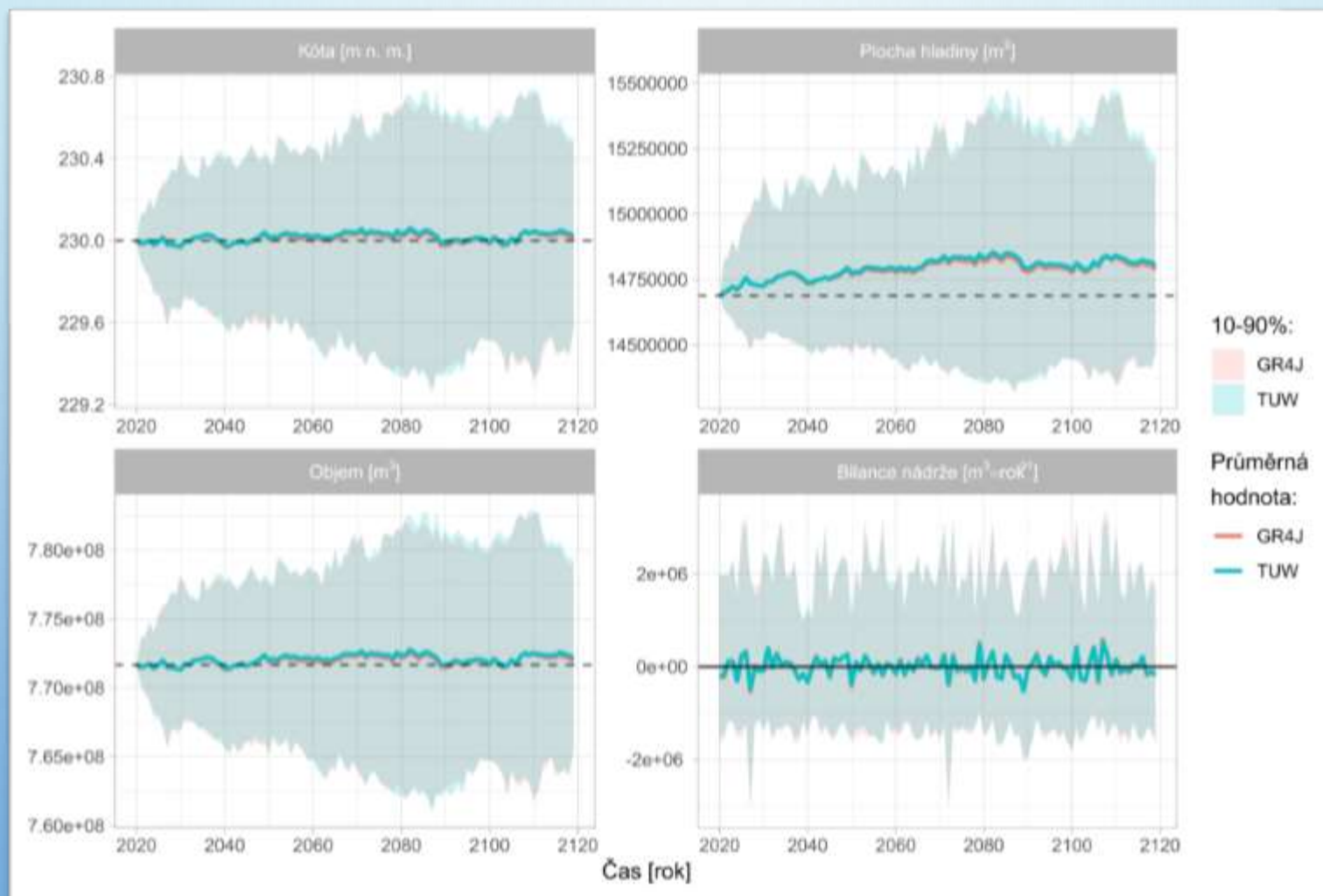
A topographic map of a reservoir area. The map shows brown contour lines indicating elevation. Two water levels are highlighted with blue outlines. The upper level is a smaller, more compact shape, while the lower level is a larger, more elongated shape that covers a significant portion of the map. Two text boxes with leader lines point to these levels. The background is a grayscale topographic map with brown contour lines.

Hladina 180 m n. m.
plocha 672,8 ha
objem 273,0 mil. m³
max. hloubka 124 m

Hladina 230 m n. m.
plocha 1 468,8 ha
objem 771,7 mil. m³
max. hloubka 174 m

POTŘEBA EXTERNÍ DOTACE

EXTERNÍ DOTACE PRO UDRŽENÍ HLADINY NA 230 m n. m.: 181,7 až 184,0 l/s



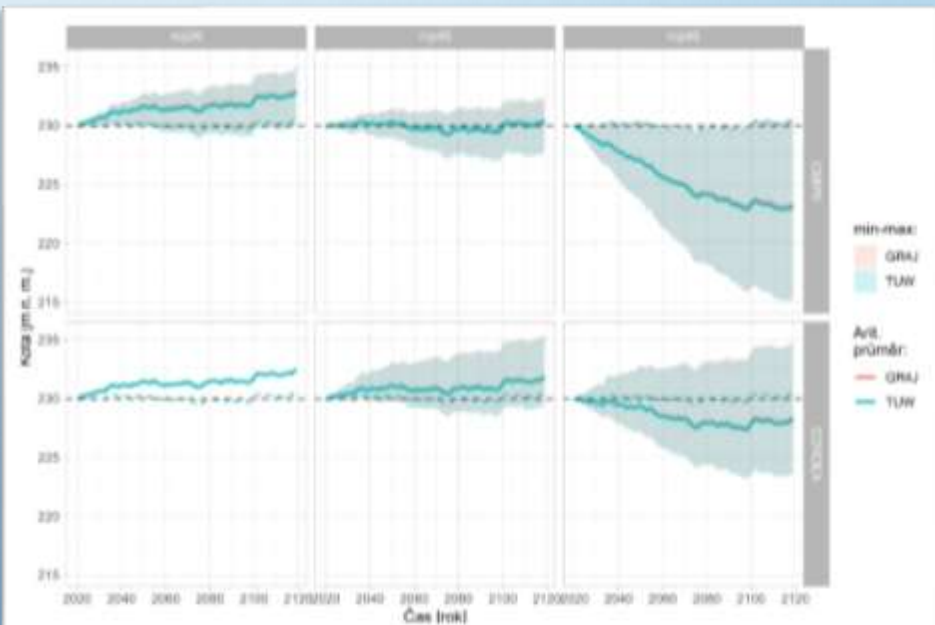
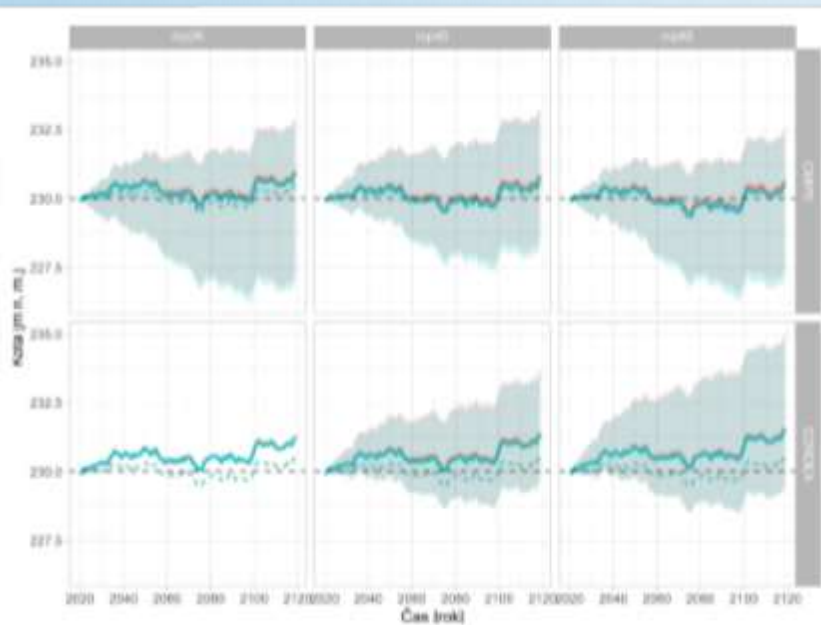
POTŘEBA EXTERNÍ DOTACE PRO UDRŽENÍ HLADINY NA 230 m

Blízká budoucnost

225,7 l/s

Vzdálená budoucnost

254,6 l/s



REKAPITULACE

- Přestože odtokové poměry zájmového území byly významně změněny, budoucí zbytková jáma lomu ČSA zůstane obklopena vodními toky, které mohou být využity k obnově vodního režimu krajiny tak, jako tomu bylo před rozvojem povrchové těžby uhlí (Dřínovská nádrž, Komořanské jezero)
- Zbytková jáma lomu situovaná bezprostředně pod úpatí hor drénuje přítoky podzemních vod z okolních hydrogeologických kolektorů, z nichž nejrozsáhlejší kolektory jsou kvartérní sedimenty
- Podle hydrogeologických prognóz bude přítok podzemních vod zachován i po ukončení těžby

REKAPITULACE

- Pokud by se jezero napouštělo s externí dotací vody v plánované výši $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, pak by uvažované kóty hladiny 180,0 m n. m. bylo dosaženo za cca 16 let od začátku plnění
- Disponibilní průtok v řece Bílině je však pouze ve výši $0,332 \text{ m}^3/\text{s}$ a v Loupnici je nulový
- Zatápění tímto sníženým odběrem by délku prodloužilo na 24 let, což může představovat určité provozně-ekonomické komplikace
- Disponibilní odběr vody z řeky Bíliny by bylo proto vhodné doplnit na uvažovanou výši odběru jiným zdrojem vody
- Jedinou možností je čerpaná voda z řeky Ohře prostřednictvím PVN
- To by si vyžádalo dodatečné náklady na vybudování přivaděče (cca 100 mil. Kč) a zároveň na nákup vody (cca 283 mil. Kč) ($5,3 \text{ mil. m}^3 \text{ vody} \times 3,34 \text{ Kč/m}^3 \times 16 \text{ let}$)

REKAPITULACE

- Z hlediska disponibility zdrojů povrchové vody pro zatápění se sice prokázalo, že s využitím povrchové vody v Loupnici není možné počítat pro vlastní zatápění lomu, avšak to neznamena, že toto omezení je trvalé
- Disponibilitu Loupnice omezuje odběr povrchové vody pro Unipetrol RPA, který však skončí s ukončením jeho provozu
- Naproti tomu jezero zde bude existovat další stovky let a možnost přítoku vody z Loupnice do jezera může být výhodná
- Doporučuje se proto vybudovat nejen napouštěcí koryto z řeky Bíliny, ale i napouštěcí koryto z Loupnice

REKAPITULACE

- V teoretické rovině možno uvažovat i s variantou průtočného jezera
- Ta je podmíněna zatopením zbytkové jámy na kótu 230 m n. m., což přináší podstatný nárůst plochy i objemu jezera
- Má zvýšené nároky jak na samotné zatopení jezera, tak na dlouhodobé udržení hladiny jezera na této úrovni
- Zvýšené náklady jsou způsobeny především nutností zbytkovou jámu zatopit čerpanou vodou, která je zpoplatněná (navýšení až 2 mld. Kč)
- Může být dále problematické zajistit externí dotaci jezera v takové výši, která umožní setrvalé udržení hladiny na stejné úrovni
- Vypočtená externí dotace by do budoucna mohla přesáhnout 250 l/s, což by prakticky znamenalo do jezera převádět převážnou část průtoků v řece Bílině a v řece zachovat jen požadovaný minimální průtok

DOPORUČENÍ

- DOPORUČUJEME PROTO REALIZOVAT VARIANTU NEPRŮTOČNÉHO JEZERA V SOULADU S VÝCHOZÍ VARIANTOU
- VARIANTA PRŮTOČNÉHO JEZERA BY BYLA REALIZOVATELNÁ POUZE PŘI SOUČASNÉM SPLNĚNÍ NĚKOLIKA ZÁKLADNÍCH PODMÍNEK
 1. MUSÍ BÝT DEFINOVÁN TAKOVÝ ÚČEL PRŮTOČNÉHO JEZERA, KTERÝ DOSTATEČNĚ ZDŮVODNÍ ZVÝŠENÉ REALIZAČNÍ NÁKLADY
 2. MUSÍ BÝT PROKÁZÁNA DISPONIBILITA ODBĚRU VODY PRO TRVALÉ UDRŽENÍ HLADINY NA TÉTO ÚROVNI
 3. MUSÍ BÝT ZAJIŠTĚN ZDROJ FINANCOVÁNÍ, NEBOŽ TAKOVÉ ŘEŠENÍ JDE JIŽ NAD RÁMEC ZÁKONNÉ TVORBY FINANČNÍ REZERVY

DĚKUJI ZA POZORNOST.

MARTIN KABRNA, R-PRINCIP MOST S.R.O.

Spolupracovali: V. HAVLÍČEK, M. HEŘMANOVSKÝ, M. HANEL

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, katedra vodního hospodářství a
environmentálního modelování

V prezentaci byly použity podklady Palivového kombinátu Ústí s.p., Severočeských dolů, a.s., Vršanské uhelné, a.s., Ústeckého kraje

Autoři fotografií: S. Štýs, M. Hendrychová, O. Jungmann



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj sousedi, řádkoNeighbor.
Interreg V.A. / 2014 - 2020



Vita-Min



Ústecký kraj

