

2020

Steckbriefliche Zusammenfassung von
Projektergebnissen im Rahmen des
Projektes Vita-Min

Bewertung der bestehenden Konzepte für Rekultivierung durch Flutung



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



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



Einführung, Hintergrund und Zielstellung

Ziel dieser Studie ist die Auswertung der Auswirkungen der aktualisierten hydrologischen und hydrochemischen Bedingungen auf die bestehenden Rekultivierungskonzepte durch Flutung der Restlöcher der Gruben ČSA, Vršany, Libouš und Bílina (siehe Abbildung 1). Erst zum Zeitpunkt der Beendung der Flutung des Sees Most im Jahr 2014 wurden die ersten praktischen Erfahrungen mit der Entwicklung des Wasserspiegels, unter den Bedingungen, dass der See keinen dauerhaften externen Zulauf hat und gänzlich von der Stabilisierung der Bilanz zwischen dem Wasserzulauf aus dem eigenen Einzugsgebiet und dem Wasserverlust durch Verdunstung aus der freien Fläche abhängt, gesammelt. Es zeigen sich auch Bedingungen aus den prognostizierten klimatischen Veränderungen, auf Grund deren sich die bestehenden hydrologischen Bedingungen wesentlich verändern könnten, vor allem in Folge der Entwicklung der Erhöhung der durchschnittlichen Temperatur. Bestimmte Veränderungen können bereits in der Entwicklung der Temperaturen und der Niederschläge im Laufe der letzten fünf Jahre auf der lokalen Ebene des Sees Most beobachtet werden. Und mit hoher Wahrscheinlichkeit können gerade diese Veränderungen für die negative Wasserbilanz im See Most nach der Flutung, wo der See einen andauernden Wasserverlust aufweist, verantwortlich sein.

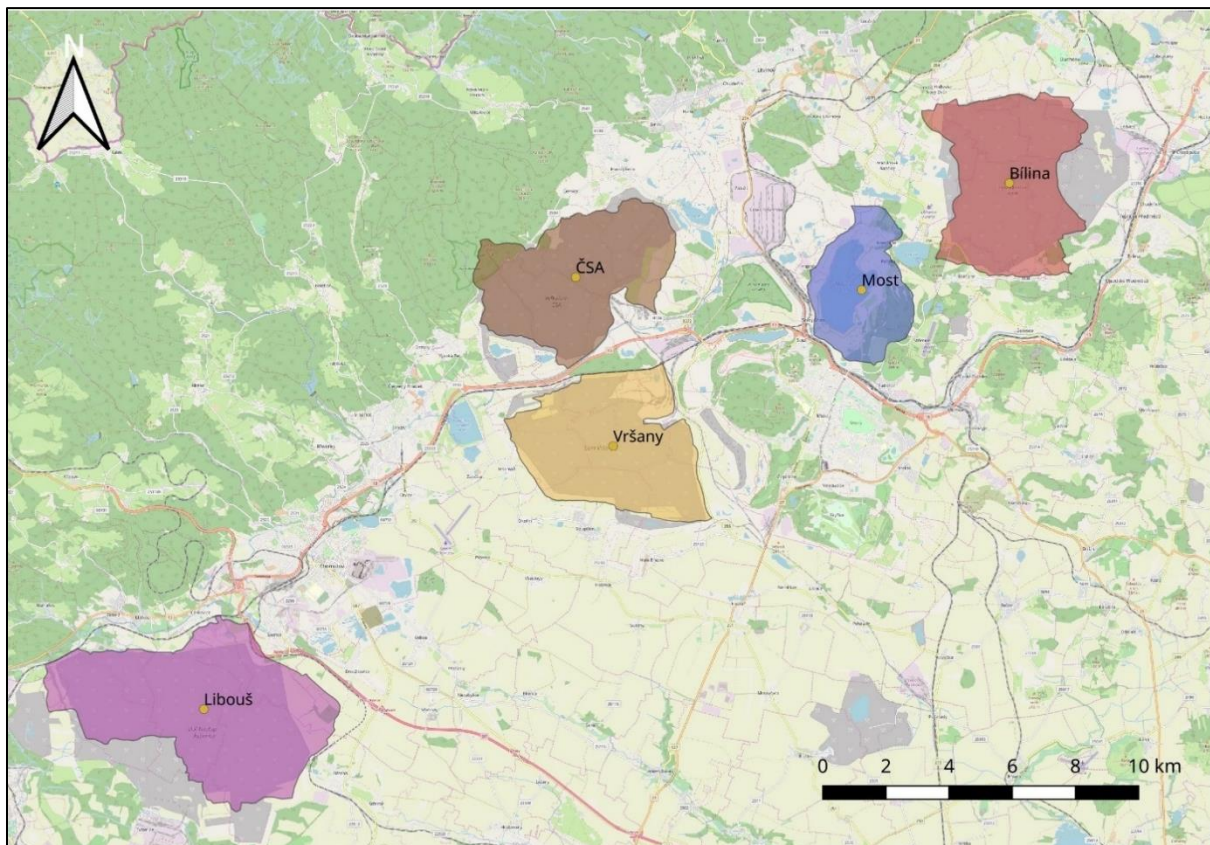


Abbildung 1: Betreffende Einzugsgebiete, R-PRINCIP Most, s. r. o., 2019

Das Ziel der Studie ist die Bewertung der bestehenden Rekultivierungskonzepte der Bergbaurestlöcher in den gegenwärtig noch aktiven Tagebauen ČSA, Vršany, Libouš und Bílina durch Flutung. Dies geschah auf Grundlage der hydrochemischen und hydrologischen Charakteristiken der betroffenen Einzugsgebiete und

Flussläufe, die im Rahmen von früher erstellten Studien im Projekt Vita-Min, auf Grundlage der praktischen Erkenntnisse und Erfahrungen von der Flutung der Restlöcher der Tagebaue Most-Ležáky und Chabařovice, und mittels der Anwendung eines geeigneten mathematischen Modells für die hydrologische Bilanz, gesammelt wurden.

Methodik

Die hydrologischen und hydrochemischen Bedingungen an jedem Standort wurden im Rahmen der früheren Studien, die im Projekt Vita-Min erstellt wurden, ausführlich analysiert. In der vorliegenden Studie wurden die Ergebnisse der vorangegangenen Studien um Veränderungen der Abflussbedingungen in den Interessengebieten und deren hydrogeologische Aspekte ergänzt. Vor allem wurden aber die Rekultivierungskonzepte durch Flutung unter Nutzung der mathematischen Modelle der hydrologischen Bilanz bewertet. Angewandt wurden die gänzlichen konzeptionellen Modelle GR4J und TUW. Es wurden die Methoden für die Bestimmung der potentiellen Verdunstung ausgewählt, die am glaubwürdigsten die Referenzdaten vom See Most simuliert hat. Für die Verdunstung aus der Wasserfläche wurde die Methode nach VÚV1 gewählt. Für die Verdunstung aus dem Einzugsgebiet wurde die Methode nach Oudin gewählt.

Beide Modelle der hydrologischen Bilanz wurden am See Most getestet und unter Nutzung der Betriebsdaten aus dem Verlauf der Flutung kalibriert. Dabei wurde ein weiterer Verlust (wahrscheinlich nicht durch Verdunstung) im Durchschnittswert 0,3 mm pro Tag, in den Modellen berücksichtigt. Bei der Anwendung für die künftigen Seen wurden dann die Modelle auf die grundlegenden hydrologischen Daten von jedem einzelnen See kalibriert. Bei den Berechnungen wurden die bathymetrischen Werte der Restlöcher abgeleitet von den Modellen des Terrains nach Beendigung der Bergbautätigkeit.

Durch mathematische Modellierung wurde der Messpunkt des Wasserspiegels simuliert, an dem sich der See nur durch den Zufluss von Niederschlagswasser aus dem Einzugsgebiet des Sees stabilisieren sollte. Für die Simulation der Flutung des Restloches wurden Daten einer 30-jährigen Reihe gemessener klimatischer Daten der Station Kopisty genutzt (für die Seen Most, Bílina, Vršany und ČSA), respektive der Station Tušimice (für den See Libouš). Zum Zweck der Auswertung der Unsicherheit wurde die Simulation auch für die resamplierten Zeitreihen für 300 Jahre durchgeführt. In Varianten wurden die Simulationen für transformierte Daten durchgeführt, die aus der Simulation der globalen und regionalen klimatischen Modelle abgeleitet wurden. Genutzt wurden Simulationen der Szenarien RCP2.6, RCP4.5 und RCP8.5. Außer der Festlegung der stabilisierten Wasseroberfläche dienten die Simulationen zur Festlegung des Bedarfs eines externen Zuflusses in den See in dem Fall, dass der Betriebsstand der Wasseroberfläche im See über dem Niveau der stabilisierten Wasseroberfläche gefordert wird. Nicht zuletzt wurde die Geschwindigkeit der Flutung der Restlöcher bei Nutzung von externen Wasserquellen simuliert, ob in Form des hydrogeologischen Zuflusses oder Entnahme von Oberflächenwasser aus

Flussläufen. Die gewonnenen Ergebnisse wurden an jedem Standort mit dem Konzept der Rekultivierung durch Flutung der Restlöcher so verglichen, wie diese im aktuell gültigen Gesamtplan der Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen wurde (Basisvariante). In allen Fällen handelt es sich um Abbauvarianten im Rahmen der sog. gebietlichen ökologischen Grenzwerte. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Vorgehensweise bis zu den Grenzwerten an einigen Standorten keine weiteren Genehmigungen fordert. Bei dem Vergleich der Ergebnisse mit der Basisvariante wurden alternative Lösungsmöglichkeiten der Teilaspekte der Rekultivierung durch Flutung verifiziert, ebenfalls deren technische Durchführbarkeit und wirtschaftliche Aufwendigkeit im Vergleich mit der Basisvariante.

Aus Sicht der Festlegung des stabilisierten Wasserspiegels der Seen kann festgestellt werden, dass die stabilisierten Wasserspiegel an allen Standorten immer auf ein niedrigeres Niveau berechnet wurden, als in den Basisvarianten der Rekultivierungspläne erwogen wird. Dabei muss erwähnt werden, dass im Falle des Sees Most und der künftigen Seen Vršany und ČSA in den Basisvarianten mit stabilisierten Wasserspiegeln gerechnet wird. Im Falle der künftigen Seen Libouš und Bílina wird das gewünschte Niveau der Wasserspiegel durch die Möglichkeit der Gestaltung von durchfließenden Seen mit Gravitationszufluss und –Abfluss angestrebt, nicht mit einer stabilisierten Wasseroberfläche im See. Die Ursache der Stabilisierung auf einem niedrigeren Niveau ist mit hoher Wahrscheinlichkeit der Verdunstung aus der freien Wasseroberfläche zuzurechnen, welche die Verluste in allen Seen verschärft. Mit den klimatischen Veränderungen erhöht sich leider die Intensität der Verdunstung, vor allem in den Wintermonaten, was dem häufigeren Anstieg der Temperatur über den Gefrierpunkt geschuldet ist. Die Stabilisierung der Wasseroberfläche in den Seen erfolgt dann auf einem noch wesentlich niedrigeren Niveau, als in den gegenwärtigen klimatischen Bedingungen. Die am niedrigsten stabilisierten Wasseroberflächen wurden üblicherweise für die ferne Zukunft für das globale klimatische Modell CMIP5 und das Szenario RCP8.5 berechnet. Die Gegenüberstellung der berechneten stabilisierten Wasseroberflächen mit den erwogenen Wasseroberflächen nach den Rekultivierungsplänen stellt die folgende Tabelle 1 dar. Zur Information wurde die Angabe hinsichtlich der Mindesthöhe angegeben, bei der der Gravitationsabfluss aus dem Restloch ermöglicht wird, auch wenn die Rekultivierungspläne damit nicht rechnen müssen.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der berechneten stabilisierten Wasseroberflächen mit den erwogenen Wasseroberflächen nach den Rekultivierungsplänen

	Niveau des Wasserspiegels [m n. m.]				
	erwogen in der Basisvariante	Minimalwert für Gravitationsabfluss	errechnet nach dem bestehenden Klima	errechnet für die nahe Zukunft	errechnet für die weite Zukunft
See Most	199,0	230,0	172,0-173,7	167,2-173,1	159,8-170,9
See ČSA	180,0	230,0	149,2-152,3	142,6-147,5	126,5-146,2

See Vršany	205,0	235,0	188,2-190,5	184,8-189,0	181,7-188,1
See Libouš	275,2	275,2	236,2-236,4	231,7-235,5	225,8-232,7
See Bílina	200,0	200,0	129,9-131,6	122,5-126,8	105,5-124,8

Sollten die Seen bis auf das beabsichtigte Niveau geflutet werden, dann ist dies nur unter der Bedingung möglich, dass ständig aus einer externen Quelle Wasser zugeführt wird. Der Bedarf für die Wasserzufuhr aus einer externen Quelle für unterschiedliche Varianten der klimatischen Bedingungen ist in der folgenden Tabelle 2 dargestellt. Außerdem werden auch die Werte der möglichen hydrogeologischen Wasserzufuhr angeführt, falls diese hydrogeologischen Studien entnommen werden konnten.

Tabelle 2: Bedarf für die Wasserzufuhr aus einer externen Quelle für unterschiedliche Varianten der klimatischen Bedingungen

	Bedarf an externer Wasserzufuhr [l/s]			Möglichkeit der hydrogeologischen Wasserzufuhr
	errechnet nach dem bestehenden Klima	errechnet für die nahe Zukunft	errechnet für die weite Zukunft	
See Most	30,1-31,3	38,2-39,9	45,1 -46,9	unbekannt
See ČSA	46,9-51,5	67,1-70,6	82,2-85,6	Bis zu 42
See Vršany	12,2-14,2	17,9-21,4	24,9-27,8	minimal
See Libouš	138,9	171,3	199,1	minimal
See Bílina	91,4-93,8	151,4-153,7	175,7-179,1	Bis zu 100

Aus der Tabelle 2 wird ersichtlich, dass nur an zwei Standorten der hydrogeologische Zufluss in einem Umfang geschätzt wird, der die stabilisierte Wasseroberfläche in Richtung der Basisüberlegung rücken könnte. Es ist aber auch gleichzeitig klar, dass nicht einmal der maximal mögliche Umfang der hydrogeologischen Zuflüsse an diesen zwei Standorten den Wasserspiegel auf dem Niveau der Basisvariante halten kann, wenn der Klimawandel eintritt. Der Bedarf der externen Wasserzugabe in Folge des Klimawandels übersteigt die geschätzten hydrogeologischen Zuflüsse. Die einzige Möglichkeit ist die Abdeckung der Wasserzufuhr durch Entnahme von Oberflächenwasser aus den Flussläufen, die zur Flutung genutzt wurden. Ohne diese Möglichkeit muss der vorgesehene Wasserspiegel auf den Wert des stabilisierten Wasserspiegels herabgesetzt werden. Auch die Entscheidung über die Anpassung der beabsichtigten Wasserspiegel der künftigen Seen so, damit sich diese den berechneten stabilisierten Wasserspiegeln nähern, ist nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick erscheinen könnte. Der Grund ist die breite Spannweite der stabilisierten Wasserspiegel, die für die möglichen Szenarien des Klimawandels berechnet wurden. Der Vorschlag für das Betriebsniveau des Sees muss in einer ziemlich niedrigen Spannweite der zugelassenen Bewegung des Wasserspiegels erfolgen,

dem auch die Rekultivierungs-, Sanierungs- und die wasserwirtschaftliche Gestaltung des gesamten Restloches angepasst werden können. Sollte ein Szenario des Klimawandels ausgewählt werden, das letztendlich nicht zustande kommt, würde es nachträgliche Kosten verursachen, z.B. die Anpassung der Befestigung der Uferlinie. Aus dieser Sicht erscheint am günstigsten die Wahl von einem Wasserspiegel, der für die Zukunft durch einen angemessenen externen Zulauf an Oberflächenwasser erhalten werden kann. Die Erhaltung eines dauerhaften Zuflusses aus umliegenden Flussläufen mit einer ausreichenden Kapazität ist ein großer Vorteil, auch für die Seen ohne Gravitationsabfluss. Auch bei der richtigen Wahl des stabilisierten Wasserspiegels wird der Wasserspiegel in der Zukunft wesentlich schwanken. Letztendlich erfolgt die Stabilisierung auf dem ursprünglichen Niveau, das kann aber auch einige Jahre dauern. Der vorübergehende Anstieg des Wasserspiegels kann durch Regulierung des Wasserzuflusses und evtl. durch Abpumpen des überschüssigen Wassers erfolgen, das Heben des Wasserspiegels kann nur durch Wasserzufuhr aus externen Wasserquellen erfolgen.

Auf Grundlage der Auswertung aller relevanten Bedingungen wurde für jeden künftigen See das Niveau des Wasserspiegels empfohlen, ebenfalls die Art und Weise der Wasserentnahme für die Flutung des Restloches und wie am besten der langfristige Betrieb des Sees sichergestellt werden soll. Es wurde sich bemüht stets eine Lösung zu bevorzugen, die real erreichbar wäre, aber gleichzeitig der komplexen Erneuerung der Landschaft und deren Wasserbestandteilen aufgeschlossen ist, was das grundlegende und endgültige Ziel darstellen sollte.

Ergebnisse und Diskussion

Für den Standort des **Tagebaues ČSA** wird die Basisvariante eines Sees ohne Durchfluss mit dem Wasserspiegel auf dem Niveau 180 m ü. NHN. empfohlen. Ein See mit diesem Wasserspiegel ist, mit dem prognostizierten hydrogeologischen Zufluss und dem Zufluss von Oberflächenwasser aus dem Fluss Bílina (in der Zukunft auch aus dem Fluss Loupnice), langfristig erhaltbar. Der See soll mit Wasser aus dem Fluss Bílina geflutet werden, die Höhe des verfügbaren Durchflusses beträgt 332 l/s, der ergänzt wird mit Wasser aus dem Zubringer PVN auf den Gesamtumfang 500 l/s. Die Flutungsdauer beträgt 16 Jahre. Im Falle der zweiten Variante eines durchfließenden Sees mit Gravitationsabfluss auf der Ebene 230 m ü. NHN. ist der Bedarf an die Wasserzufuhr aus externen Quellen extrem hoch (für die Zukunft über 250 l/s) und es ist nicht klar, ob so eine Wasserzufuhr durch Entnahme von Oberflächenwasser sicherzustellen wäre. Problematisch ist auch die eigentliche Flutung des Sees wegen dem großen Wasserbedarf für die Flutung des Restloches auf dieses Niveau und dem wesentlichen Anstieg der Kosten.

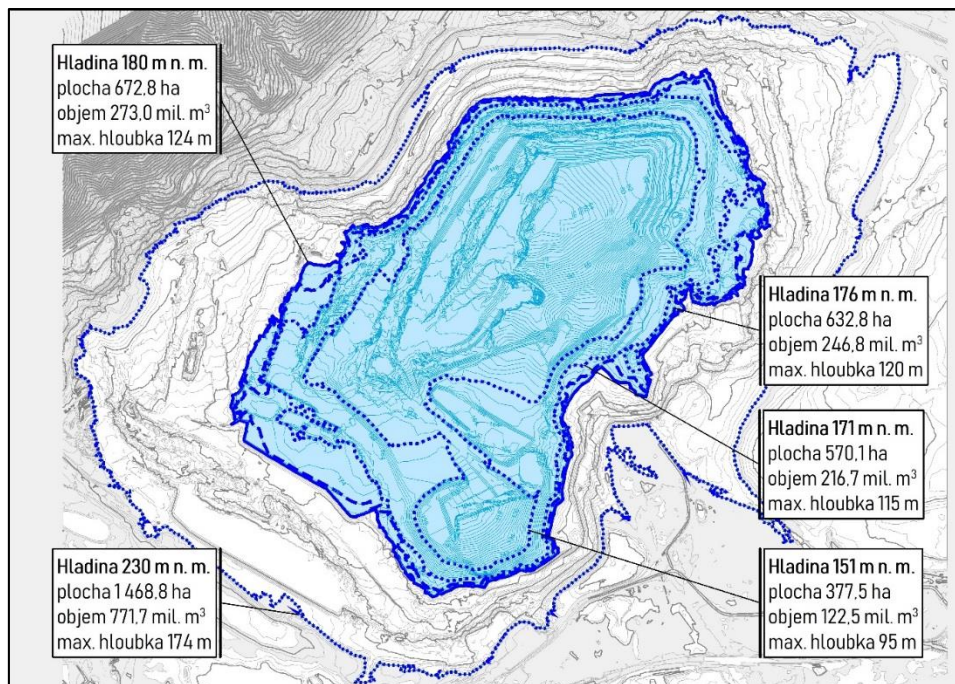


Abbildung 2: Szenario des stabilisierten Wasserspiegels im See ČSA im Vergleich mit der Basisvariante

Für den **Tagebau Vršany** wurde die Basisvariante des Sees bestätigt. Es wird empfohlen zu erwägen, ob mit dem Ende der Förderung der hydrogeologische Zulauf in das Restloch tatsächlich endet. Sollte dem so sein, wäre es am günstigsten den Wasserspiegel von dem früher festgelegten Niveau 206 m ü. NHN. auf 189 m ü. NHN. zu legen, was der stabilisierten Wasseroberfläche unter den gegenwärtigen klimatischen Bedingungen und ohne hydrogeologischen Zufluss entspricht. Die Flutung des Restloches durch Entnahme des Wassers aus dem PVN im Umfang von 350 l/s ist problemlos und würde 3 bis 5 Jahre dauern. Da hier keine Möglichkeit einer dauerhaften Oberflächenwasserzuführung aus nahen Flussläufen besteht, kann nur mit dem Zufluss aus dem eigenen Einzugsgebiet gerechnet werden. Mit Hinblick auf die Lebensdauer (Betriebsdauer) des Tagebaues Vršany bleibt für die Festlegung des Wasserspiegels in dem See, evtl. für eine Anpassung des Niveaus im Falle des Klimawandels, noch ausreichend Zeit übrig.

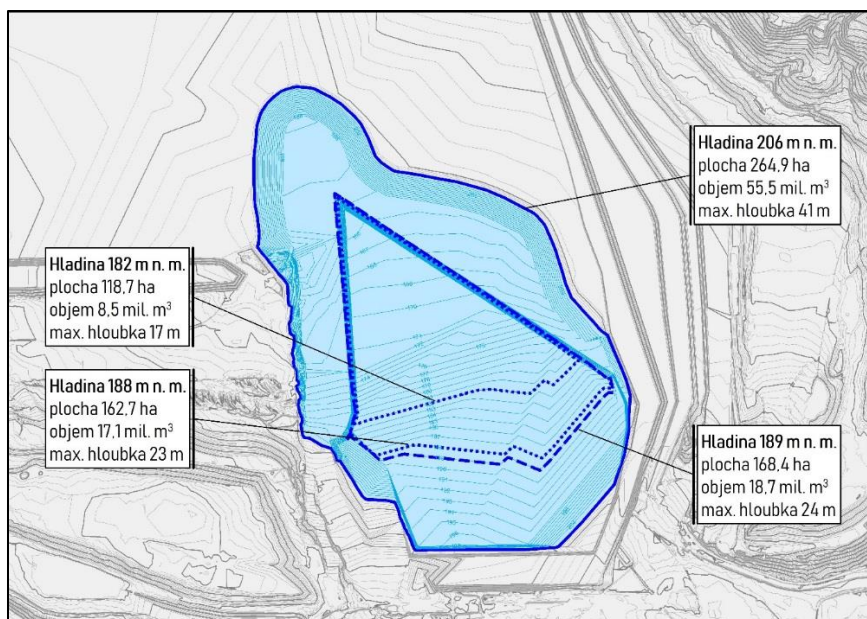


Abbildung 3: Szenario des stabilisierten Wasserspiegels im See Vráň im Vergleich mit der Basisvariante

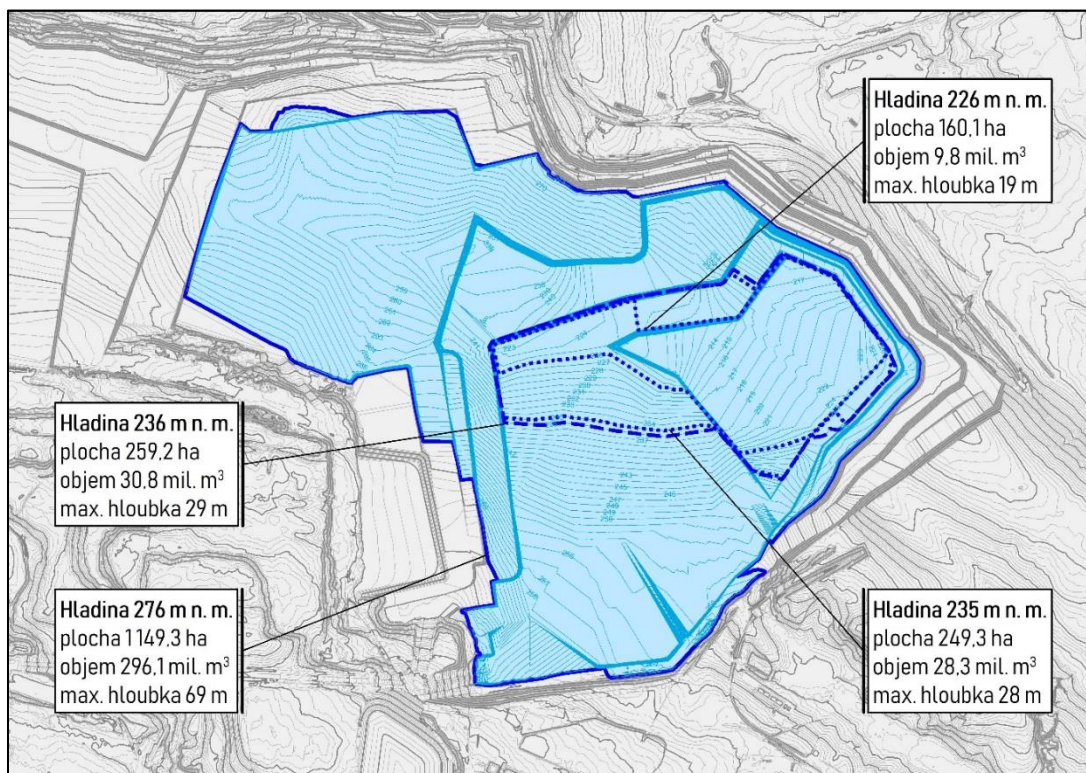


Abbildung 4: Szenario des stabilisierten Wasserspiegels im See des Tagebaus Libouš im Vergleich mit der Basisvariante

Am Standort des **Tagebaues Libouš** wurden zwei Varianten bewertet – die Basisvariante eines durchfließenden Sees und die Variante eines Sees ohne Durchfluss mit dem Wasserspiegel auf dem Niveau 275,2 m ü. NHN., die einen dauerhaften Abfluss in den Fluss Hutná II ermöglicht. Der wird vor allen für die Verdünnung des gereinigten Kommunalabwassers benötigt. Außerdem wäre ein dauerhafter Zufluss in das Restloch über die Innenkippe ein bedeutender

revitalisierender Beitrag für die ganze Kippe. Die Flutung des Sees sollte 11 Jahre mit dem Wasser aus dem Zubringer PPV mit dem Durchfluss 1 m³/s dauern, teilweise sollte auch Wasser aus der Eger genutzt werden (0,720 m³/s) und ein kleiner Teil auch aus dem Bach Pruněrovský potok oder aus dem Zubringer PPV. Nach Beendigung der Flutung sollte die Wasserentnahme aus der Eger beendet werden, dauerhaft sollte Wasser aus dem Bach Pruněrovský potok einfließen. Dies ermöglicht dem See auf dem erforderlichen durchfließenden Niveau zu verbleiben. Zum Zweck der Stärkung der Wasserzufuhr in den See kann die Möglichkeit der Einmündung von weiteren Flussläufen aus dem Erzgebirge geprüft werden. Die eventuelle Wasserentnahme aus dem Bach Hačka wird jedoch nicht empfohlen, da die technischen Anforderungen zu hoch wären.

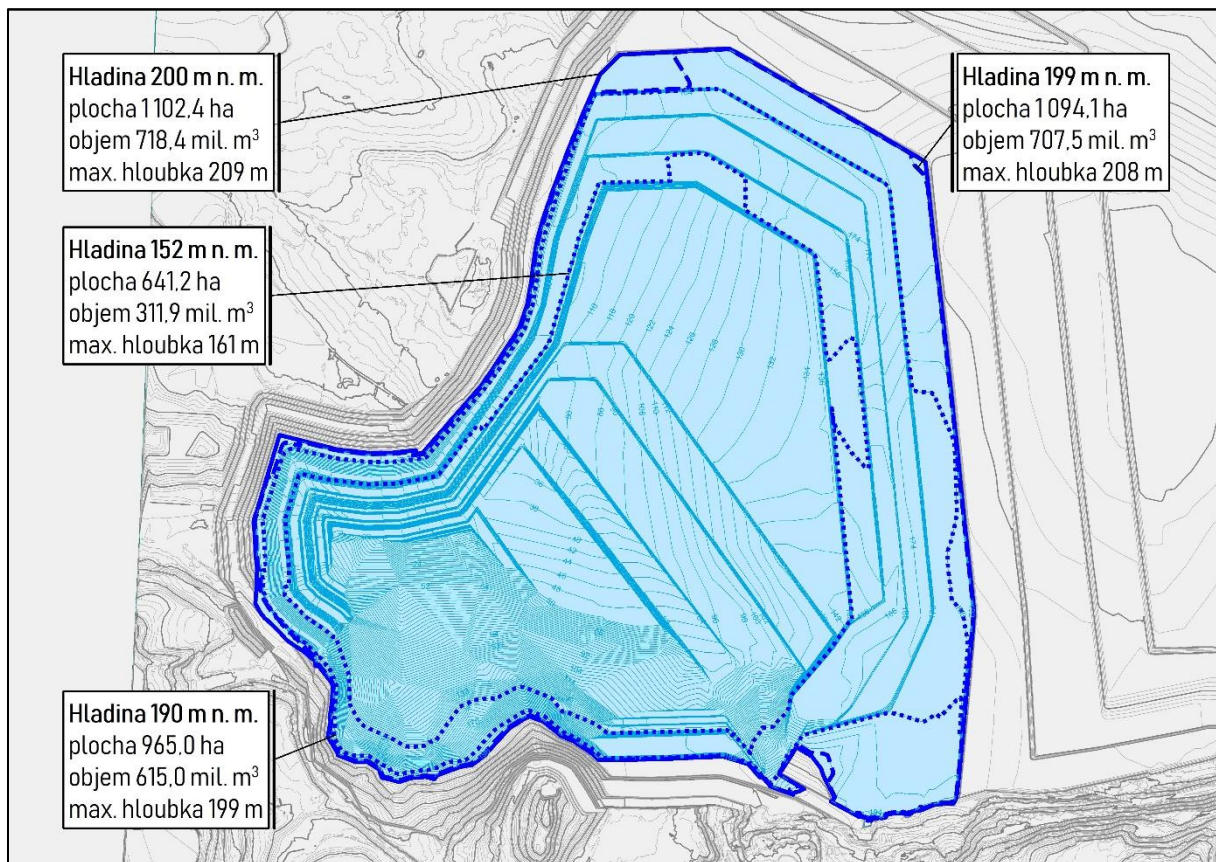


Abbildung 5: Szenario des stabilisierten Wasserspiegels im See des Tagebaus Bílina im Vergleich mit der Basisvariante

Im Falle des **Tagebaues Bílina** wird empfohlen bislang die Basisvariante zu bevorzugen, also ein durchfließender See mit dem Niveau des Wasserspiegels 200 m ü. NHN. Diese Variante setzt einen Wasserzufluss von ca. 90 l/s voraus, für die Zukunft jedoch evtl. bis 180 l/s. Dies wiederum setzt voraus, dass Wasser aus dem Altbergbau zufließt (hydrogeologischer Zufluss im Umfang bis 100 l/s). In Kombination mit einem Dauerzufluss an Oberflächenwasser aus dem Fluss Bílina und aus den erzgebirgischen Bächen (Radčický, Lomský, Loučenský) sollte der See auf diesem Niveau problemlos erhaltbar sein. Die Flutung soll durch Entnahme verfügbarer Mengen aus dem Fluss Bílina mit Durchfluss von 1 m³/s erfolgen, teilweise kann Wasser aus dem Zubringer PVN und aus dem verlegten Bach Radčický potok mit Durchfluss von 0,1 m³/s genutzt werden. Die Flutungsdauer

beträgt ca. 20 Jahre. Die aktuelle Bevorzugung der Basisvariante ist aus Sicht der Flutung auch in Beziehung zum See Most zweckmäßig. Durch das Vorrücken des Tagebaues Bílina zu den ökologisch festgelegten Grenzwerten bietet sich so die Möglichkeit beide Seen zu verbinden, was weitere wasserwirtschaftliche Möglichkeiten für die Stabilisierung des Wasserhaushaltes beider Seen und unter der Nutzung des Flusses Bílina ermöglichen würde. Bis zum Zeitpunkt der Klärung der tatsächlichen Vorrückung des Tagebaues Bílina sollten die hydrogeologischen Bedingungen der Kommunikation zwischen dem Restloch und der aus dem Altbergbau übriggebliebenen Strukturen ausführlich analysiert und somit der vorausgesetzte Umfang des hydrogeologischen Zuflusses verifiziert werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Unter Voraussetzung der Gültigkeit der anvisierten Termine für die Stilllegung der Braunkohleförderung in einzelnen Gruben (Tagebauen) sollte die Flutung der Restlöcher mit dem See ČSA (2026-2042) beginnen, folgen sollte der See Libouš (2041-2052) und danach die Seen Vršany (2058-2060/62) und Bílina (2058-2077). Die Verfügbarkeit der in Frage kommenden Wasserquellen für die Flutung ist ausreichend, jedoch in Zusammenhang mit der Beendigung der Flutung der einzelnen Seen wird die Verfügbarkeit einigermaßen abnehmen, Teilmengen des Wassers werden dauerhaft in die gefluteten Seen umgeleitet.

Impressum

Herausgabe:

Dieser Steckbrief wurde im Rahmen des Projekts Vita-Min erstellt. Das Projekt Vita-Min wurde aus Mitteln des europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Kooperationsprogramms SN-CZ 2014-2020 finanziert. Die Projektpartner sind das sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Leadpartner), die Stadtverwaltung Oelsnitz/Erzgeb. und die Verwaltungsbehörde des Bezirks Ústecký kraj.

Für Fragen und weitere Informationen zu diesem Teilprojekt kontaktieren Sie:

Ansprechpartner:

Bezirk Ústecký kraj
Ansprechpartner: Lukáš Vostrý
Telefon: 0420/ 475657688
E-Mail: vostry.l@kr-ustecky.cz

Bearbeitung:

Die Ergebnisse dieses Teilprojekts wurden im Rahmen einer Vergabe vom Bezirk Ústecký kraj durch die Firma R – PRINCIP Most s.r.o. erarbeitet.

Titelfoto:

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, öffentliche Forschungseinrichtung, (2017): Szenerie einer Wasserfläche

Redaktionsschluss:

31.03.2020

Weitere Informationen finden Sie unter
www.vitamin-projekt.eu