



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

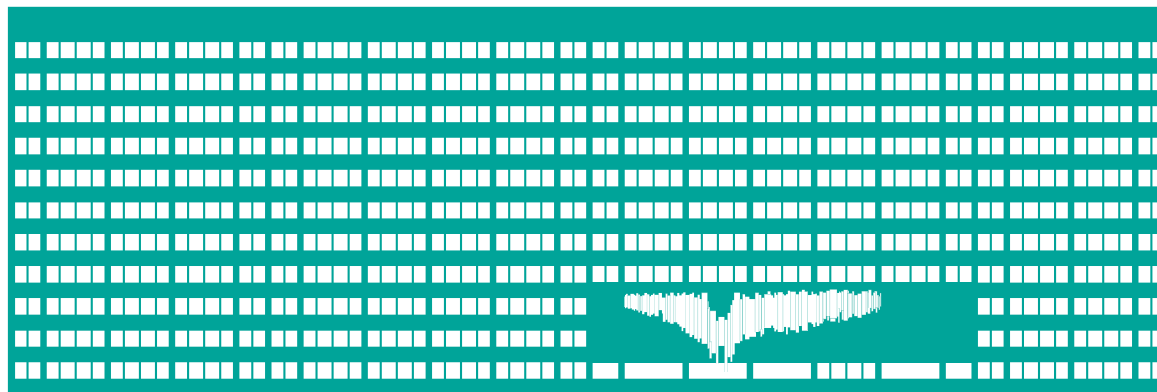


Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020



VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA



www.vsb.cz

5. partnerský workshop projektu GeoMAP/5th partners-workshop of the project GeoMAP

Metody zjišťování a vyhodnocování dat na místech postižených těžbou / Methods of data collection and evaluation in places affected by mining activities



Zkušenosti s dlouhodobým monitoringem jezera Most / Experience with long-term monitoring of Lake Most

Jiří Mališ



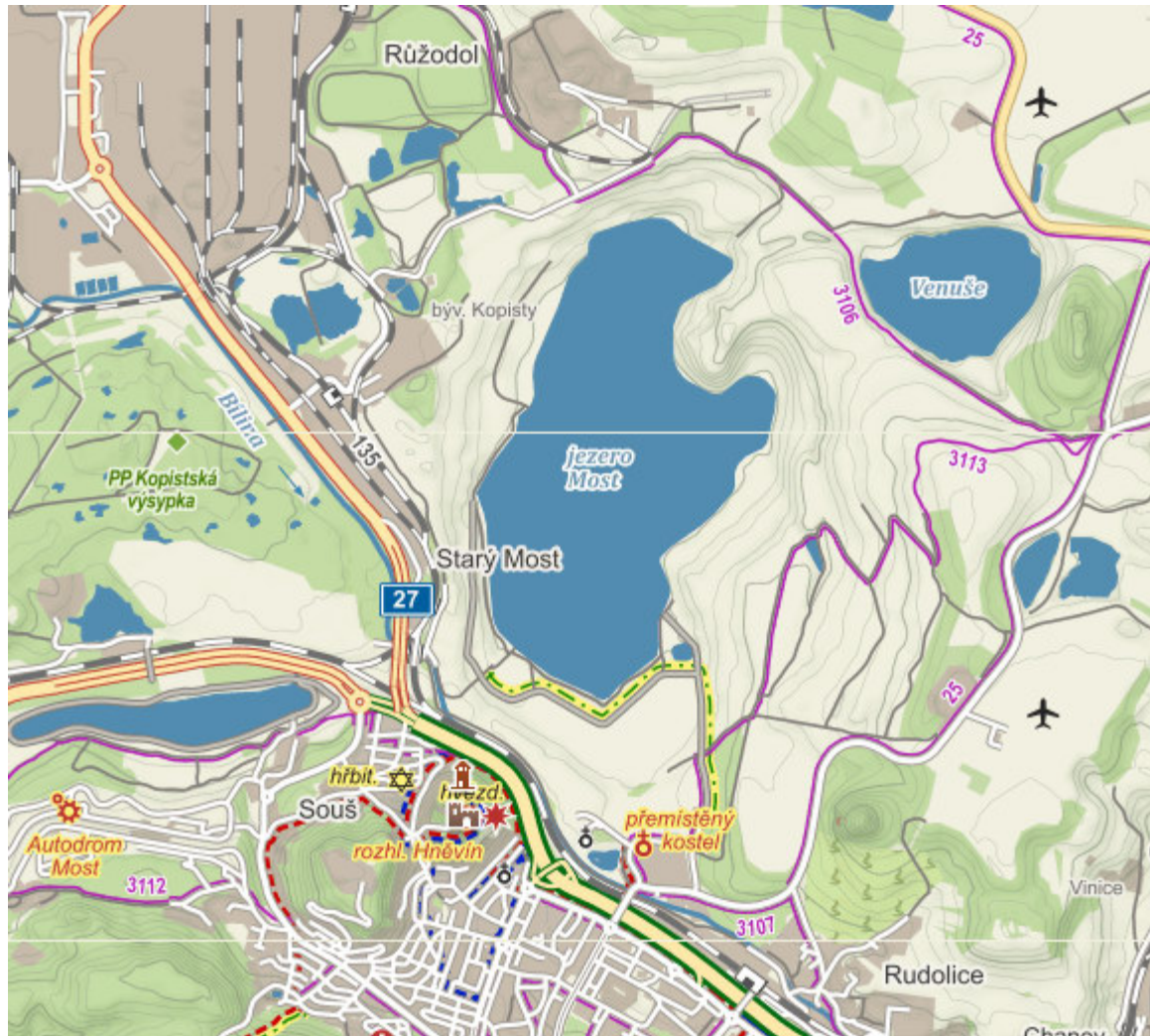
Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

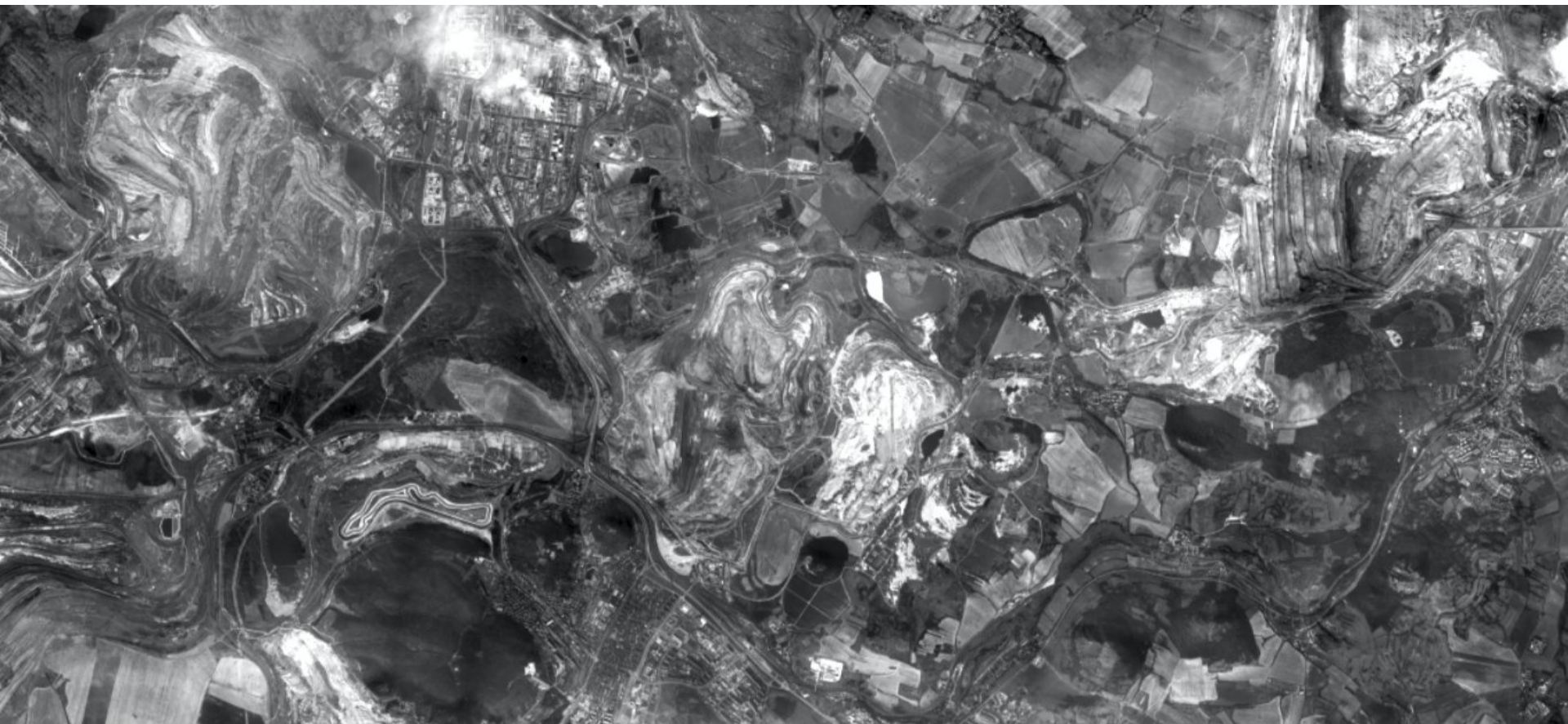


Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020



Lokalizace / Location





- Ortofotomapa z roku 1987 / Historical aerial photo from year 1987

1 Sběr informací, hodnocení dostupných dat /

Information collecting, evaluation of available data

Data a informace týkající se např. geomorfologie zájmové oblasti, horninového prostředí, chemismu podzemních vod, antropogenních zásahů, klimatických poměrů, srážek atd.

Byla využita data z následujících institucí – Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), GEOFOND, VÚHU a.s., ÚFA AV ČR (Ústav fyziky atmosféry), ČHMÚ, aj.

Pro vyhodnocení pohybů terénu byla využita satelitní data systému SENTINEL.

Data and information concerning eg geomorphology of the area of interest, rock environment, groundwater chemistry, anthropogenic interventions, climatic conditions, precipitation, etc.

Data from the following institutions were used - the Czech Surveying and Cadastre Office (ČÚZK), GEOFOND, VÚHU a.s., ÚFA AV ČR (Institute of Atmospheric Physics), CHMI, etc.

Satellite data from the SENTINEL system were used to evaluate terrain movements.

2 Geomorfologické poměry a digitální model terénu /

Geomorphological conditions and digital terrain model

Model terénu založený na datech digitálního modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G).

Identifikace pohybu horninových hmot a sledování dynamiky jejich pohybu bylo vyhodnocováno pomocí zpracování radarových dat z družice Sentinel 1.

Hodnocení pohybu horninových hmot výsypky – analýza horninového prostředí pomocí geofyzikálního měření v mělké zóně horninového prostředí na vytipovaných profilech na svazích jezera bylo provedeno pro ověření hydrogeologických poměrů.

Terrain model based on 5th generation digital relief model data (DMR 5G).

Identification of the movement of rock masses and monitoring of the dynamics of their movement was evaluated by processing radar data from the Sentinel 1 satellite.

Evaluation of the movement of rock masses in the dump - analysis of the rock environment using geophysical measurements in a shallow zone of the rock environment on selected profiles on the slopes of the lake was performed to verify the hydrogeological conditions.

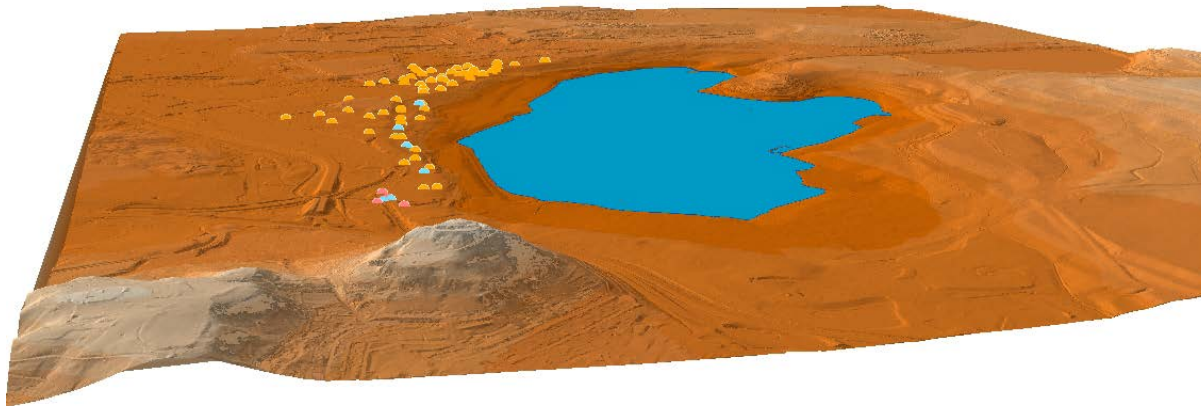
- **Digitální model terénu / Digital terrain model**

Model terénu založený na datech digitálního modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G)

Identifikace pohybu horninových hmot a sledování dynamiky jejich pohybu bylo vyhodnocováno pomocí zpracování radarových dat z družice Sentinel 1.

Terrain model based on data of the 5th generation digital relief model (DMR 5G)

Identification of the movement of rock masses and monitoring of the dynamics of their movement was evaluated by processing radar data from the Sentinel 1 satellite.



- **Digitální model terénu / Digital terrain model**

Cílem bylo ověřit předpoklad probíhajících poklesů jižní části jezera a přilehlých břehů.

The aim was to verify the assumption of ongoing declines in the southern part of the lake and adjacent shores.



Zeleně jsou znázorněné stabilní body, žlutě body, u nichž byl zaznamenán minimální pokles.

Červené body charakterizuje výraznější pokles

Stable points are shown in green, yellow points for which a minimal decrease was recorded.

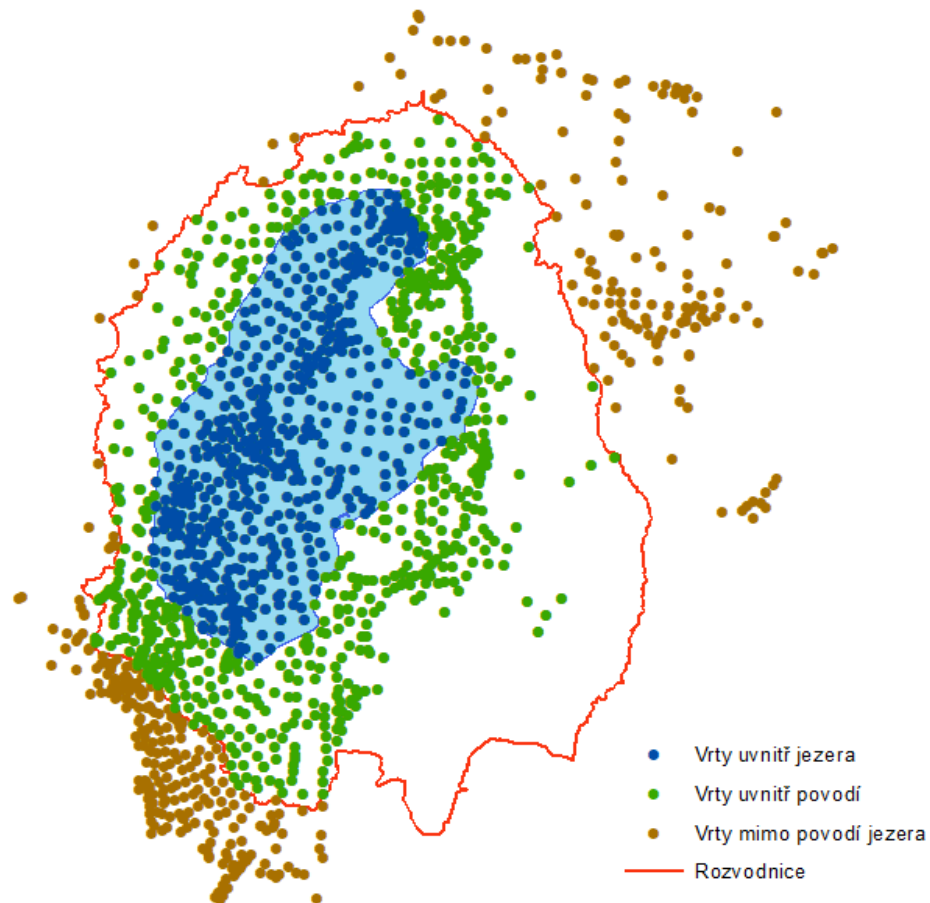
The red dots are characterized by a more pronounced decline

3 Geologický model oblasti / Geological model of the area

Z existující geologické dokumentace se zaměřením na zhodnocení všech diskontinuit horninového prostředí, a to jak přírodních, tak antropogenních vychází tvorba geologického modelu oblasti jezera Most. Pro jeho tvorbu byla sestavena databáze s údaji z 1650 vrtů provedených v minulosti.

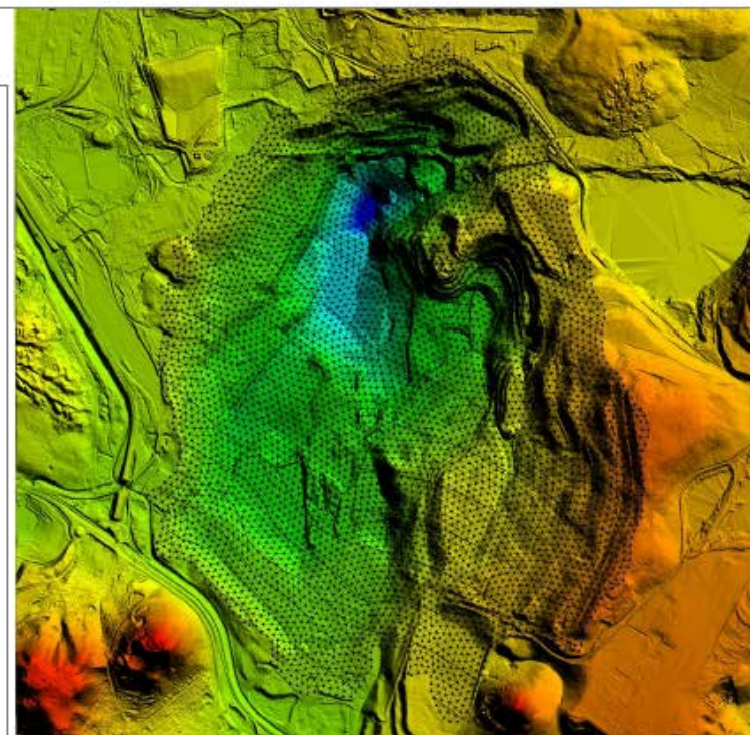
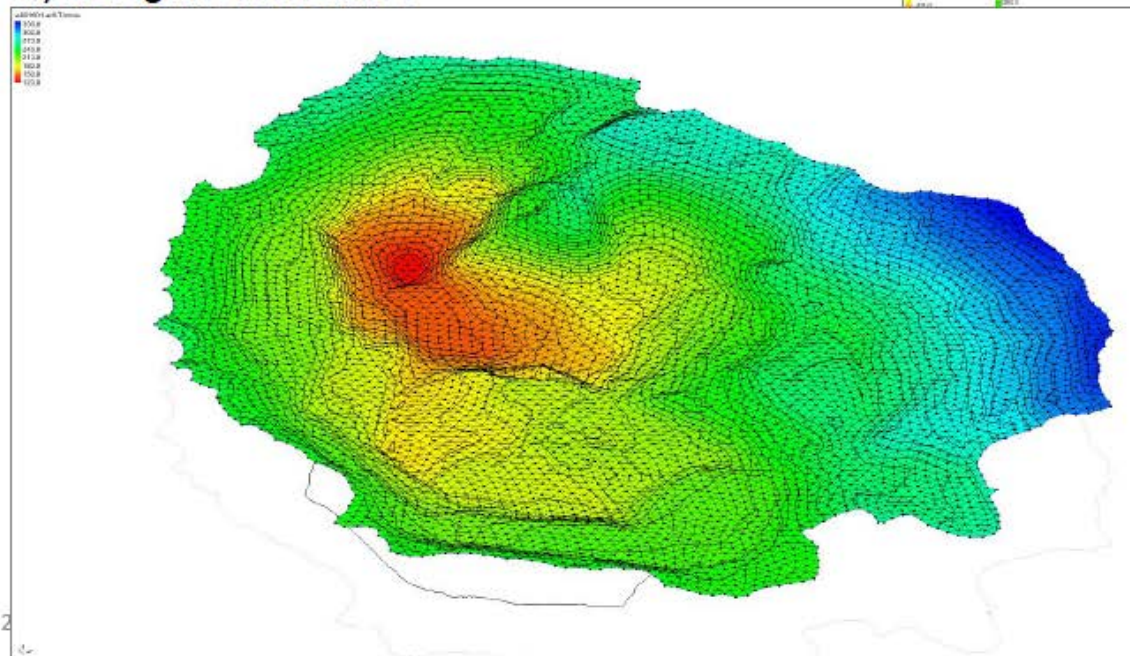
The creation of a geological model of the Most Lake area is based on the existing geological documentation focusing on the evaluation of all discontinuities of the rock environment, both natural and anthropogenic. For its creation, a database was compiled with data from 1650 wells drilled in the past.

3 Geologický model oblasti / Geological model of the area



Sestavení geologického modelu (Groundwater Modelling System GMS)

Zájmová oblast – vymezena na základě topografickém
hydrologické rozvodnice



Sestavení geologického modelu (Groundwater Modelling System GMS)

Databáze v systému Rockworks cca 1650 archivních vrtů – litologické a stratigrafické údaje

Vymezeno 8 základních hydrostratigrafických jednotek (od podloží do nadloží): proterozoikum, terciární vulkanity, křídové sedimenty, miocénní podložní komplex, slojový miocénní komplex, nadložní miocénní komplex, kvartérní sedimenty a antropogenní uloženiny (výsypka).



Modelování komplikováno odkryvem nadloží a vyuhlením – modelována původní geologická stavba a následně ořezána „vyuhlením“ – nahrazeno navážkou

Database in the Rockworks system about 1650 archival wells lithological and stratigraphic data. Defined 8 basic hydrostratigraphic units (from subsoil to overburden): Proterozoic, Tertiary volcanics, Cretaceous sediments, Miocene subsoil complex, Layer Miocene complex, overlying Miocene complex, Quaternary sediments and anthropogenic deposits (dump).

Modeling complicated by overburden exposure and charring modeled the original geological structure and subsequently cut by "coaling" replaced by a batch

A 3D geological model of the study area, showing the spatial distribution of various geological units. The model is color-coded to represent different rock types and structures. The units include:

- Basal layer (light blue)
- Unit 1 (dark blue)
- Shale (light green)
- Shale (dark green)
- Shale (light yellow)
- Shale (dark yellow)
- Shale (light orange)
- Shale (dark orange)
- Shale (light red)
- Shale (dark red)
- Shale (light pink)
- Shale (dark pink)
- Shale (light purple)
- Shale (dark purple)
- Shale (light grey)
- Shale (dark grey)
- Shale (light brown)
- Shale (dark brown)
- Shale (light tan)
- Shale (dark tan)
- Shale (light beige)
- Shale (dark beige)
- Shale (light cream)
- Shale (dark cream)
- Shale (light white)
- Shale (dark white)

4 Modelování vlivu srážek a odtoku / Modeling the effect of precipitation and runoff

Za pomoci modelování kvantifikovány jednotlivé složky srážko-odtokové. Vstupní data tvoří klimatické údaje získané ze stanic ČHMÚ a také údaje naměřené vlastní sítí měřících stanic.

Using modeling, the individual components of precipitation-runoff are quantified. The input data consist of climatic data obtained from CHMI stations as well as data measured by the network of measuring stations.

Calculation of effective infiltration and surface runoff - balance method

Výpočet efektivní infiltrace a povrchového odtoku – metoda bilanční

Výpočet efektivní infiltrace k podzemní vodě ze srážek na území charakterizovaném geologickými, klimatickými a vegetačními podmínkami

Efektivní infiltrace vypočítána jako reziduál ostatních bilančních komponent

$$R = P - D - ET - \Delta W$$

R – efektivní infiltrace

P – srážky

D – povrchový odtok

ET – aktuální evapotranspirace

ΔW – změna zásob



Calculation of effective infiltration and surface runoff - balance method

Calculation of effective infiltration to groundwater from precipitation in an area characterized by geological, climatic and vegetation conditions. Effective infiltration calculated as the residual of other balance components

$$R = P - D - ET - \Delta W$$

R - effective infiltration

P - precipitation

D - surface runoff

ET - current
evapotranspiration

ΔW - stock change



Calculation of effective infiltration and surface runoff - balance method

Výpočet efektivní infiltrace a povrchového odtoku – metoda bilanční

**Model HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance) –
hodnocení efektivní infiltrace k podzemní vodě**

**HELP is quasi-dvourozměrný, hydrologický model vyžadující
následující vstupní data pro každý profil:**

- **klimatická data (srážky, sluneční radiace, teplota, evapotranspirační parametry),**
- **hornina (pórovitost, polní kapacita, bod vadnutí a hydraulická vodivost),**
- **data inženýrských sítí a bariér (membrány, drenážní systémy, sklonitost).**

Calculation of effective infiltration and surface runoff - balance method

Model HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance) evaluation of effective infiltration to groundwater HELP is a quasi two-dimensional, hydrological model requiring the following input data for each profile:

- climatic data (precipitation, solar radiation, temperature, evapotranspiration parameters),
- rock (porosity, field capacity, wilting point and hydraulic rock), conductivity),
- data of engineering networks and barriers (membranes, drainage systems, inclination).

srazky	2014	2015	2016	2017	2018	prumer 2014-18
leden	16.3	40.9	29.9	31.1	46	32.84
unor	7.5	5.1	39.8	10.4	2.9	13.14
brezen	8.6	47.2	15.4	32.2	32.5	27.18
duben	27.5	47.3	28.4	30.5	22.1	31.16
květen	68.9	23.2	41.4	14.2	34.9	36.52
červen	49	64.8	85.6	85.6	27.2	62.44
červenec	81.1	22	98.2	45.8	11.3	51.68
srpen	79.6	80	34.3	95.9	57.8	69.52
září	70.8	19.1	67.6	50.3	40.2	49.6
říjen	47.2	63.4	43.7	61.3	15	46.12
listopad	17.3	48.6	22.9	28.8	7.4	25
prosinec	27.5	20	18	27.6	59.4	30.5
SUMA	501.3	481.6	525.2	513.7	356.7	475.7

Vstupní klimatická data HELP – generování z průměrných charakteristik pro jednotlivé měsíce

File Run View Help

Project Precipitation/Temperature Evapotranspiration Database

Parameters for MILESVOVKA1

Evaporative zone depth 20 (cm)

Maximum leaf area index 4

Growing season start day 123

Growing season end day 282

Average wind speed 12.57 (m/s)

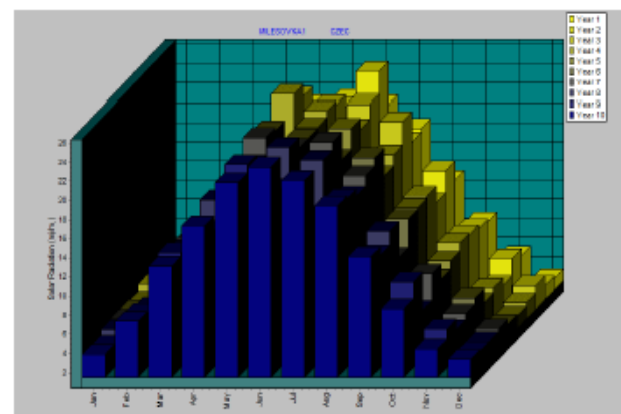
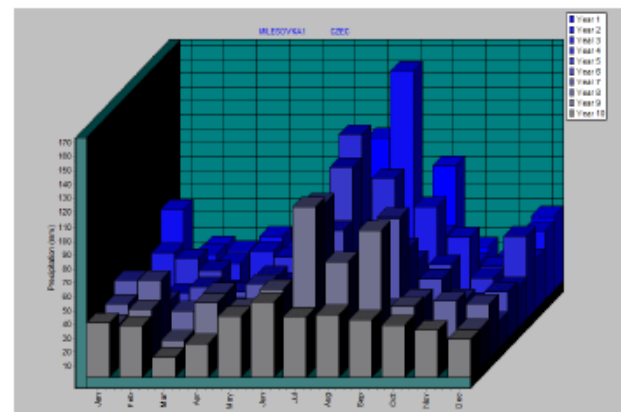
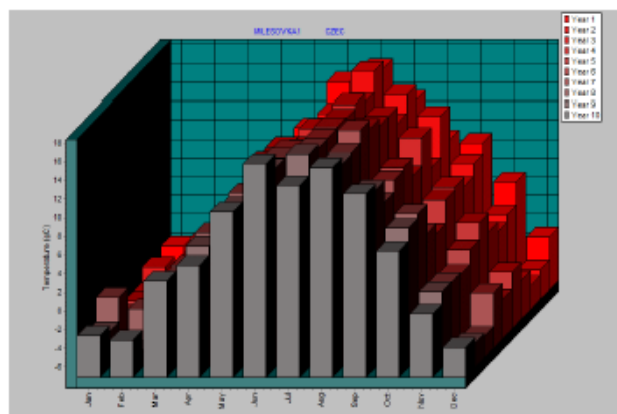
First quarter relative humidity 90 %

Sec. quarter relative humidity 71 %

Third quarter relative humidity 73 %

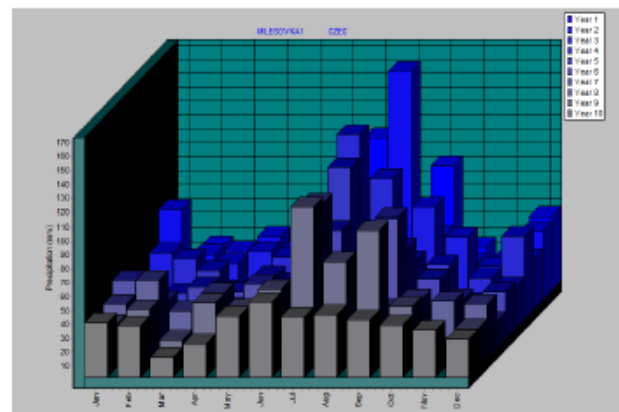
Fourth quarter relative humidity 64 %

Default



Input climatic data HELP - generation from average characteristics for each month

srazky	2014	2015	2016	2017	2018	prumer 2014-18
leden	16.3	40.9	29.9	31.1	46	32.84
unor	7.5	5.1	39.8	10.4	2.9	13.14
brezen	8.6	47.2	15.4	32.2	32.5	27.18
duben	27.5	47.3	28.4	30.5	22.1	31.16
květen	68.9	23.2	41.4	14.2	34.9	36.52
červen	49	64.8	85.6	85.6	27.2	62.44
červenec	81.1	22	98.2	45.8	11.3	51.68
srpen	79.6	80	34.3	95.9	57.8	69.52
září	70.8	19.1	67.6	50.3	40.2	49.6
říjen	47.2	63.4	43.7	61.3	15	46.12
listopad	17.3	48.6	22.9	28.8	7.4	25
prosinec	27.5	20	18	27.6	59.4	30.5
SUMA	501.3	481.6	525.2	513.7	356.7	475.7



File Run View Help

Project Precipitation/Temperature Evapotranspiration Database

Parameters for MILESVOVKA1

Evaporative zone depth 20 (cm)

Maximum leaf area index 4

Growing season start day 123

Growing season end day 282

Average wind speed 12.57 (m/s)

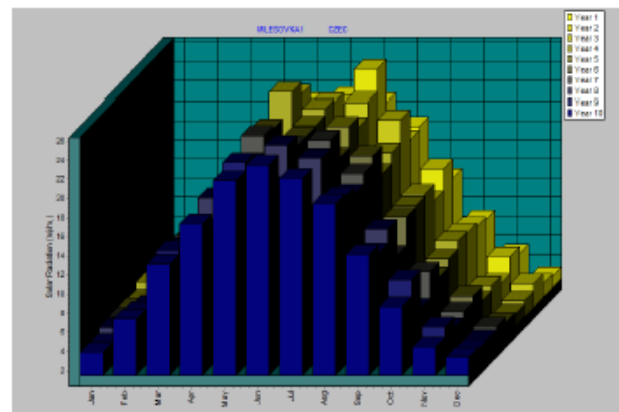
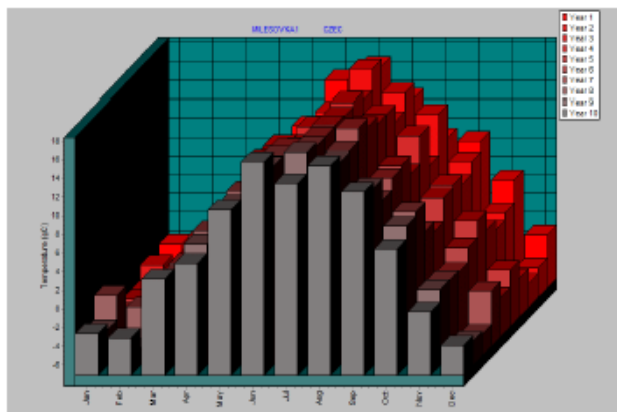
First quarter relative humidity 90 %

Sec. quarter relative humidity 71 %

Third quarter relative humidity 73 %

Fourth quarter relative humidity 84 %

Default



Calculation of effective infiltration and surface runoff - balance method

Výpočet efektivní infiltrace a povrchového odtoku – metoda bilanční

Prostorově variabilní vstupy pro výpočet vodní bilance:

- Land cover
- Sklonitost
- Typ půdy, horniny

**Výpočet vodní bilance pro kvazihomogenní bloky
definované land cover, sklonitostí a typem půdy (horniny)
Vymezení bloků v GIS.**

**Výstup – celková bilance území – suma dílčích
bilancí**

- prostorová distribuce komponent vodní bilance

Calculation of effective infiltration and surface runoff - balance method

Spatially variable inputs for water balance calculation:

- Land cover
- Inclination
- Soil type, rocks
- Calculation of water balance for quasi-homogeneous blocks defined by land cover, slope and soil type (rocks)
- Definition of blocks in GIS.
- Output
 - total balance of the territory, sum of partial balance sheets
 - spatial distribution of water balance components

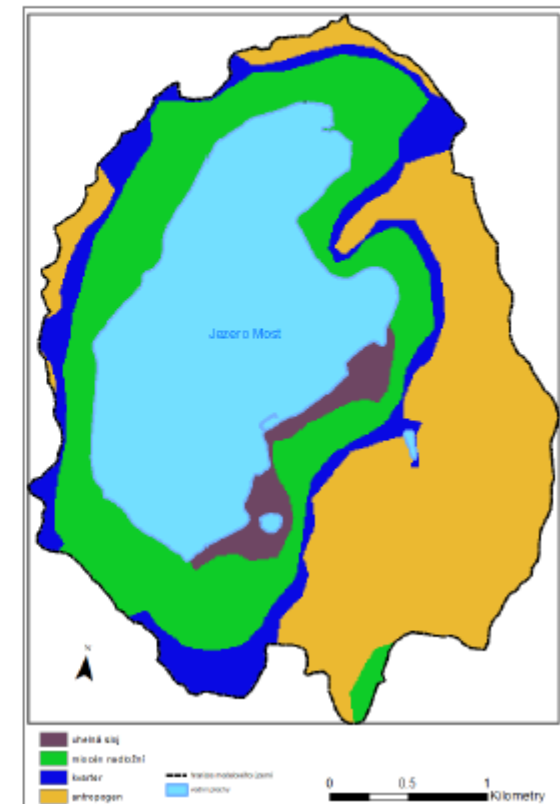
Defining of quasi-homogeneous regions

Definování kvazihomogenních oblastí

na základě překrytí zón vymezených:

- **geologickou jednotkou povrchových výchozů**
5 kategorií včetně jezera

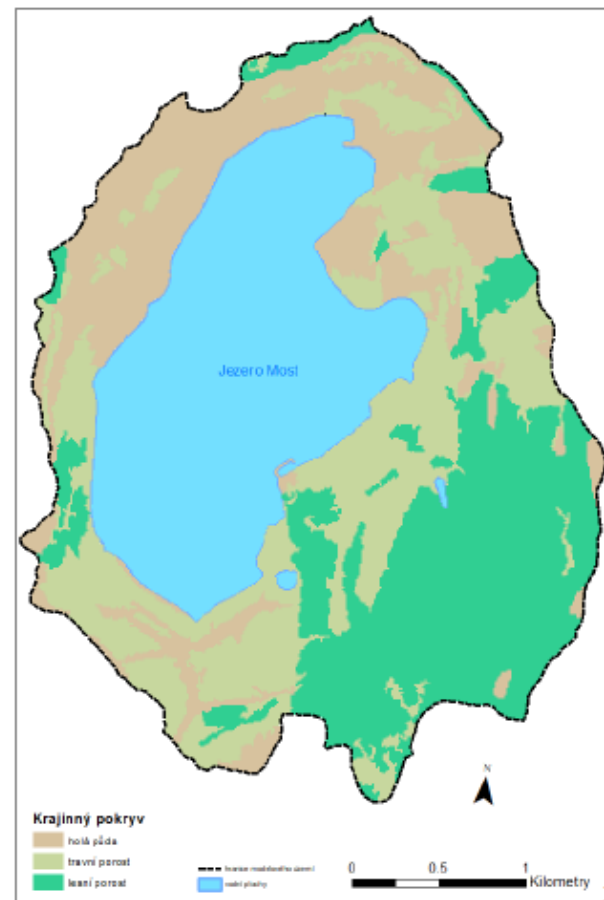
kód X	význam
4	uhelná sloj
5	miocen nadložní
6	kvarter
8	antropogen



• Definování kvazihomogenních oblastí –NDVI -landcover



kód Z	význam	rozpětí hodnot NDVI
1	holé půdy (bare soils)	-0.196078435 - 0.409794492
2	travní porost (grass)	0.409794492 - 0.673217504
3	lesní porost (forest)	0.673217504 - 0.923469365

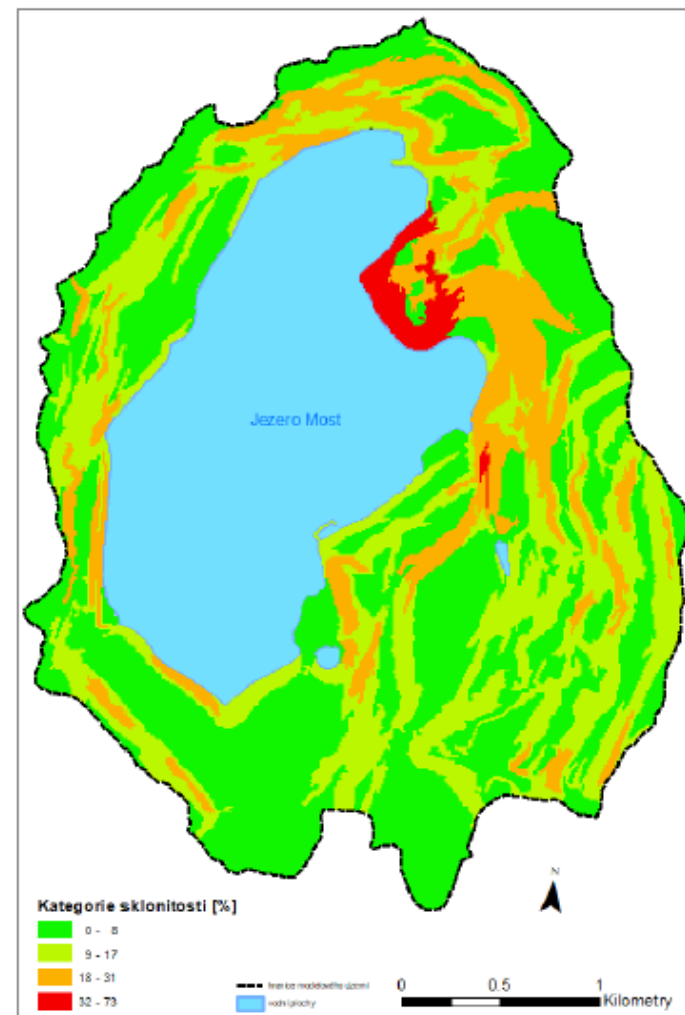


Definování kvazihomogenních oblastí – sklonitost

kód Y	rozpětí hodnot sklonitosti
1	0 - 8 %
2	9 - 17 %
3	18 - 31 %
4	32 - 73 %

Atributem polygonů je syntetický kód **XYZ**, v němž hodnoty stovek X, desítek Y a jednotek Z, reprezentují:

X	geologické kategorie
Y	kategorie sklonitosti
Z	kategorie povrchu



Slope of the terrain

Výstupy HELP modelu

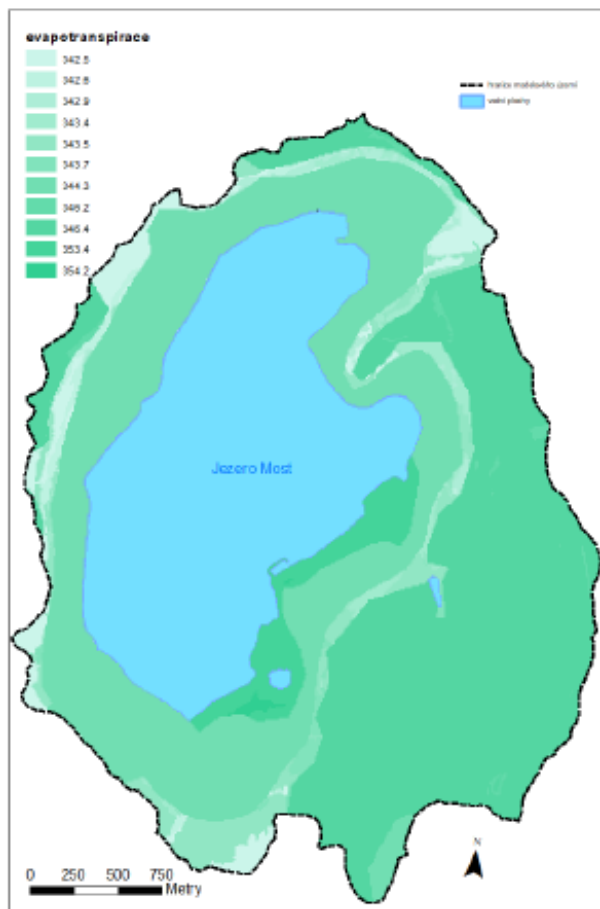
HELP využívá numerické řešiče pro výpočet infiltrace, evapotranspirace, povrchového odtoku, tání sněhu, „ponding“, vegetačního růstu, zásob půdní vody, laterálního odtoku, vertikálního průsaku nesaturovanou zónou, geomembrány atd.

HELP model output

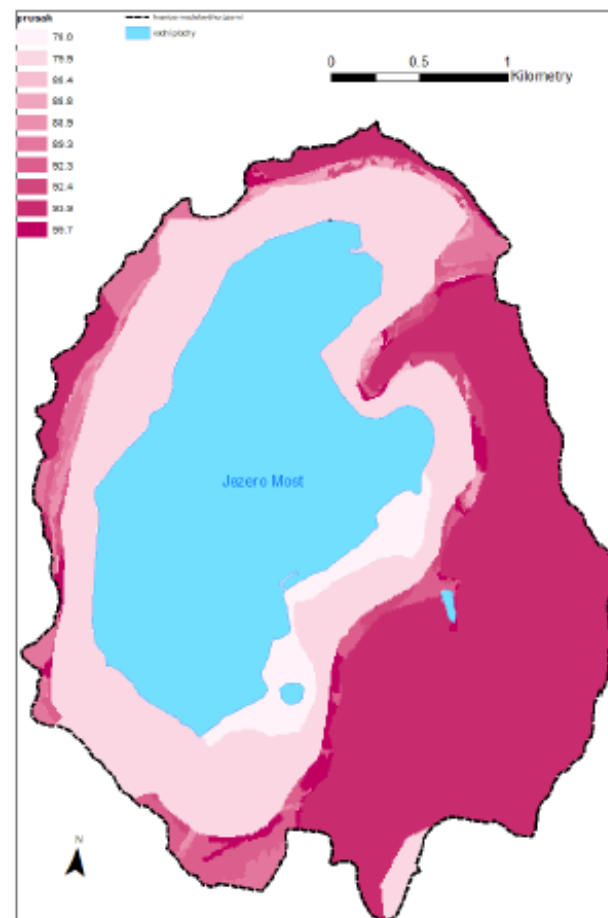
Výstupy HELP modelu

HELP model output

Evapotranspirace



Efektivní infiltrace



Výstupy HELP modelu

HELP model output



5 Sestavení vodní bilance jezera Most / Compilation of the water balance of Lake Most

Výsledek hydrologického modelu (HELP), hydraulického modelu proudění podzemních vod (MODFLOW), výpočtech výparu z jezera, založeném na různých metodách.

Metody výpočtů výparů jsou z velké části empirické, často poplatné konkrétním klimatickým podmínkám, za kterých byly odvozeny a rozptyl jejich výsledků je enormní.

Také srážkoodtokové modelování ve složitém antropogenně narušeném prostředí je založeno na neúplné znalosti prostorové distribuce řady variabilních parametrů.

Kombinace využití různých metodických přístupů a optimalizace monitoringu je jedinou možností snížení vysokých nejistot.

5 Sestavení vodní bilance jezera Most / Compilation of the water balance of Lake Most

Možné návrhy opatření

- Z hlediska geologické stavby a způsobu těsnění dna jezera, je zde reálná možnost přestupu vod z jezera do podloží.
- Těsněna byla jen část dna a navzdory nízké propustnosti hornin na lokalitě – v celé ploše jezera musí do hlubších horizontů část vody přestoupit (totálně nepropustná hornina neexistuje a zpravidla ani těsnění).
- Byla provedena analýza starých důlních map s cílem identifikovat místa v březích jezera, kde by potenciální kontakt se starými důlními díly – preferenční zóna proudění – byl možný – prezentace GIS
- Složka průsaku do podloží – její lokalizace nejistá – velmi nákladná opatření s nejistým výsledkem??
- Bilanční výsledky ukazují nárůst této složky – velká nejistota výpočtů.
- **Možnost snížení hladiny udržované hladiny jezera – dopady na posunutí břehové linie.**

5 Sestavení vodní bilance jezera Most / Compilation of the water balance of Lake Most

Possible proposals for action

In terms of geological structure and the method of sealing the bottom of the lake, there is a real possibility of water transfer from the lake to the subsoil.

Only part of the bottom was sealed and despite the low permeability of the rocks at the site in the entire area of the lake, part of the water must pass into the deeper horizons (there is no totally impermeable rock and usually no sealing).

An analysis of old mining maps was performed in order to identify places in the shores of the lake where potential contact with old mining parts of the preferential flow zone would be possible.

Leakage component into the subsoil its location uncertain very costly measures with uncertain result ??

Balance sheet results show an increase in this component great uncertainty of calculations.

The possibility of reducing the level of the maintained lake level has an impact on the shifting of the shoreline.

5 Sestavení vodní bilance jezera Most / Compilation of the water balance of Lake Most

Možné návrhy opatření

- Rovnovážná úroveň hladiny jezera závisí na hydrologických a klimatických poměrech roku.
- Za sledované roky přibližný odhad 187 m.n.m
- Dopady snížení na rovnovážnou úroveň nepřijatelné řešení.
- Návrh snížení o cca 3 m na 196 m n.m. rozšíření břehové části

Possible proposals for action

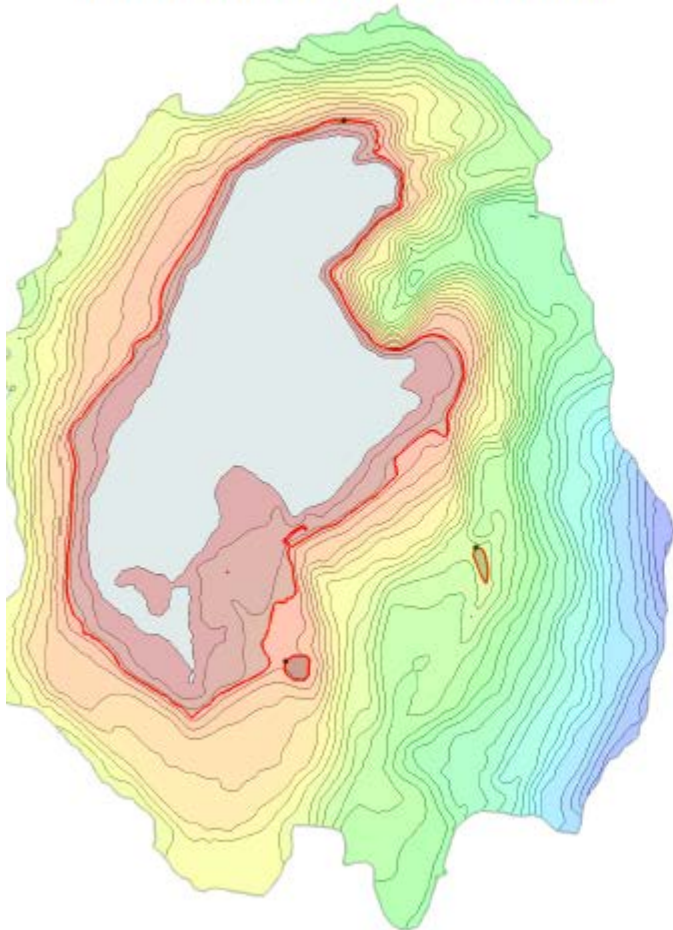
- The equilibrium level of the lake depends on the hydrological and climatic conditions of the year.
- For the monitored years, an approximate estimate of 187 m.n.m
- Impacts of reduction on equilibrium level unacceptable solution.
- Proposal for a reduction of approx. 3 m to 196 m above sea level. extension of the shore

5 Sestavení vodní bilance jezera Most / Compilation of the water balance of Lake Most

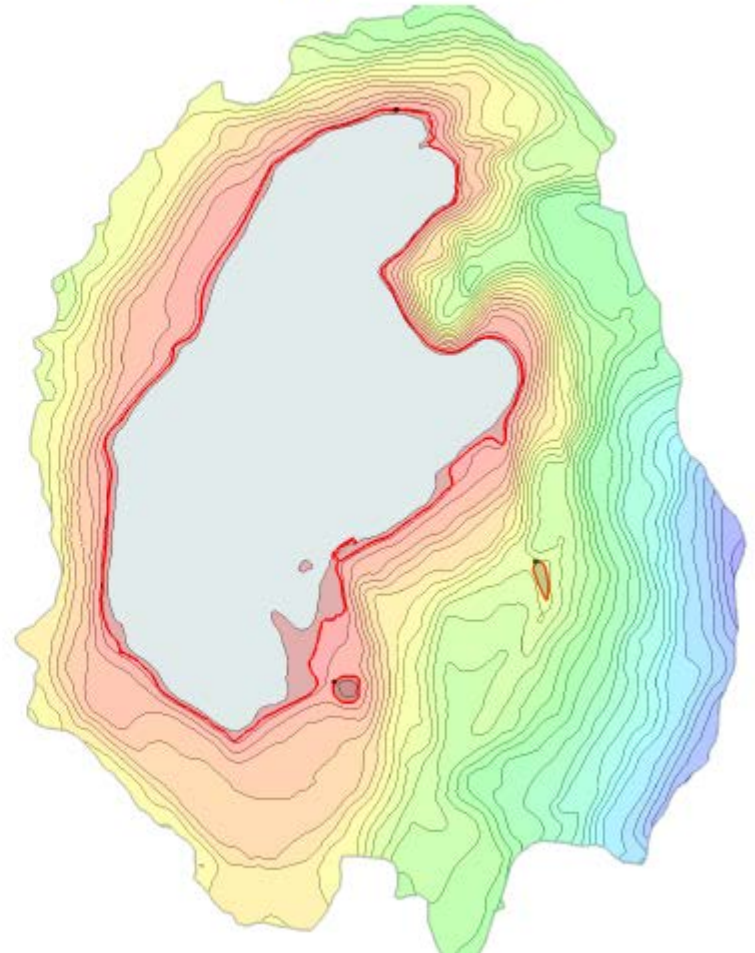
- **Pravděpodobná ztráta vody - významný podíl výpar (až $\frac{3}{4}$ dopouštěné vody) a dále přestup do podloží**
- **Opatření - snížení kóty udržované hladiny, případné dotěsnění části břehů**
- **Probable water loss significant proportion of vapors (up to $\frac{3}{4}$ incoming water) and beyond transfer to the subsoil**
- **Measures to reduce the level of the maintained level, possible sealing of part of the banks**

5 Sestavení vodní bilance jezera Most / Compilation of the water balance of Lake Most

Kóta hladiny jezera 187 m n.m.



Kóta hladiny jezera 196 m n.m.



6 Monitoring kvality vod jezera Most / Monitoring the water quality of Lake Most

- **Analýza vody jezera odebrané z různých hloubek – zonální odběry**
- **Analýza vod odebraných ze sítě mělkých vrtů sledujících březní linii**
- **Analysis of lake water taken from different depths - zonal sampling**
- **Analysis of water taken from a network of shallow wells following the shoreline**

Zonální odběry z jezera Most / Zonal sampling

Odběry byly realizovány z monitorovacích míst JM2 a JM3 (obr. 1).

Prezentovaná data jsou z měření v měsících únor, duben, květen, červen a červenec 2017.

Koncentrace monitorovaných prvků i dalších parametrů ve vodě na obou odběrových místech je téměř totožná (odběrná místa blízko sebe).

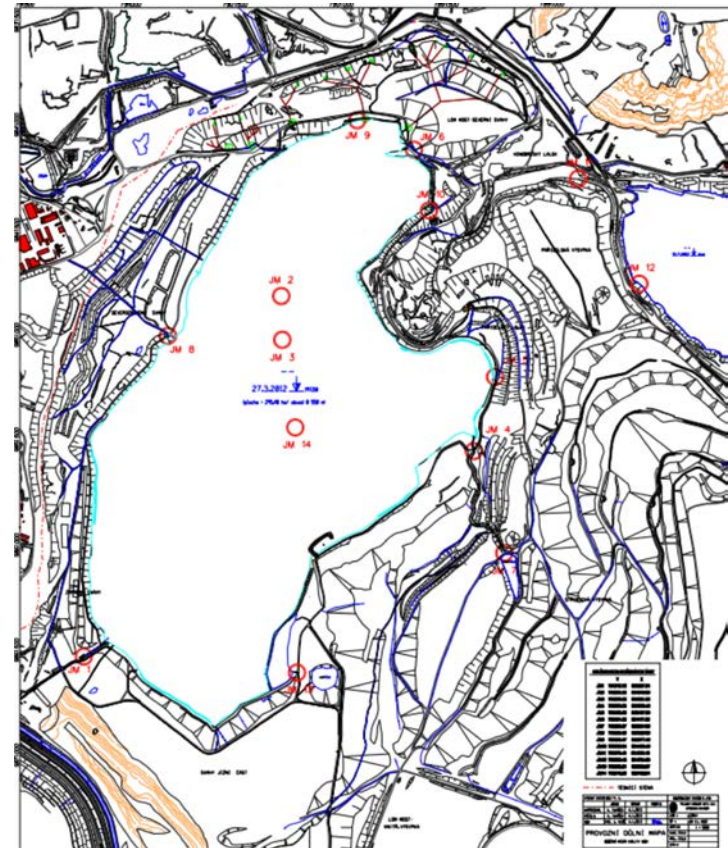
Změny chemismu s rostoucí hloubkou a v různém ročním období nebyly prokázány (viz grafy). Koncentrace všech sledovaných parametrů jsou v celém monitorovacím profilu (0-60 m pod hladinou) na obou místech téměř neměnné (viz grafy).

Sampling was performed from monitoring sites JM2 and JM3 (Fig. 1).

The presented data are from measurements in February, April, May, June and July 2017.

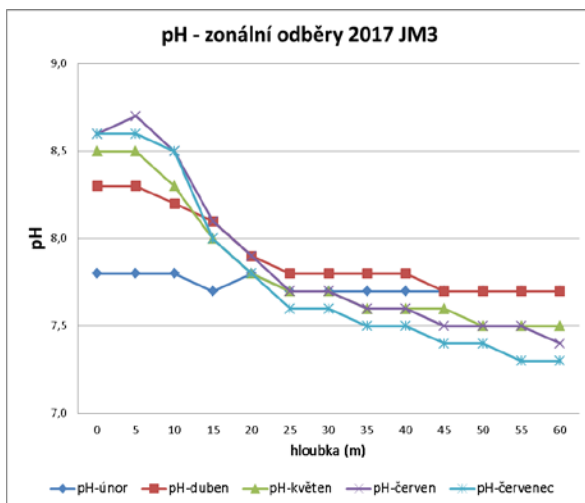
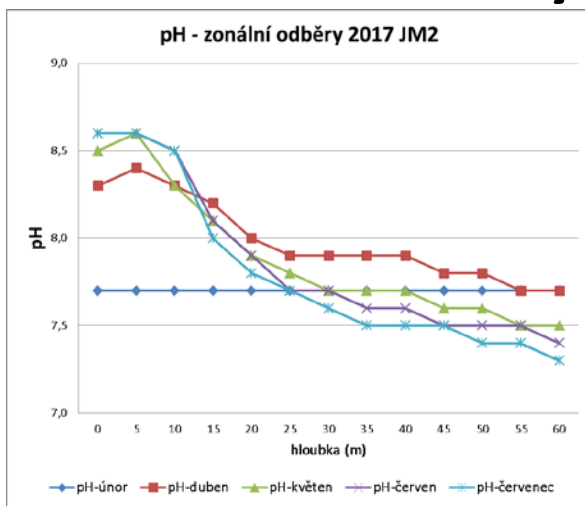
The concentration of monitored elements and other parameters in the water at both sampling points is almost identical (sampling points close to each other).

Changes in chemistry with increasing depth and at different times of the year have not been demonstrated (see graphs). The concentrations of all monitored parameters are almost unchanged in both places in the whole monitoring profile (0-60 m below the surface) (see graphs).



Obr. 1 Mapa odběrných míst kvality vody.

Grafické znázornění výsledků zonálního monitoringu



Zonálnost se projevila pouze u tří parametrů:

1) Teplota vody

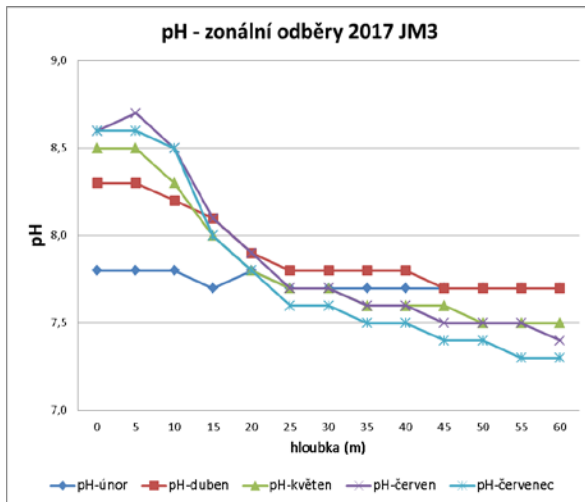
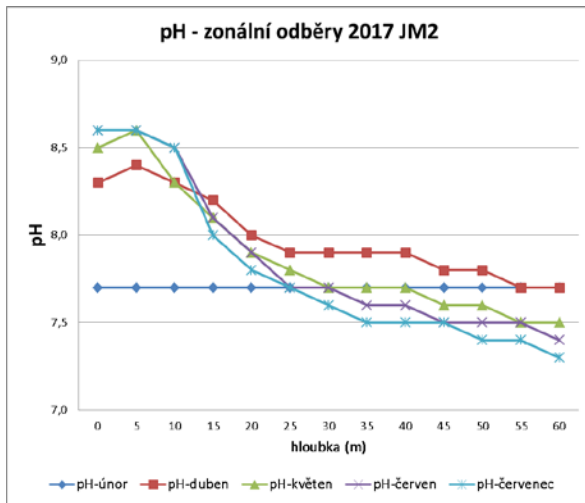
- v letních měsících voda na hladině jezera Most dosahovala teploty okolo 21°C a na dně stabilní teploty 4,8°C
- v hloubce pod 10m teplota skokově klesá pod 10°C
- v zimním období je teplota vody v jezeře Most stejná u hladiny i na dně (3,3 – 3,4°C)

2) pH (viz grafy vlevo)

3) O₂ nas.

- množství kyslíku ve vodě jezera Most logicky s hloubkou klesá na obou sledovaných místech i v průběhu ročních období

Graphical representation of zonal monitoring results



Zoning manifested itself in only three parameters:

The water temperature

- in the summer months, the water at the surface of Lake Most reached a temperature of around 21 ° C and at the bottom a stable temperature of 4.8 ° C

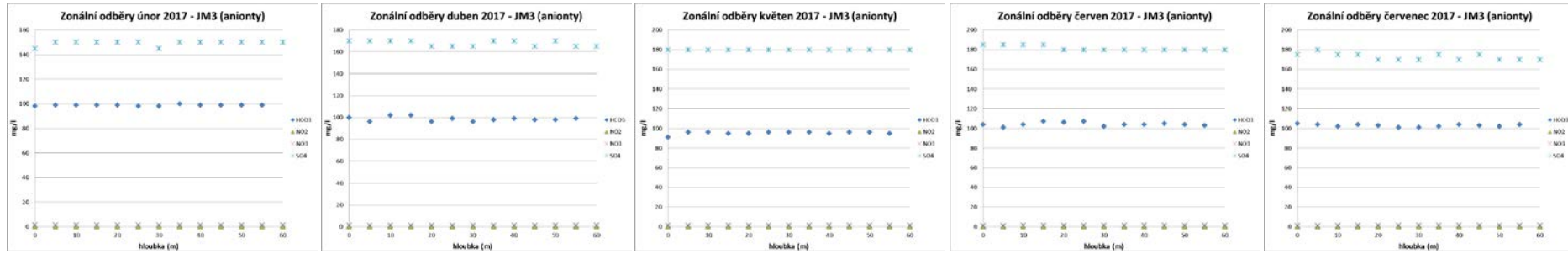
at a depth below 10 m the temperature drops sharply below 10 ° C

in winter the water temperature in Lake Most is the same at the surface and at the bottom (3.3 - 3.4 ° C)

pH (see graphs on the left)

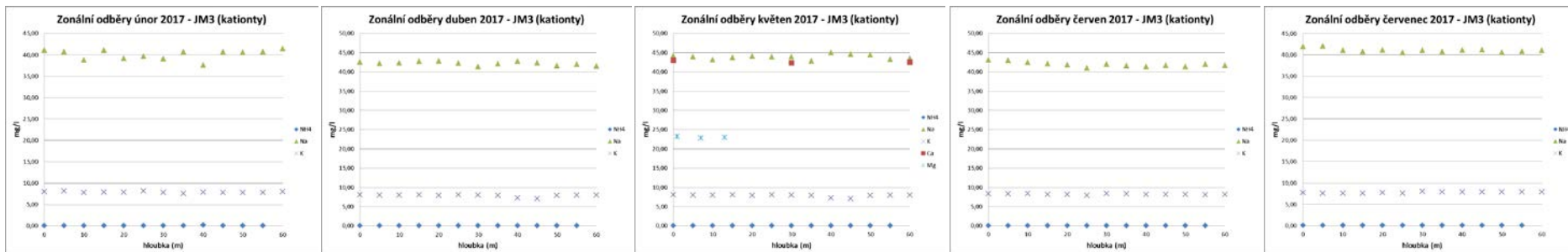
O₂ nas.

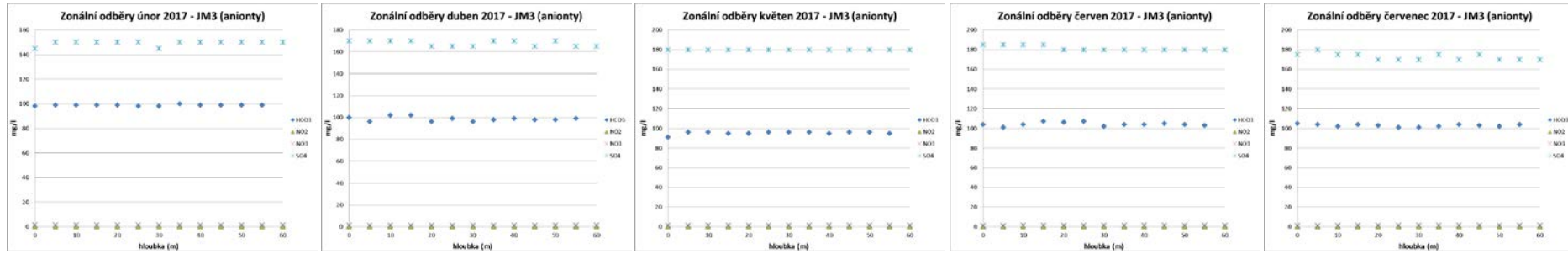
- the amount of oxygen in the water of Lake Most logically decreases with depth at both monitored places and during the seasons



Koncentrace sledovaných aniontů ani kationtů nevykazují výrazné změny a to ani s rostoucí hloubkou a ani za jednotlivá sledovaná období.

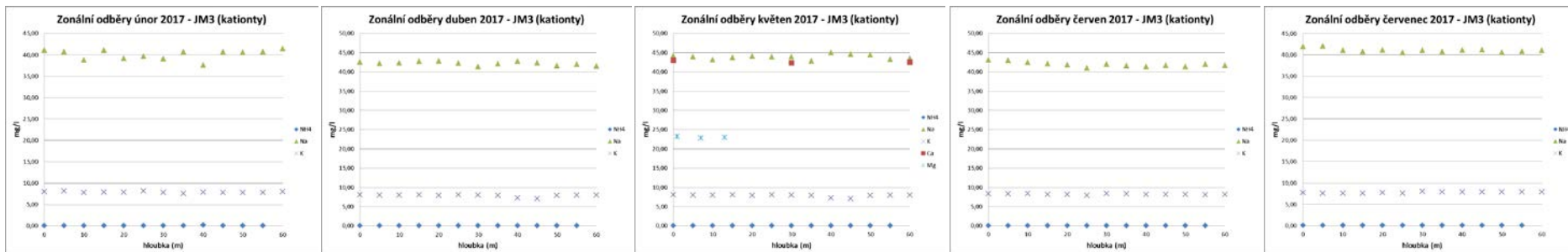
Voda v jezeře Most je dle svého chemismu řazena k vodám sodno-vápenato síranového typu (Na-Ca-SO₄).





The concentrations of the monitored anions and cations do not show significant changes, neither with increasing depth nor for the individual monitored periods.

According to its chemistry, the water in Lake Most is classified as sodium-calcium sulphate type water (Na-Ca-SO₄).



Odběry z monitorovacích vrtů / Shallow wells

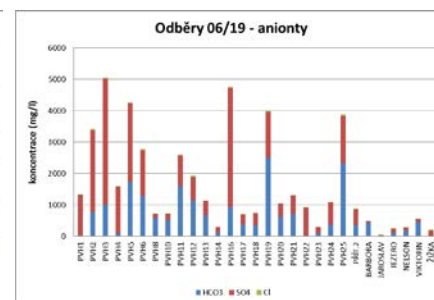
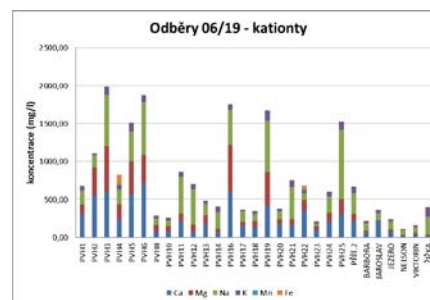
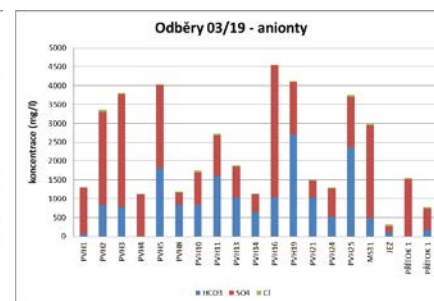
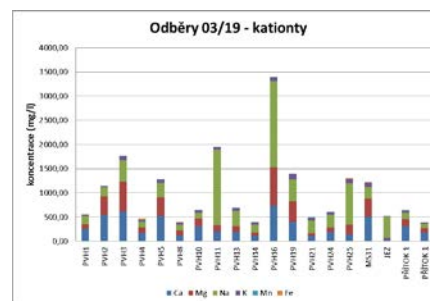
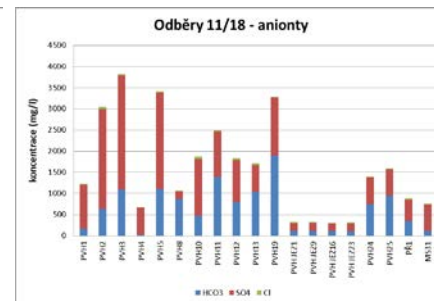
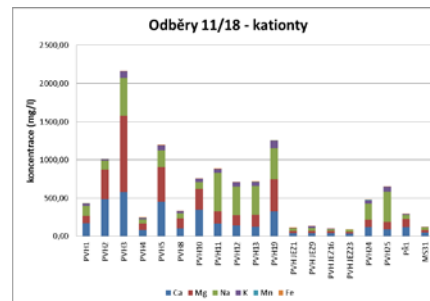
Odběry byly realizovány z monitorovacích míst značených jako PVH1 – PVH25, která se nachází po obvodu břehu jezera Most.

Prezentovaná data jsou z měření 11/18, 03/19 a 06/19.

Z těchto sledovaných objektů vybočuje svojí nižší koncentrací všech majoritních prvků a velmi kyselým pH monitorovací vrt PVH4.

Zajímavá je rovněž sezónnost parametru pH. V chladnějším období bylo pH všech monitorovacích vrtů neutrální až mírně alkalické (6,80 – 7,96). Na jaře a především v létě došlo k poklesu pH na mírně kyselé hodnoty (6,92 – 5,02).

V některých vrtech byla rovněž naměřena koncentrace těžkých kovů (Co, Ni, Cu a Zn) v limitních hodnotách.



Odběry z monitorovacích vrtů / Shallow wells

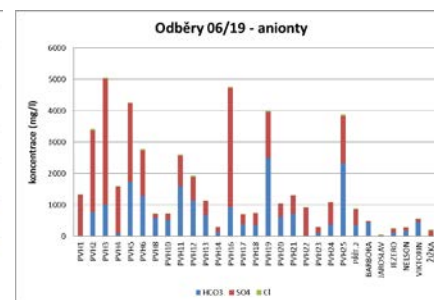
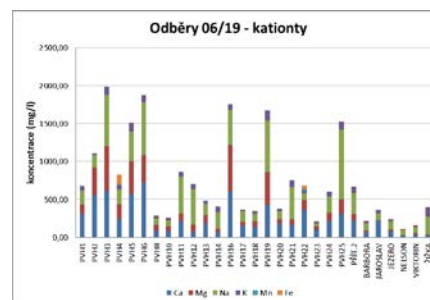
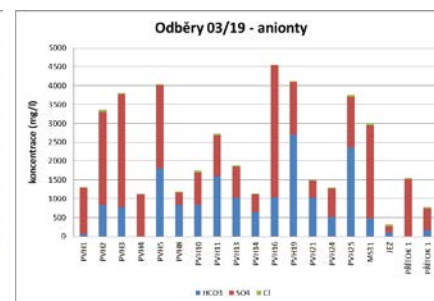
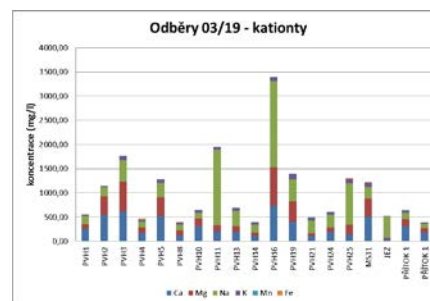
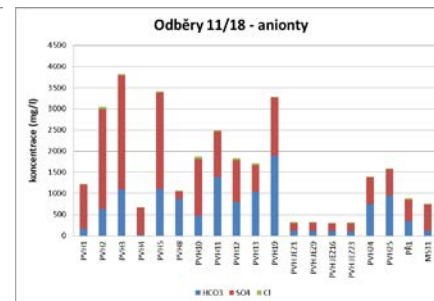
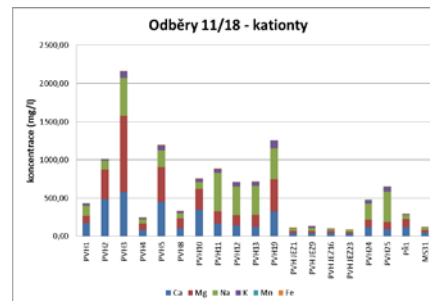
Sampling was carried out from monitoring sites marked as PVH1 - PVH25, which is located along the perimeter of the shores of Lake Most.

The presented data are from measurements 11/18, 03/19 and 06/19.

The PVH4 monitoring well deviates from these monitored objects with its lower concentration of all major elements and a very acidic pH.

The seasonality of the pH parameter is also interesting. In the colder period, the pH of all monitoring wells was neutral to slightly alkaline (6.80 - 7.96). In spring and especially in summer, the pH dropped to slightly acidic values (6.92 - 5.02).

The concentration of heavy metals (Co, Ni, Cu and Zn) in limit values was also measured in some wells.



Odběry z monitorovacích vrtů / Shallow wells

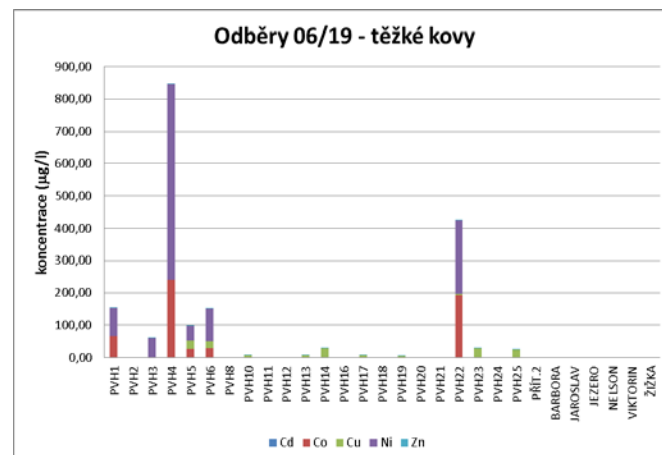
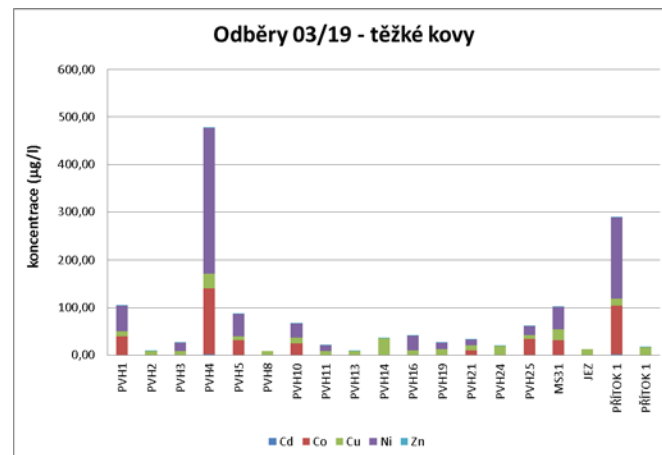
Odběry byly realizovány z monitorovacích míst značených jako PVH1 – PVH25, která se nachází po obvodu břehu jezera Most.

Prezentovaná data jsou z měření 11/18, 03/19 a 06/19.

Z těchto sledovaných objektů vybočuje svojí nižší koncentrací všech majoritních prvků a velmi kyselým pH monitorovací vrt PVH4.

Zajímavá je rovněž sezónnost parametru pH. V chladnějším období bylo pH všech monitorovacích vrtů neutrální až mírně alkalické (6,80 – 7,96). Na jaře a především v létě došlo k poklesu pH na mírně kyselé hodnoty (6,92 – 5,02).

V některých vrtech byla rovněž naměřena koncentrace těžkých kovů (Co, Ni, Cu a Zn) v limitních hodnotách.



- **Monitoring kvality vod Jezera Most / Monitoring the water quality of Lake Most**



- **Monitoring kvality vod Jezera Most / Monitoring the water quality of Lake Most**



- **Monitoring kvality vod Jezera Most / Monitoring the water quality of Lake Most**

Kromě odběrů a analýz podzemních vod provádíme i srovnávací analýzy z přítoků a vod samotného jezera.

In addition to groundwater abstraction and analysis, we also perform comparative analyzes from the tributaries and waters of the lake itself.



7 Správa prostorových dat / Spatial data management

Návrh optimálního datového systému, který bude umožňovat jednak uchování a jednak další interpretace získaných dat, včetně jejich zobrazení a eventuálního dalšího doplňování. Vzhledem k prostorovému charakteru získávaných dat se jako komplexní řešení implementace geografického informačního systému. Na jeho základě bude možné navrhnout optimalizaci monitoringu – časovou variabilitu monitorovaných parametrů nebo prostorové rozložení monitorovacích objektů.

Design of an optimal data system, which will allow both storage and further interpretation of the obtained data, including their display and possible further completion. Due to the spatial nature of the obtained data, the implementation of a geographic information system is used as a complex solution. Based on it, it will be possible to design the optimization of monitoring - time variability of monitored parameters or spatial distribution of monitoring objects.

Děkuji za pozornost /
Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

