



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



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

MOOREVITAL 2018



Fortgesetzter Moorschutz im Erzgebirge Hydrologische Unterlagen einschließlich der Projektdokumentation für den Bedarf nachfolgender Revitalisierungsmaßnahmen



Ústecký kraj
Velká Hradební 31118/48,
400 02 Ústí nad Labem



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
Nábřeží 4
Praha 5, 150 56

Dezember 2018
Auftrag-Nr.: 3748/002

ETAPPE 4 – VORSCHLAG FÜR DAS DAUERMONITORING

Den Gegenstand des Vorschlags bildet das Monitoring der Wassermenge und –qualität, das wie folgt gesichert wird:

- A) zwei Messobjekte zur Messung der Menge und Qualität vom Wasser
- B) eine Wetterstation mit Niederschlagsmessgerät,
- C) ein Netz von flachen Bohrungen.

Das für das Untersuchungsgebiet vorgeschlagene Überwachungssystem soll dazu dienen, die eventuellen Änderungen vom hydrologischen (d.h. Durchflüsse, Wasserspiegel der flachen Grundwasser) sowie hydrochemischen (Stoffkonzentrationen) Regime der neu revitalisierten Teilbereiche des Moores (Messprofil P1) im Vergleich zu den nicht revitalisierten Teilbereichen, d.h. zu denen, die im ursprünglichen Zustand geblieben sind (Messprofil P2) zu erfassen, und zwar während episodenhafter, extremer sowie gängigen hydrologischen Situationen; kurz- sowie langfristig. In diesem Kontext wird empfohlen, die ausgewählten statistischen Kennziffern (t-Test, Mann-Whitney Test, F-Test), gegebenenfalls die Entwicklungstrends der Abflüsse oder Konzentrationen/Abtragungen zu verschiedenen Jahreszeiten sowie in hydrologischen Situationen zu vergleichen. Aus der Recherche der Literatur (Kap. 3.1.2.) ergeben sich jedoch beträchtliche Unsicherheiten bei der Analyse und dem eindeutigen Definieren der kausalen Einflüsse und Faktoren im Zusammenhang mit möglichen kurzfristigen, ggf. langfristigen Änderungen der hydrochemischen Reaktionen revitalisierter Moore. Die Ergebnisse der Untersuchungsprojekte belegen, dass nach einigen Anfangsjahren (3-4) in denen das Regime schwankte, es im Zuge an die (geeignet umgesetzte) Revitalisierungsmaßnahmen in der Regel zu einer langfristig fortlaufenden, oft nur sehr langsamen Minderung der ausgeschwemmten Menge und DOC-Konzentrationen kam und der ursprüngliche nicht berührte biogeochemische Zustand des früher entwässertes Moores teilweise zurückkehrte. Diese Veränderungen ermöglichen das u. g. Monitoring, das laut den Erkenntnissen aus der Literatur mindesten 6-8 Jahre lang durchgeführt wird.

1.1. Durchfluss- und Wasserqualitätsmessungen

Die Wasserspiegel- bzw. Durchflussmessungen in den Entwässerungsgräben und zusammenhängenden Wasserläufen sind für die Beschreibung der kurz- sowie langfristigen Dynamik des Wasserregimes in dem jeweiligen Gebiet unerlässlich. Unbedingt erforderlich ist das kontinuierliche (durchgehende) Monitoring, da die Veränderungen der Durchflüsse im Zuge der Reaktion auf den Niederschlag in ähnlich kleinen Einzugsgebieten (einige –zig ha) in einigen –zig Minuten, im zwei- bis dreistelligen Prozentbereich sein können.

Die Überwachung der Wasserqualität ist von großer Wichtigkeit, da die verschiedenen Parameter der Wasserqualität von unterschiedlicher Dynamik sind; die Veränderungen können kurzfristig in Bezug auf den Durchfluss, mittelfristig saisonbedingt oder in Folge der Maßnahmen auftreten.

Das Monitoring mit 14-30-tägigen Periodizität der Probeentnahmen ist für die Beschreibung der langfristigen Entwicklung der Wasserqualität nützlich, für die Charakteristik der Dynamik der

Wasserqualität genügt es jedoch nicht, da sie raum-zeit-mäßig von verschiedenen Verschmutzungsquellen beeinflusst wird, deren Beitrag erheblich variabel ist, und zwar in Abhängigkeit von der hydrologischen Situation (niedrige Durchflüsse, Niederschlags-Abfluss Ereignisse, Trockenheit) und im Rahmen der jeweiligen Jahreszeit (Saison). Das punktuelle Monitoring unterbewertet ferner in der Regel die Ergebnisse der überwachten Kennziffern (der Stoffkonzentration und insbesondere des Abtrages) und gewährt nicht genügend Informationen über die Vorgänge, von welchen ihre Dynamik und Änderungen beeinflusst werden; d. h. über die Wirksamkeit der eventuellen flächiger Schutzmaßnahmen in den Einzugsgebieten.

Wir empfehlen eine kontinuierliche Messung der Durchflüsse, gemeinsam mit der Wassertemperatur, da es eine unentbehrliche Bedingung zur Feststellung der Dynamik der Abflussparameter in dem jeweiligen Gebiet im Zusammenhang mit den geomorphologischen und Bestandscharakteristika, dem Wetterverlauf und den anthropogenen Eingriffen ist. Die punktuelle Durchflussmessung (1x in 14-30 Tagen) ist ungenügend.

1.1.1. Durchflussmessungen

Für das Untersuchungsgebiet wurden mindestens zwei Messobjekte an den Entwässerungsgräben empfohlen; eines an der Chomutovka und eines an dem Entwässerungsgraben, resp. aus hydrologischer Sicht vor und nach dem revitalisierten Teilbereich, um kontinuierliche Messungen der Durchflüsse und gegebenenfalls auch Probeentnahmen vornehmen zu können. Ein Messprofil besteht aus:

- Messlatte (Pegel)
- Wasserstandanzeiger – Druck- oder UV-Sonde + Sonde für die Wassertemperatur
- Datenlogger + Modul zur Datenübertragung

Die Durchflussmessung wird mit Hilfe einer Drucksonde mit kontinuierlicher Aufzeichnung des Pegels (10-15 Minuten); mit (1a) oder ohne Datenübertragung in das Internet (1b) vorgeschlagen; je nach Stärke des lokalen GSM-Signals. Die Umrechnung in Durchfluss wird gemäß der Messkurve vorgenommen, die aufgrund der Messung mit dem hydrometrischen Propeller zusammengestellt wurde. Eine eventuelle Anbringung des Messüberlaufes (in Bezug auf die Eignung des Flussbettes) ermöglicht eine genauere Durchflussmessung.

Der Preis steht bei ca. 25 Tausend CZK einschl. MwSt. – Ausrüstung (VAR1)

Spezifizierung der Hersteller und Lieferanten der Messgeräte:

- Drucksonde – Messungen von dem Wasserspiegel und der Wassertemperatur (TSH22) mit integriertem Datenlogger H40 (Datenaufzeichnung und –Übertragung aufs Internet) (1a,b)

Alternativ und **bei der Anwendung weiterer Messfühler und Sensoren**, ist es möglich erweiterte Varianten zu definieren:

Der Preis steht bei ca. 35 Tausend CZK einschl. MwSt. – Ausrüstung (VAR2):

Spezifizierung der Hersteller und Lieferanten der Messgeräte:

- Drucksonde - Messungen von dem Wasserspiegel und der Wassertemperatur (TSH22) (3)
- Datenlogger STELA3 (Datenaufzeichnung und –Übertragung aufs Internet) (2)

Für die Messungen der Wasserspiegelhöhen mit den Umrechnungen in Durchfluss ist es möglich auch Sonden auf Ultraschallbasis zu verwenden; so eine Sonde ist jedoch teurer und mit ihrer Nutzung sind in der Regel auch weitere Kosten verbunden, wie z. B. Messüberlauf, Sonden-Halter usw.

1.1.2. Kontinuierliche Messungen der Wasserqualität

Die oben angeführten Messobjekte sind in dem Fall, dass eine kontinuierliche Überwachung von schnellen Veränderungen bzw. der Wasserqualität erforderlich wäre, den Möglichkeiten nach um elektrochemische oder optische Sonden zu erweitern und zwar wie folgt:

- Ableser von pH-Wert und Wassertemperatur (4). Die pH-Werte (1-14) bringen die Säure oder Basizität des Wassers zum Ausdruck; die Wasser-pH-Werte beeinflussen gemeinsam mit dem Reduktions-/Oxidations-Standardpotential bedeutend die chemischen sowie biochemischen Prozesse in den Gewässern; mehr siehe z. B. Pitter a kol. 1999. Im Zusammenhang mit der Entwässerung von dem quasigesättigten Bodenprofil der organischen Böden, gemeinsam mit den erhöhten Oxidationsprozessen, ist eine Senkung des Wasser-pH-Wertes und umgekehrt vorauszusetzen, obwohl diese Veränderungen mit einer Reihe von weiteren Aspekten zusammenhängen, wie z. B. Typ und Geomorphologie des Moores, Mächtigkeit und Charakter des Bodenprofils u. Ä. (Tolkkinen et al. 2014). Bei den Revitalisierungen von stark degradierten Mooren kann der pH-Wert im Gegenteil sinken (Bufková 2010). Die pH-Wert-Dynamik in den Gewässern aus den revitalisierten und nicht revitalisierten Teilbereichen des Moores kann über die Intensität vom Auslaugen sowie Ausschwemmen der Huminstoffe (sie erhöhen den Säuregrad des Wassers) aussagen.
- Messfühler für die Messung der Leitfähigkeit (5; fakultativ). Die elektrolytische Leitfähigkeit bringt das Maß von den aufgelösten anorganischen und organischen Stoffen im Wasser zum Ausdruck; d. h. sie beschreibt nicht die Wasserqualität im Sinne der konkreten Zusammensetzung der einzelnen Ionen, sondern die gesamte Charakteristik von dem System. Zusammengefasst handelt es sich um eine Information über den Gesamtgehalt der Salze, dissoziierten Säuren und Basen. Außer der Konzentration der jeweiligen Ionen wird die Leitfähigkeit auch von ihrer Beweglichkeit beeinflusst, die bedeutend von der Temperatur abhängig ist.
- optischer Ableser von dem im Wasser aufgelösten Sauerstoff (6; fakultativ); zur Bewertung von aeroben und anaeroben oder anoxischen Bedingungen im Wasser.

Spezifizierung der Hersteller und Lieferanten der Messgeräte:

- Ableser vom pH-Wert
<https://www.fiedler.company/cs/produkty/elektrochemicka-mereni/ph-metry/snimac-esp11>
- Messfühler der Leitfähigkeit

<https://www.fiedler.company/cs/produkty/elektrochemicka-mereni/konduktometry/snimac-esv11>

- optischer Ableser von dem aufgelösten O₂

<https://www.fiedler.company/cs/produkty/sn-ma-e-kvalitatparametr-vody/optick-oxymetry/esko12-optick-sn-ma>

Diese Festlegung ist geeignet, einige müssen unbedingt erfolgen. Grundlegend für die Analyse der Belastung der Moorgewässer mit Huminstoffen sind entweder die Entnahmen von Wasserproben und ihre Laboranalyse oder ein kontinuierliches Monitoring mit Hilfe der modernen Vor Ort-Sonden zur Analyse der unten angeführten Parameter.

Entnahmen von Wasserproben zwecks der Analyse der Konzentrationen und der Austräge von den Huminstoffen

Für die Feststellung des Einflusses der Revitalisierungen auf die Wasserqualität (Konzentrationen von DOC/TOC; und/oder Huminstoffen und weiteren Kennziffern) ist es geeignet, die Proben im Labor bezüglich dieser Parameter etwa 1x in 14-30 Tagen zu analysieren, um einerseits den Hintergrund von dem Wasserchemismus feststellen zu können und andererseits den eventuellen Einfluss der Revitalisierungen zu erfassen (Bufková et al. 2010):

- pH-Wert
- TOC-Wert (gesamter organischer Kohlenstoff)
- DOC-Wert (aufgelöster organischer Kohlenstoff)
- CHSK_{mn} (chemischer Sauerstoffverbrauch; bringt das Maß der organischen Stoffe im Wasser zum Ausdruck)
- PO₄-P (Phosphat-Phosphor)
- NO₃-N (Nitrat-Stickstoff)

Weiter eventuell

- Extinktion (Abs₂₅₄, ggf. ABS 250 = E₂; ABS 365 = E₃; ABS₄₀₀, ABS₄₆₅ = E₄, ABS₆₆₅ = E₆),
- Verhältnis E₂/E₃ – gibt den Anteil der hoch-/niedermolekularen Stoffe an; die hohen Werte dieses Verhältnisses indizieren Stoffe mit durchschnittlich niedrigen molekularen Komponenten
- Verhältnis E₄/E₆ – gibt den Anteil von Fulvosäuren im Verhältnis zu den Huminsäuren an

Kontinuierliche Messung von der Wasserqualität (DOC, TOC, Huminstoffe) – Absorptionsphotometer (ca. 300 – 700 Tausend CZK ohne MwSt.)

Messungen von mehreren (mindestens drei) verschiedenen Wellenlängen (254 nm, 436 nm, 546 nm) und mit Durchflusssküvette in der Länge von 100 mm. Die Wellenlänge 254 nm dient zur Messung der UV-Extinktion und zur Berechnung der Konzentrationen von DOC/TOC, eventuell auch CHSK. Die Wellenlänge 436 nm dient zur Messung der Wasserfarbe (Umfang der Wasserverfärbung in dem Bereich der Lichtwellenlängen, die man einfach mit den Augen sehen kann) und die Wellenlänge 546 nm dient zur automatischen Kompensation der Trübung.

UV-Sonde UVAS plus sc zur Bestimmung der organischen Belastung (Tauch-/ (Bypass), 50 mm; HACH-LANGE (7)

Der Preis steht bei ca. (einschl. Datenlogger) 512 000 CZK einschl. MwSt.

Analysator Spectro::lyser (TOC, COD, DOC, N-NO₃, UV 254, Farbe, Trübung, TSS) (8)

Der Preis steht bei ca. (einschl. Datenlogger) 850 000 CZK einschl. MwSt.

Die oben angeführten Sonden müssen – laut den Kenntnissen aus der Literatur – mittels Laboranalysen kalibrieren werden. Laut der Mitteilung der Hersteller, legen die oben angeführten Sonden die Qualität der Huminstoffe im Wasser (Vertretung der nieder- und hochmolekularen Stoffe) nicht direkt fest.

Automatischer Probenehmer für die Entnahme der Oberflächenwasserproben

Eine der möglichen Varianten der Überwachung der Wasserqualität sind die manuellen Probeentnahmen zu festgelegten Intervallen (z.B. 1mal in 14-30 Tagen). Diese Art und Weise von Messungen erfordert einen hier nicht angeführten Aufwand für ihre Bedienung. Mit dem sich ändernden Durchfluss ändern sich jedoch bedeutend und schnell einige Parameter der Wasserqualität und somit sind, um diese Dynamik erfassen und die kausalen Prozesse beschreiben zu können, ein kontinuierliches Monitoring oder Entnahmen der Wasserproben angebracht. Zwecks dessen werden elektrochemische oder in der letzten Zeit auch optische oder Absorptionsphotometer – siehe oben genutzt. Eine weitere Möglichkeit ist die Anwendung von automatischen, programmierbaren Probenehmern, die die Entnahme von den Wasserproben in einem einstellbaren Regime ermöglichen.

Sehr oft wird der automatische Probenehmer ISCO (6710, 3700; full size oder compact) verwendet, der sehr zuverlässig ist und zeit- oder durchflussmäßig proportionale automatische Entnahmen der Wasserproben ermöglicht (Speicher für 24 chemisch stabile HDPE oder Glasflaschen, 0,7 – 1 l; je nach Probenehmertyp; kompakt / full-size und gemäß den Forderungen des Labors); die übers Internet einstellbar sind und auch die Verknüpfung mit einem Datenlogger ermöglichen. Im Falle der Einbringung in einem Gebiet ohne 220 V sind eine Solarplatte und eine große 24 V Batterie notwendig.

Allgemein ist zu empfehlen, dass laut Erfahrungen aus Tschechien sowie Ausland, etwa 5-6 Proben während eines Niederschlags-Abfluss-Ereignisses zu entnehmen sind; 3-4 im aufsteigenden und 2-3 im absteigenden Bereich; etwa nach 20-50 Minuten; abhängig vom Charakter des Niederschlags und der hydrologischen Reaktion des jeweiligen Gebietes. Die ersten 1-2 Jahre wäre es angebracht mehrere Ereignisse im Laufe der gesamten Saison zu beproben und somit die charakteristischen hydrochemischen Reaktionen in den einzelnen Perioden zu beschreiben. Falls der Probenehmer samt Zubehör nicht überdacht werden kann (Wetter"hütte"), wird empfohlen den Probenehmer in der Winterzeit nicht zu verwenden.

Der Preis steht bei ca. 95 - 115 Tausend einschl. MwSt. – Ausrüstung und Anbringung

Spezifizierung der Hersteller und Lieferanten der Messgeräte:

- Probenehmer ISCO (9)
<http://www.technoqua.cz/produkty/vzorkovace/prenosne/>
- [M4016-G universale Steuereinheit zur Probenehmer-Steuerung + Batterie und Solarplatte \(10\)](#)

Empfehlungen für das Monitoring von der Wassermenge und -qualität – eine Messstelle:

- Drucksonde (3), Leitfähigkeitsmessfühler (5), Datenlogger M4016 (G1 oder G3 - ohne oder mit Datenübertragung in das Web);
- Probenehmer ISCO – wir empfehlen den Typ 6712, der über ein getrenntes Programm der Probeentnahme verfügt und mit variablen Flaschen für die Proben – Volumen, Material u. a. ausgerüstet werden kann. Wir empfehlen 1 l HDPE-Flasche und noch einen zusätzlichen Satz von Probenahmeflaschen (24),
- Batterie 24 V, Solarplatte

1.2. Messungen von meteorologischen Parametern und Niederschlägen

1.2.1. Neue meteorologische Station mit Niederschlagsmesser

Um die Feststellung der Wasserbilanz des jeweiligen Untersuchungsgebietes durchführen zu können, empfehlen wir eine Wetterstation einzurichten, die die Messung von meteorologischen Daten und Niederschlägen gewährleistet, die zur Berechnung der aktuellen Evapotranspiration (ETa) dienen werden. Ihre Messungen (Berechnungen) sind für die Feststellung der genauen hydrologischen Bilanz des Gebietes geeignet.

Der Preis steht bei ca. 90-100 Tausend CZK – Ausrüstung und Anbringung

Wir empfehlen die Datenlogger mit GSM Datenübertragung auf Server zu nutzen; der Preis wäre dann um 5 Tausend CZK höher.

1.2.2. Nutzung der bestehenden meteorologischen Station

Für den Fall, dass die bestehende meteorologische Station (EKOMONITOR) genutzt werden soll, ist es erforderlich diese um Messungen aller zur Berechnung der aktuellen Evapotranspiration (ETa) erforderlichen Parameter zu ergänzen, und zwar als Grundlage zur Berechnung der hydrologischen Bilanz:

Die Station für die Messung von ETa muss Folgendes beinhalten:

- Messfühler für die Lufttemperatur und -feuchtigkeit in zwei Höhen (0,6 und 2 m) – die bestehende Wetterstation verfügt nur über einen Messfühler (11)

- Messfühler für die Bilanz der Strahlenenergie (Bilanzmesser) oder der Globalstrahlung (Pyranometer) (12)
- Messung von dem Wärmefluss in/aus dem Boden (Soil heat flux) oder Bodenthermometer (in zwei Tiefen wegen dem Gradienten – es ist billiger und ausreichend) (13)
- Niederschlagsmesser – bereits dabei

Die nachstehenden Sachen sind nicht notwendig, wären jedoch günstig:

- Messfühler bezüglich der Bodenfeuchtigkeit
- Gipsblöcke für das ursprüngliche Bodenwasserpotential
- Messfühler für die Windrichtung und Geschwindigkeit
- temperierter Niederschlagsmesser – erfordert 220 V- Anschluss

Messung von Schneehöhe und Umrechnung in den Wasserwert – manuell

Die beste Lösung ist, die meteorologische Station um Messfühler von demselben Hersteller zu erweitern, falls er sie anbietet (Meteoservis).

Die Messungen von Niederschlägen, Feuchtigkeit und Temperatur werden in dem Untersuchungsgebiet im kontinuierlichen Regime mittels automatischer Niederschlagsmessstation MR2H vorgenommen, die um Ableser relativer Feuchtigkeit und Lufttemperatur HumiAir9 ergänzt ist. Die Daten werden automatisch alle 15 Minuten in einem Datenlogger Typ EasyLog aufgezeichnet und mittels GSM-Netz regelmäßig in Form von Tages-E-Mail-Meldungen verschickt. Seit Anfang des überwachten Zeitraumes (d. h. 01.05.2015) bis zum 23.11.2015 war die Niederschlagsmessstation direkt in dem überwachten Moor platziert. In der Zeit vom 23.11. bis zum 05.04.2016 wurde die Niederschlagsmessstation in der Gemeinde Hora Sv. Šebestiána (Grundstück-Nr. 43/3) aufgestellt. Am 5. April wurde diese wieder zurück in das Moor (nahe der Bohrung P3) gebracht. Der Grund warum die Niederschlagsmessstation in die Gemeinde übertragen wurde, war die Notwendigkeit sie an dauerhafte Stromquelle anzuschließen, da es für die Beheizung des Niederschlagsmessbehälters erforderlich ist.

1.1. Überwachung der Dynamik von dem oberflächennahen Grundwasserspiegel

Für das jeweilige Untersuchungsgebiet wurden 6–12 weniger tiefe (ca. 1 – 3 m) Bohrungen vorgeschlagen, die gemäß den Ergebnissen der Geländeuntersuchung und vorausgesetzten Revitalisierungen platziert werden sollen. Diese Bohrungen sind mit Vortreibrohr und einer Drucksonde (Punkte 3, 3a, b in der Tabelle) ausgestattet oder wir empfehlen in diesem Fall, hier die Messungen manuell durchzuführen. Ein Vorteil der Sonden 3a, b ist, dass sie selbständig arbeiten und die Daten speichern. Es gibt die Möglichkeit, diese zu einem beliebigen Termin und Intervall herunterzuladen; sie müssen also nicht ständig an einen Datenlogger (so wie die Sonde vor dem Punkt 3) angeschlossen sein. Die manuellen Messungen sind alle 14-30 Tage vorzunehmen.

1.2. Vorschlag für die Anordnung des Monitoringsnetzes

Es ist erforderlich die Installation der einzelnen Objekte des Überwachungsnetzes direkt im Gelände zu überprüfen. Zurzeit der Bearbeitung dieser Etappe wurde nur eine einführende, erfassende Rahmenuntersuchung des Geländes durchgeführt und deshalb handelt es sich vor allem um eine fachliche Einschätzung aus den vorhandenen Unterlagen.

Wir schlagen vor die optischen Sonden oder die Wasserqualitäts-Probenehmer (ISCO) an einem Messprofil des revitalisierten (P1) und an einem Messprofil des nicht revitalisierten Teilbereiches (P2) unterzubringen.

Um den richtigen Gang (Betrieb) der überwachten Objekte und der damit zusammenhängenden Steuerung sichern zu können, empfehlen wir das Untersuchungsgebiet 1x in 10-14 Tagen zu besuchen. Im Rahmen dieser Kontrollbesuche werden von uns folgende Tätigkeiten empfohlen:

- Überprüfen der Richtigkeit der Datenlogger-Messungen durch manuelle Messung (Wasserspiegelhöhen, Wassertemperatur usw.)
- Reinigen der Messüberläufe, Bohrungen und Sonden, damit sich da keine Verschmutzungen ablagern
- Austausch der Batterie im Datenlogger.

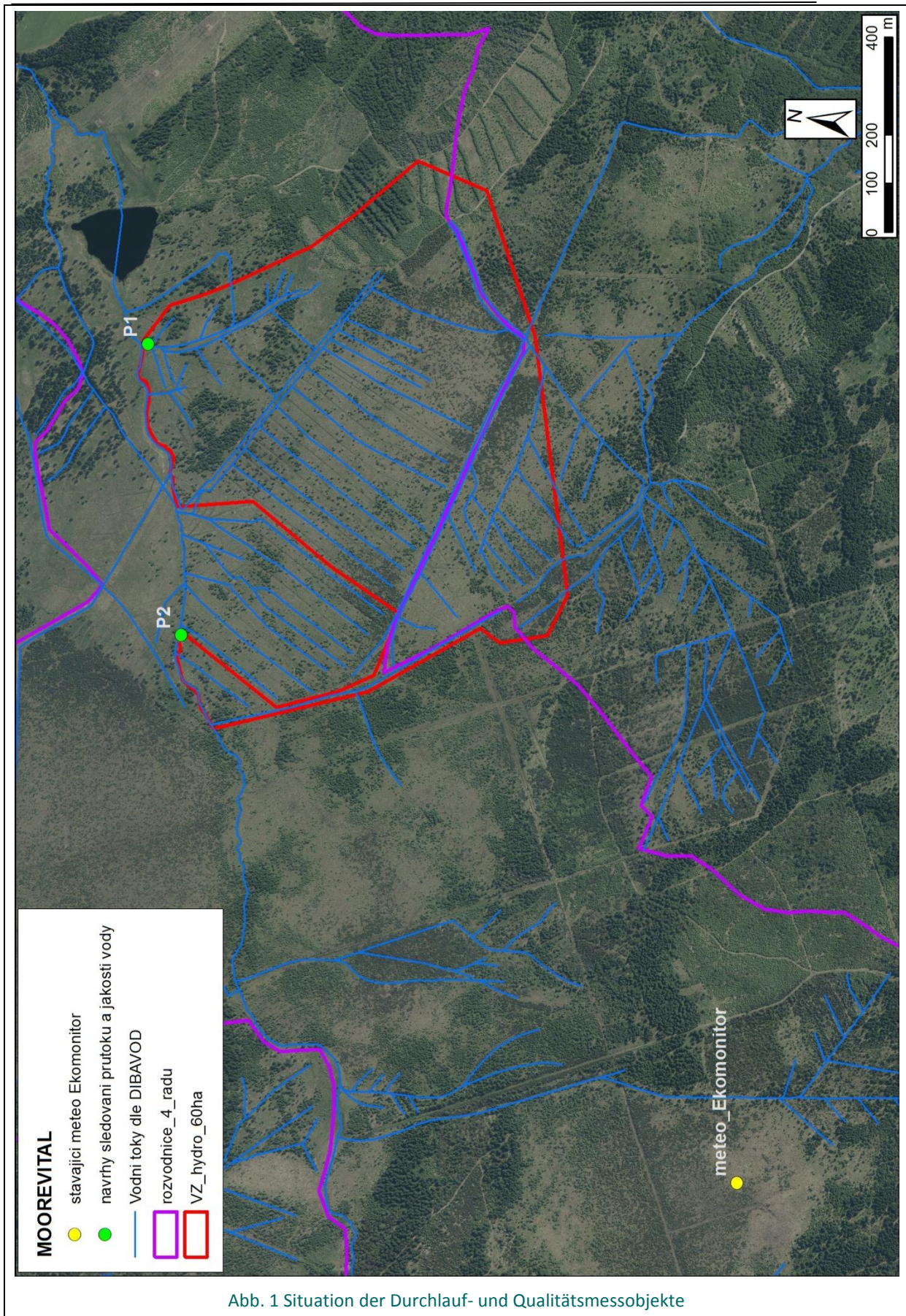


Abb. 1 Situation der Durchlauf- und Qualitätsmessobjekte

1.1. Zusammenfassung des Entwurfs für das Monitoring

4.5.1. Anordnung der Monitoringsstandorte

Im Rahmen der dauerhaften Überwachung der Qualität sowie der Quantität vom Wasser in dem Gebiet des Moores bei Hora Sv. Šebestiána wurden zwei Monitoringstandorte vorgeschlagen. Ihre Platzierung ist vorläufig in der Abbildung 26 ersichtlich, wo sie als P1 und P2 dargestellt sind. Vor der Realisierung wäre es angebracht diese Standorte so zu überprüfen, dass eine Übertragung der Ergebnisse des zurzeit in dem Gebiet laufenden Monitorings möglich wäre.

1.1.1. Ausstattung der Monitoringsstandorte

Jede von diesen zwei Stellen wird mit der nachstehenden Messtechnik ausgerüstet:

- Drucksonde (3), Leitfähigkeitsmessfühler (5), Datenlogger M4016 (G1 oder G3 - ohne oder mit Datenübertragung auf Web);
- Probenehmer ISCO – wir empfehlen den Typ 6712, der über ein getrenntes Programm der Probeentnahme verfügt und mit variablen Flaschen für die Proben – Volumen, Material u. a. ausgerüstet werden kann. Wir empfehlen 1 l HDPE-Flasche und noch einen zusätzlichen Satz von Probenahmeflaschen (24),
 - Batterie 24 V, Solarplatte

Neben der Anschaffung von den zwei Monitoringstandorten wird gefordert, die bestehende meteorologische Station um weitere Messanlagen zu ergänzen (Posten 11, 12 und 13).

Posten-Nr.	Messfühler	Charakteristik	Hersteller	Ca. Preis ohne MwSt.	Ca. Preis einschl. MwSt.
3	Drucksonde	THS22	Fiedler	7 900	9 559
5	Leitfähigkeit	ESV11 – Ableser zur Messung der Leitfähigkeit und Wassertemperatur	Fiedler	14 750	17 848
9	Probenehmer ISCO 6712		Technoqua	100 000	121 000
10a	M4016-G1	Datenlogger und Steuereinheit	Fiedler	22 940	27 757
	M4016-G3	Datenlogger und Steuereinheit mit der Datenübertragung auf Internet	Fiedler	27 940	33 807
10b	Solarplatte und Batterie		Fiedler	4 500	5 445
11	Messfühler für die Temperatur und		Fiedler / Kučera	7 000	8 470

Posten-Nr.	Messfühler	Charakteristik	Hersteller	Ca. Preis ohne MwSt.	Ca. Preis einschl. MwSt.
	Luftfeuchtigkeit				
12	Bilanzmesser/ Pyranometer		Fiedler / Kučera	13 000	15 730
13	Bodenthermometer		Fiedler / Kučera	1 200	1 452
14	UV Sonde für organische Belastung		HACH	423 000	512 000

1.1.2. Kostenschätzung

Die geschätzten Gesamtkosten für die Ausrüstung von einem Monitoringstandort liegen bei 199 230 CZK ohne MwSt.

In diesem Betrag sind nicht die Installations- und Transportkosten eingeschlossen. Der vorausgesetzte Aufwand für die beiden Standorte liegt bei 450 000 CZK ohne MwSt.

UV-Sonde, einschl. Installation ca. 500 000 ohne MwSt.

Summe der Kosten:

Teilbeschreibung	Preis ohne MwSt.	Preis einschl. MwSt.
Monitoringsstand P1 - Messtechnik	199 230	241 068
Monitoringsstand P2 - Messtechnik	199 230	241 068
UV-Sonde, einschl. Installation ca.	500 000	605 000
Bauarbeiten, Transport und Einbringung für P1, P2 und meteorologische Station	450 000	544 500
Gesamt	1 348 460	1 631 637

Die oben angeführten Preise enthalten nicht die mit dem weiteren Betrieb der Monitoringstandorte verbundenen Kosten, wie z. B. Transport der entnommenen Proben von den Probenehmern (9), Labor, Wartung usw.

1.1.3. Links zu den einzelnen Posten:

Posten-Nr.	Link
3	https://www.fiedler.company/cs/produkty/hladinometry-snimace-vysky/hydrostaticke-snimace-hladiny/snimac-hladiny-tsh22
5	https://www.fiedler.company/cs/produkty/elektrochemicka-mereni/konduktometry/snimac-esv11
9	http://www.technoqua.cz/produkty/vzorkovace/prenosne/
10a	https://www.fiedler.company/cs/produkty/prutokomery/sestava-m4016-qu

10b	
11	https://www.fiedler.company/cs/produkty/snimace-meteorolog-velicin/relativni-vlhkost-teplota
12	https://www.fiedler.company/cs/produkty/snimace-meteorolog-velicin/globalni-radiace
13	
14	https://cz.hach.com/uvas-plus-sc-uv-sonda-pro-organicke-zatizeni-ponorna-obtokova-50-mm/product?id=25646684817

2. ETAPPE 3 – ERFASSUNG UND BEWERTUNG DER GRUNDLEGENDEN HYDROLOGISCHEN UND HYDROGEOLOGISCHEN DATEN

2.1. Allgemeine Grundlagen

Die Gruppe A wurde von einem Mitarbeiter der Aktiengesellschaft Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s. gewährleistet, erfasst und ausgewertet.

2.1.1. Analyse des Untersuchungsgebietes

Die Abflusscharakteristiken wurden mit Hilfe von GIS-Analysen erfasst. Das Geoinformationssystem (GIS) ist ein Computersystem, das die Speicherung, Verwaltung und Analyse von räumlichen Daten ermöglicht. Die Grundlage für die nachstehenden Analysen bilden die Informationen über das Höhenrelief des Geländes und seiner Gliederung, welches das digitale Geländemodell und die dargestellten Entwässerungsgräben beschreibt. In den nachstehenden Kapiteln werden die einzelnen Analysen der Teilverfahren ausführlicher beschrieben.

Digitales Geländemodell

Als Grundlage für die Bearbeitung des hydrologisch korrekten Modells diene das digitale Geländemodell der 5. Generation, kurz DGM 5G genannt. Es handelt sich um ein punktuelles Feld mit zugeordneten Meereshöhen. Diese Punkte wurden in ein digitales Geländemodell überführt, das durch ein trigonometrisches Netz (TIN) präsentiert wird, das nachfolgend so angepasst wurde, dass die Bruchlinien die vermessenen Entwässerungsgräben richtig reflektieren, siehe u. g. Abbildung.

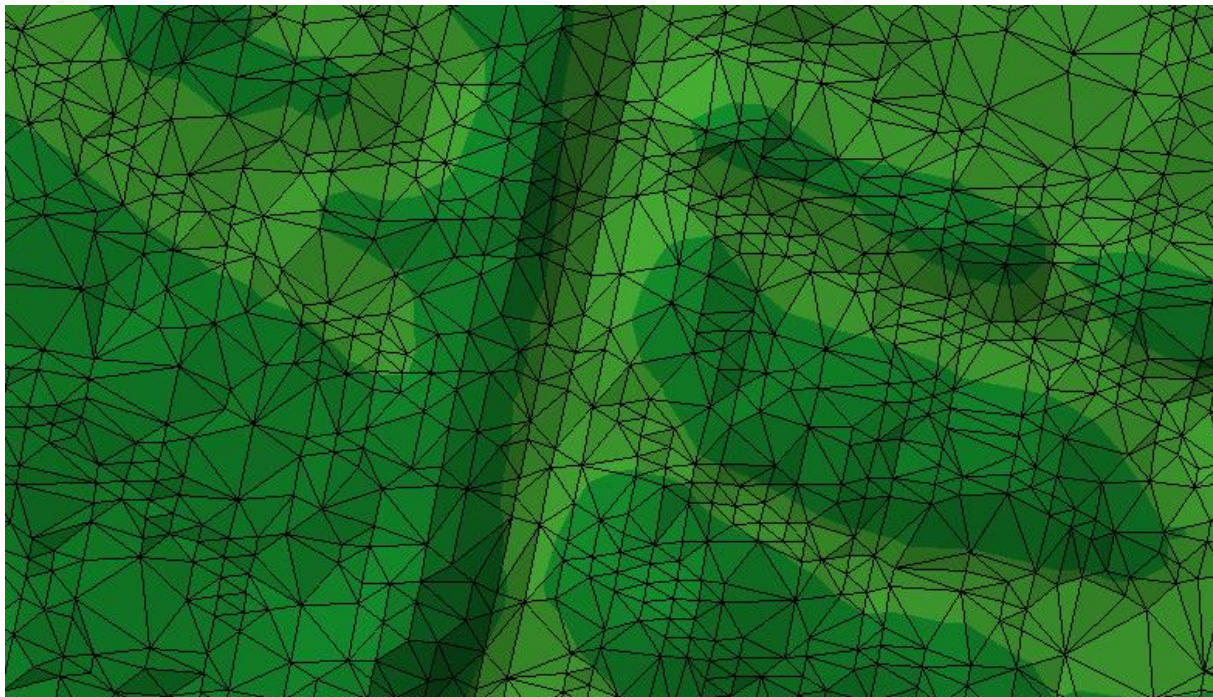


Abb. 2 TIN Teilbereiche des Untersuchungsgebietes, schwarz dargestellt sind die Bruchlinien des trigonometrischen Netzes

DEM (digital elevation model)

Für den Bedarf weiterer Analysen des Untersuchungsgebietes wurde das angepasste TIN in das DEM übertragen. Es handelt sich um eine Raster-Darstellung des digitalen Geländemodells in Zellengröße von 1 x 1 Meter, womit es zur mäßigen Generalisierung des Geländes kommt. Da das ursprüngliche TIN, beziehungsweise DMR 5G zum Beispiel auch die Brücken- und andere Objekte beinhaltet, die sich über den Entwässerungsgräben befinden, ist es erforderlich das DEM so anzupassen, dass das Untersuchungsgebiet aus der Sicht des Wasserabflusses aus dem Gebiet richtig beschrieben wird. Entsprechend des zugänglichen Entwässerungsgrabennetzes wurde das Gelände an diesen Stellen verschnitten, so dass es zur „Beseitigung“ (Glättung) der Hindernisse in dem hydrografischen Netz kommt, was später die Modellierung eines hydrologisch korrekten Abflusses ermöglicht. Um ein hydrologisch korrektes DEM zu erhalten, ist es erforderlich, die Teilbereiche ohne Abfluss zu ergänzen.

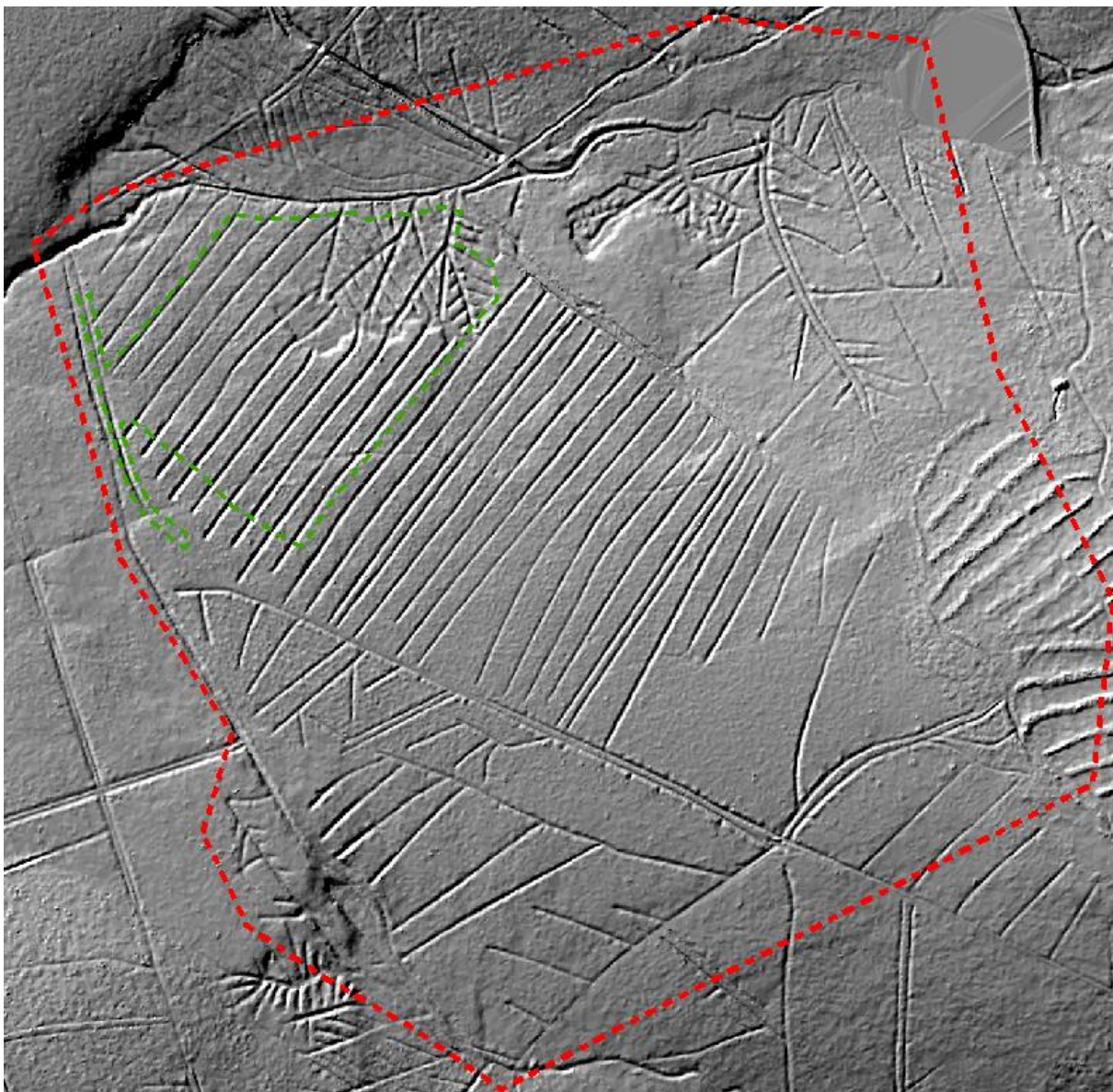


Abb. 3 Hillshade des Untersuchungsgebietes

Dieser Darstellungstyp der Morphologie des Geländes ist sehr anschaulich und zeigt nicht nur wie die einzelnen Gräben verlaufen, sondern auch das ursprüngliche Gelände in ihrer nahen Umgebung. Aus dem Gelände ragen Kanten hervor, die zum Beispiel durch Torfstiche, erosionsbedingte Degradierung usw. entstanden.

Geländegefälle

Für weitere Analysen des Geländes wurde ein Raster der prozentualen Neigungen berechnet, in dem das Gefälle definiert ist ($H/L \cdot 100$). Das Geländegefälle außerhalb der Gräben ist weniger deutlich gegliedert. Das Gefälle von diesen Flächen beträgt bis zu 5 %.

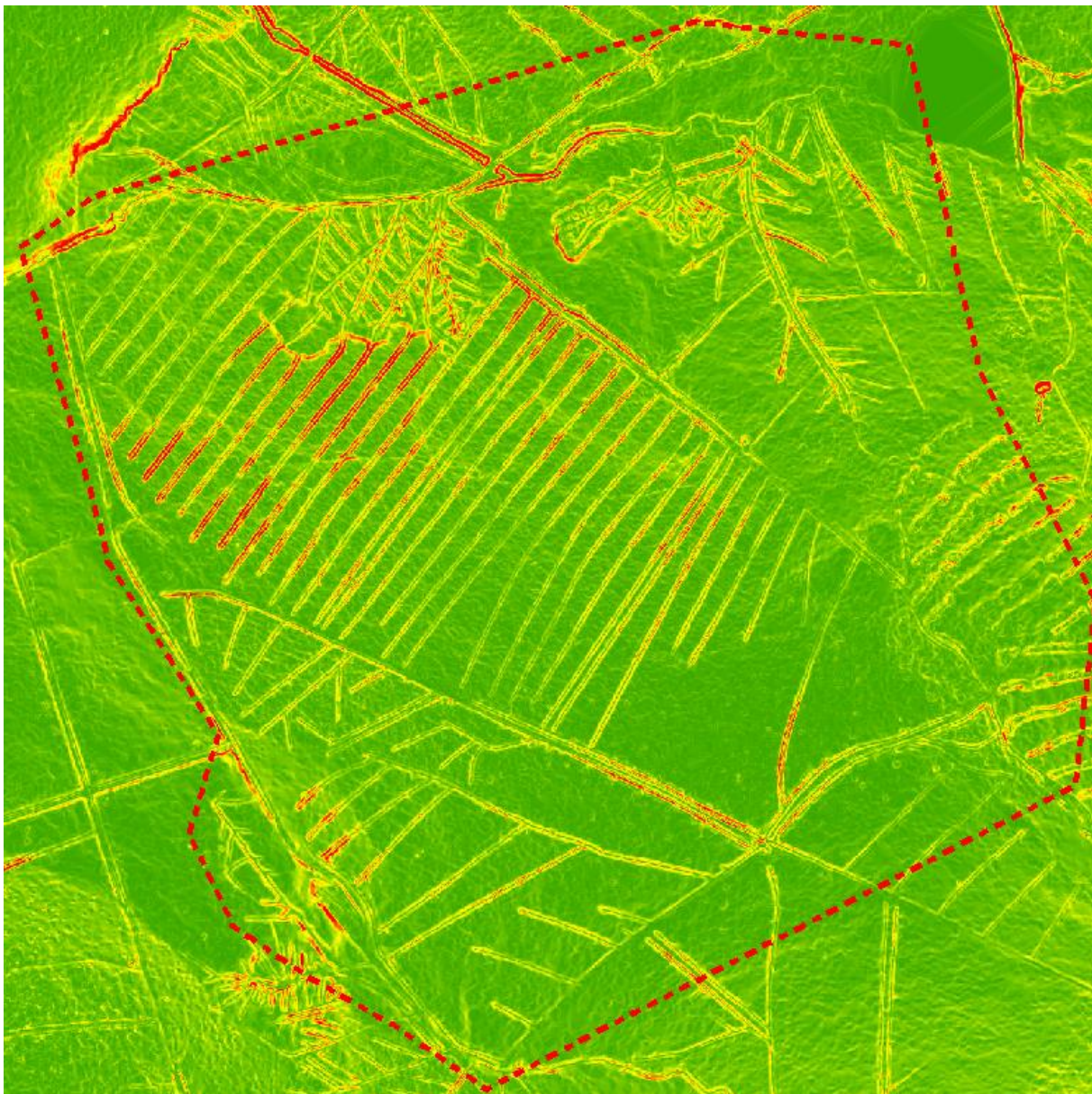


Abb. 4 Neigung der Oberfläche des Untersuchungsgebietes

Mit der oben angeführten Analyse ist es möglich auch die degradierten Elemente des Mikroreliefs (Bulte, Schlenken,...) von dem ursprünglichen Moor abzuschätzen. Erhalten bleiben die Zeichen der ursprünglichen Mooroberfläche.

Hangexposition gegenüber den Himmelsrichtungen

Aus dem hydrologisch korrekten DEM/DHM wurden die Hangexpositionen berechnet (auf Englisch wird diese Analyse als Flow Direction bezeichnet), die die Abflussrichtungen gemäß der Himmelsrichtungen entsprechend der nachstehenden Abbildung definieren. Das Raster beinhaltet 9 Werte, die Werte 1 bis 128 und der Wert 255 definieren flaches Gelände. Zum Beispiel definiert der Rasterwert 4 ein in Richtung Süden entwässerndes Gebiet. Dieses Raster wird weiter für das Raster der konzentrierten Abflussbahnen genutzt.

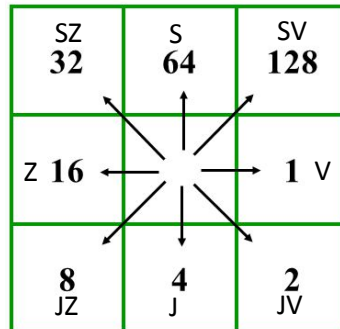


Abb. 5 Aufteilung der Abflussrichtungen, Quelle ESRI

Aus der oben angeführten Analyse ergibt sich, dass der größte Anteil des Untersuchungsgebietes von nach Nord, Nordost und Nordwest orientierten Flächen gebildet wird.

Definition der Teileinzugsgebiete

Aufgrund der oben angeführten analytischen Raster (und weiterer durchgeführten Teilanalysen) wurde mit Hilfe des GIS-Werkzeugs GeoHMS ein ausführlicheres Netz der hydrologischen Einzugsgebiete mit einer Fläche bis etwa 0,5 km² berechnet.

Für das Untersuchungsgebiet wurden die Wasserscheiden nach den bestehenden morphologischen Bedingungen bestimmt. Dieser vorgeschlagene Zustand geht aus dem fiktiven Geländemodell hervor, in dem die bestehenden Entwässerungsgräben (fiktiv) verfüllt wurden.

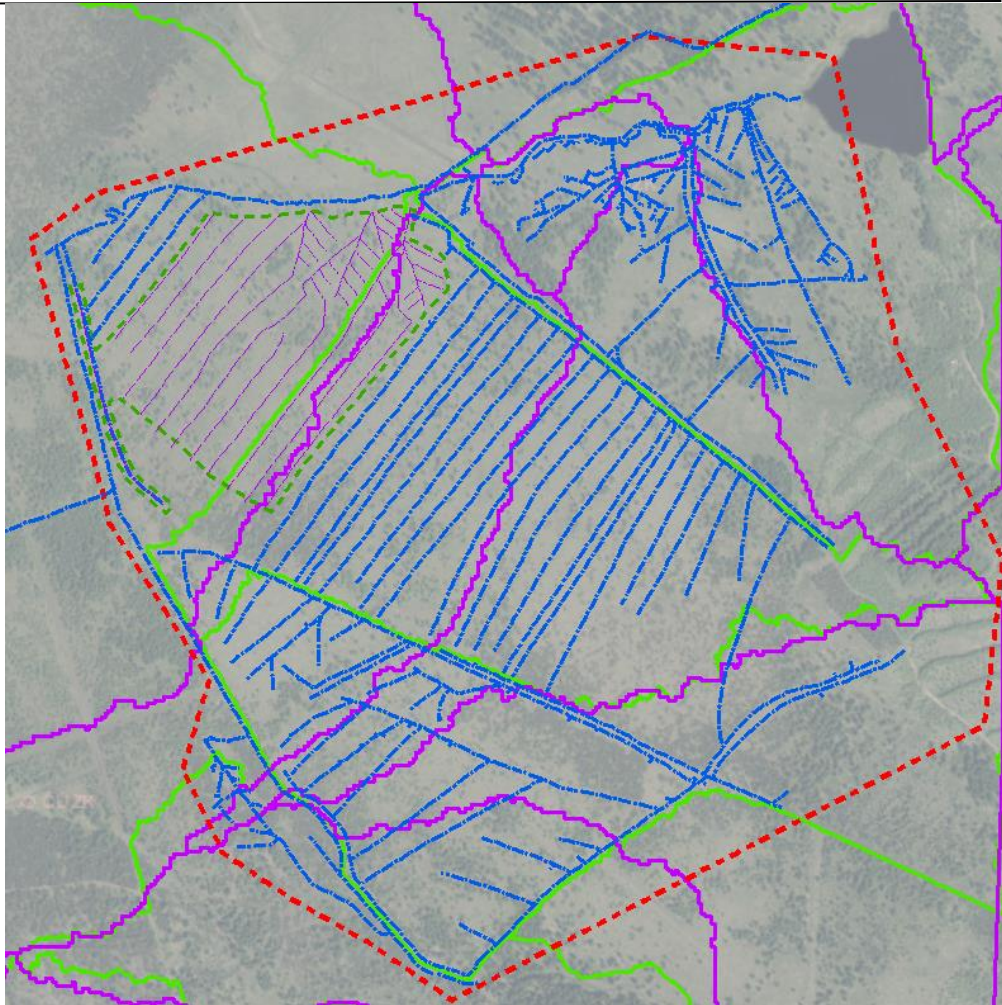


Abb. 6 Vergleich der bestehenden (grün) und der berechneten Wasserscheiden (lila)

Bahnen des konzentrierten Abflusses

Diese Analyse (englisch Flow Accumulation) geht aus der Exposition für den vorgeschlagenen Zustand des Geländes aus, der durch die Blockierung der Entwässerungsgräben entsteht. Das Ergebnis ist ein Raster der Werte, in denen der Zellenwert die Anzahl der entwässerten (zufließenden) Zellen darstellt. Vereinfacht lässt sich sagen, je größer der Wert, desto größer ist auch das entwässerte Gebiet. Das Ergebnis dieser Analyse sind die Bahnen des konzentrierten Abflusses. Diese Linien werden nachfolgend als Abflusslinien dargestellt, die eine Veränderung des Charakters des Oberflächenabflusses nach der Umsetzung der Revitalisierungsmaßnahmen zeigen.

2.2. Untersuchung der Torfmächtigkeit

Dieses Paket der Grundlagen wurde von einem Mitarbeiter des Institutes Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. gewährleistet, erfasst und ausgewertet.

In dem Untersuchungsgebiet wurden in Bezug auf die Lage der Entwässerungsgräben und die Geomorphologie des Geländes 335 Standorte für die gebohrten Bodensonden vorgeschlagen. Die Verteilung der Sonden berücksichtigte ferner die anschließende Verwendung der geostatistischen Methoden und deswegen war die Verteilung der Standorte nicht regelmäßig (identischer Abstand

aller Standorte), siehe Abb. 32. Der Zweck und Sinn dieser Sonden war die Beschreibung der aktuellen Torfmächtigkeit und der darunter liegenden Bodenhorizonte und eines eventuellen Einflusses von periodischer oder dauerhafter Durchnässung, und zwar aufgrund der Vorkommen von Zeichen der Gleybildung.

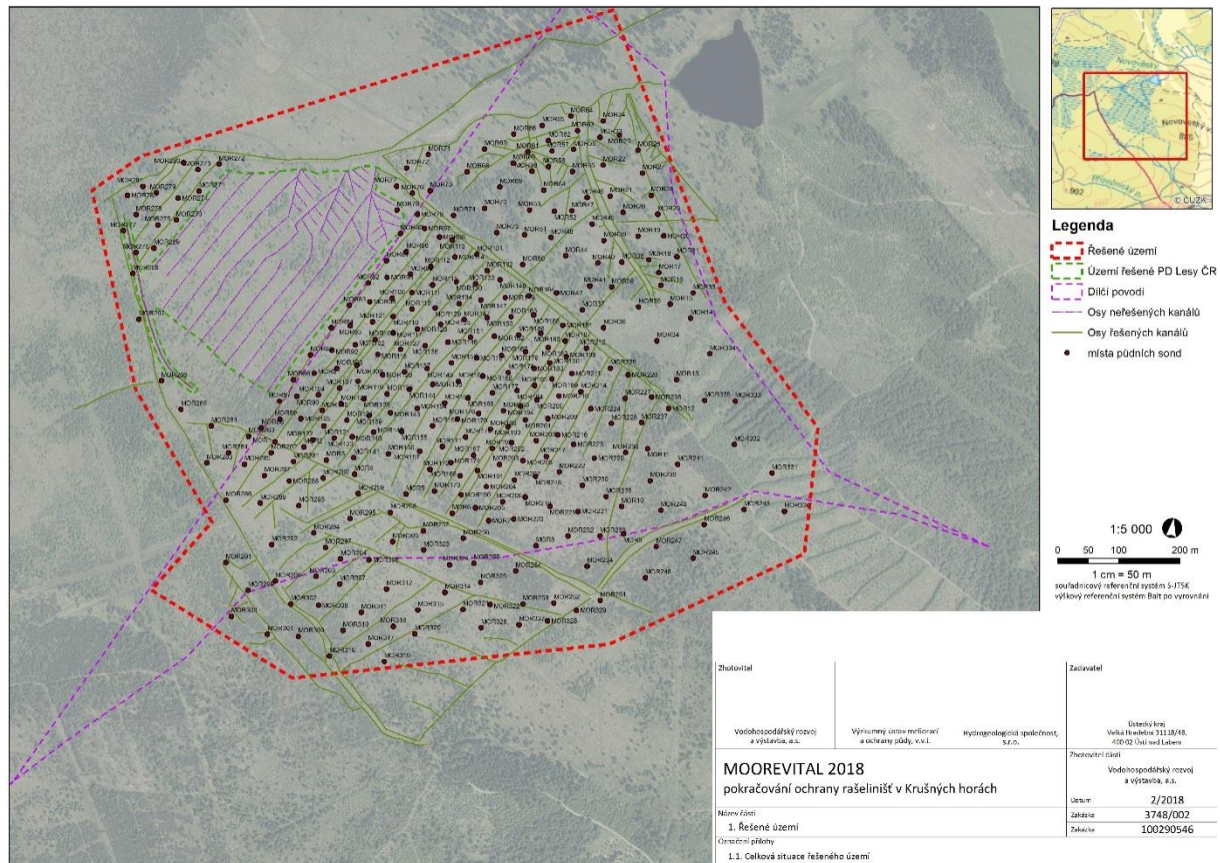


Abb. 7 Lage der Bohrpunkte

In dem Gelände wurden mit Hilfe vom Handbohrer EIJELKAMP mit mehreren Aufsätzen und dem Gerät zur Entnahme der Bodenproben EIJELKAMP Sonden in der oben angeführten Anzahl in vier Geländebesuchen vorgenommen.

Die in den Punkten festgestellte Torfmächtigkeit wurde für die Untersuchungsfläche mit Hilfe vom gängigen Krieking in dem Instrument ESRI Spatial Analyst interpoliert.

In dem Untersuchungsgebiet wurde eine Torfmächtigkeit von 10 – 285 cm unter der Geländeoberfläche festgestellt. Die geringste Torfmächtigkeit (10-60 cm) wurde in den NO, O und SO Segmenten des Untersuchungsgebietes festgestellt, ferner in dem mittleren Teil des SW Teilbereiches und in dem westlichsten Ausläufer, d. h. westlich von dem Untersuchungsgebiet, in dem Teilbereich, der aktuell von den Tschechischen Forsten revitalisiert wird. Die größte Torfmächtigkeit (180 – 285 cm) wurde in einem Streifen festgesellt, der etwa in der Richtung N-S durch die Mitte des Gebietes verläuft und weiter auch im südsüdwestlichen Teilbereich; Abb. 2.

Interpolovaná mocnost rašeliny, červenec 2018

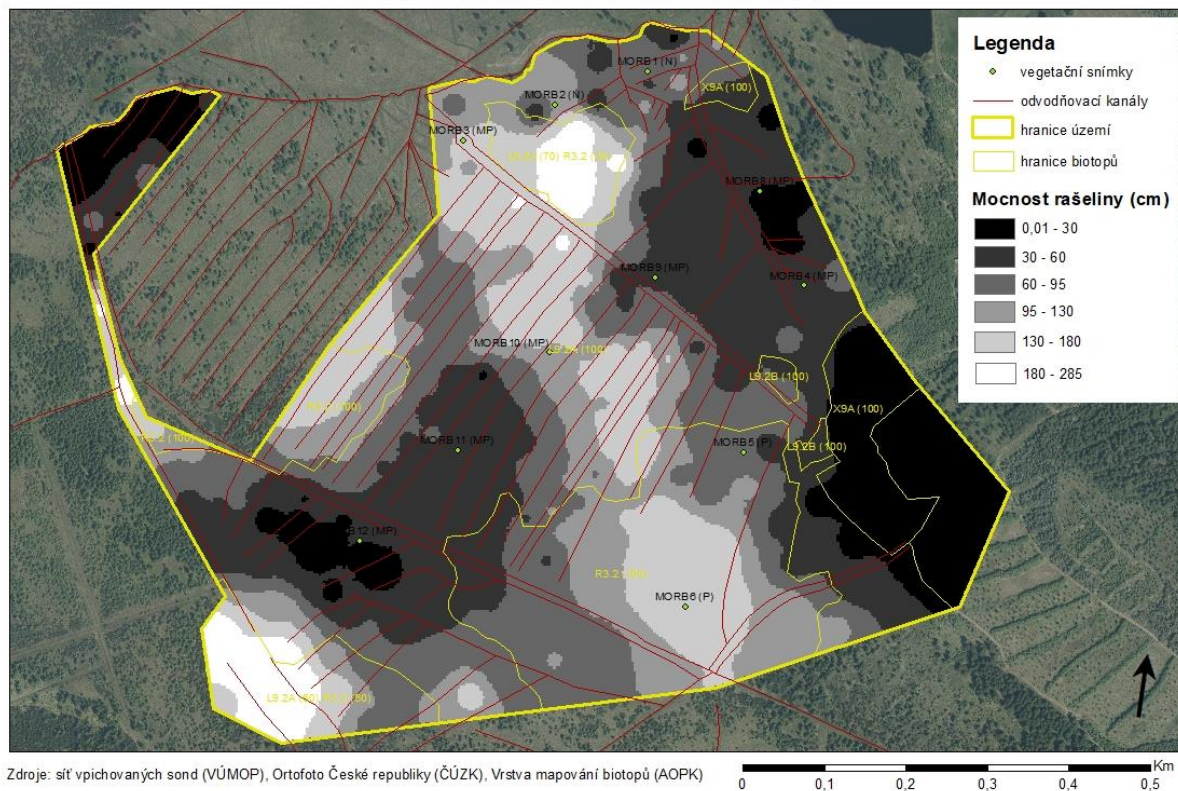


Abb. 8 Interpolation der Torfmächtigkeit in dem Untersuchungsgebiet

Die Beschreibung und die Fotodokumentation zu den einzelnen Bohrpunkten ist dem Anhang Situation der Bodensonden zu entnehmen.

Die Tiefe des oberflächennahen Grundwasserspiegels (HPV) wurde 10 – 75 cm unter dem Geländeniveau festgestellt. Dem Gelände am nächsten (10 – 30 cm) stand das Grundwasser in dem mittleren und teilweise auch nördlichen Gebietssegment; am tiefsten (50 – 75 cm) stand das Grundwasser in dem östlichen und südöstlichen Teilbereich des Untersuchungsgebietes; siehe Abb. 8.

2.2.1. Ergebnisse der physikalischen und chemischen Analysen der Bodenproben

Am 31.07.2018 wurden in dem Gebiet Hora Svatého Šebestiána an drei ausgewählten Stellen MOR31, MOR207 und MOR325 Bodengruben ausgehoben, und versehrte sowie unversehrte Bodenproben zur weiteren Analyse entnommen. Die für die Bodengruben ausgewählten Stellen wurden als repräsentative Standorte für das ganze Untersuchungsgebiet in Bezug auf die festgestellte Torfmächtigkeit, Lage und den Verlauf der Entwässerungsgräben gewählt. Die Lage der Bodengruben ist in den Karten Abb. 9 - Abb. 11 zu sehen. Auf den Fotos (Abb. 12– Abb. 14) sind die Gruben MOR31 und MOR325 aufgenommen und nachfolgend dann die separate Entnahme der Proben in der Sonde MOR31.

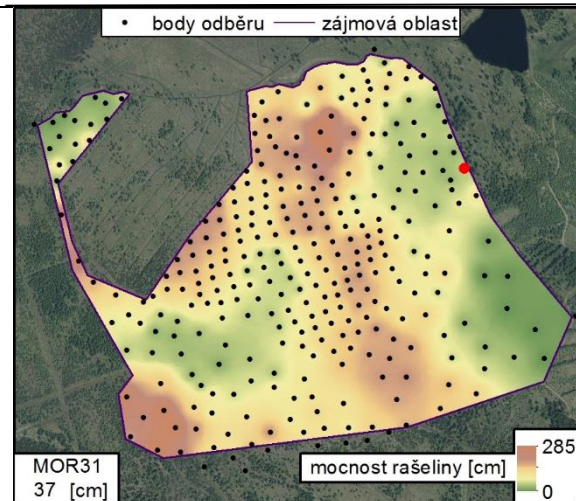


Abb. 9 Lage der Bodengrube MOR31

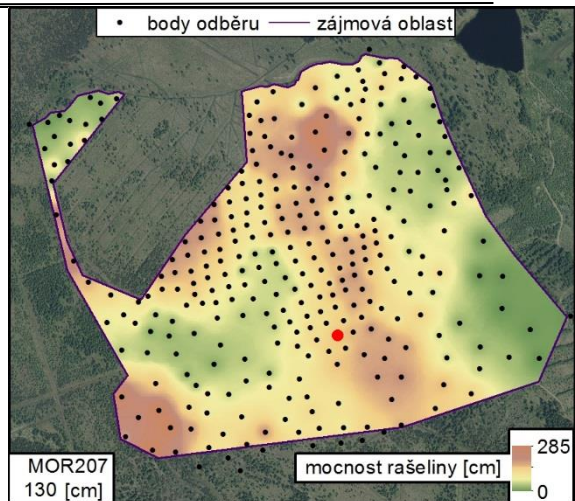


Abb. 10 Lage der Bodengrube MOR207

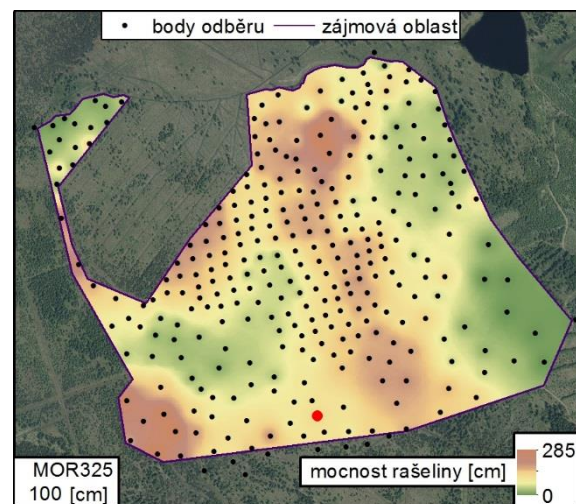


Abb. 11 Lage der Bodengrube MOR325



Abb. 12 Bodengrube MOR31



Abb. 13 Bodengrube MOR325



Abb. 14 Entnahme der Bodenproben MOR31

Es wurden insgesamt 9 Bodenproben zwecks chemischer Analysen und 36 Bodenproben zwecks physikalischer Analysen (Kopecký - Röhren mit 100 cm³) entnommen. In der **Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke.**, sind Informationen über die Tiefe der Probenahme der einzelnen Standorte und deren Anzahl angeführt.

Tab. 1 Verzeichnis der entnommenen Bodenproben

Probenahme-Standort	Probenahme-Tiefe cm	Anzahl der entnommenen Bodenproben für chemische Analysen	Anzahl der entnommenen Bodenproben für physikalische Analysen
MOR 31	15 - 20	1	4
	30 - 40	1	4
	50 - 65	1	4
MOR 207	20 - 40	1	4
	40 - 60	1	4
	80 - 100	1	4
MOR 325	20 - 40	1	4
	50 - 65	1	4
	80 - 100	1	4
Summe der Probenanzahl		9	36

In den nachstehenden Tabellen, **Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke.** und Tab. 3, sind die Ergebnisse der chemischen Analysen der entnommenen Bodenproben und in der Tab. 4 die Ergebnisse der Messungen der Körnigkeit und des Gehaltes des wasserlöslichen und gesamten Phosphors angeführt. In der

Tab. 5 befinden sich die durchschnittlichen gemessenen physikalischen Werte der vier Proben und für die Vorstellung der Variabilität der Ergebnisse sind in der Tabelle ebenfalls die maßgebenden Abweichungen (smodch.) von dem gemessenen Durchschnittswert und das Prozent dieser Abweichung (smodch %) angeführt. Die Messvorgänge wurden gemäß der Bekanntmachung Nr. 275/1998 Sb. (tschechisches Gesetzblatt) vorgenommen. Die Abkürzungen aus diesen Tabellen sind in dem Verzeichnis der Abkürzungen am Ende des Kapitels beschrieben.

Tab. 2 Ergebnisse der chemischen Bodenanalysen

Probenahme- Standort	Probenahme- Tiefe cm	pH H ₂ O	pH KCl - KPP	pH CaCl ₂	uhličtany %	vým. H+ mmol+/1 00g	vým. Al mmol+ /100g	T (CEC) mmol+ /100g	V stupeň nasc. %
MOR 31	15 - 20	4,01	3,39	3,29	<0,1	85,2	6,55	76,68	<10
	30 - 40	4,15	3,58	3,56	<0,1	50,3	5,80	47,16	<10
	50 - 65	4,74	3,51	3,93	<0,1	5,8	1,26	6,76	<10
MOR 207	20 - 40	3,62	2,81	2,83	<0,1	44,6	<0,10	34,44	<10
	40 - 60	3,41	2,75	2,76	<0,1	66,1	0,56	59,26	<10
	80 - 100	3,87	3,11	3,05	<0,1	24,5	<0,10	21,92	<10
MOR 325	20 - 40	3,66	2,86	2,89	<0,1	50,1	<0,10	38,80	<10
	50 - 65	3,70	2,89	2,96	<0,1	27,7	<0,10	18,49	<10
	80 - 100	4,14	3,31	3,50	<0,1	33,3	1,92	27,53	<10

Tab. 3 Ergebnisse der chemischen Bodenanalysen

Probenahme- Standort	Probenahme- Tiefe cm	Ca- přístup. Meh3 mg/kg	Mg-Meh3 přístup. mg/kg	K-Meh3 přístup. mg/kg	P-Meh3 přístup. mg/kg	N/NO ₃ mg/kg	N/NH ₄ mg/kg	Ntot %	Cox %	C-FK (pyro) %	C-HK (pyro) %	C-HL (pyro) %	Q _{4/6} (pyro)
MOR 31	15 - 20	484	67	82	10,9	3,73	65,50	1,836	34,75	3,73	11,24	14,97	5,6
	30 - 40	642	96	24	<2,0	1,33	22,16	1,729	36,25	1,70	12,13	13,83	4,0
	50 - 65	324	94	29	11,4	0,33	6,34	<0,050	0,80	0,11	0,16	0,27	5,2
MOR 207	20 - 40	196	30	18	<2,0	1,20	49,66	1,460	39,08	1,60	11,02	12,62	4,1
	40 - 60	181	29	26	<2,0	2,07	41,81	1,282	39,92	1,75	12,80	14,55	4,3
	80 - 100	<100	25	12	<2,0	0,43	42,05	1,497	45,63	1,36	10,67	12,03	4,0
MOR 325	20 - 40	394	56	20	<2,0	0,91	40,53	1,311	40,12	1,85	9,00	10,85	4,2
	50 - 65	359	54	20	<2,0	1,68	57,15	1,247	41,98	1,45	9,32	10,77	4,1
	80 - 100	244	55	81	93,9	0,24	20,33	0,616	10,81	0,57	3,30	3,87	3,7

Tab. 4 Ergebnisse der Messungen der Körnigkeit und des Gehaltes des wasserlöslichen und gesamten
 Phosphors

Probenahme- Standort	Probenahme- Tiefe cm	Zrn <0,001 mm %	Zrn <0,01 mm %	Zrn < 0,05 mm	Zrn 0,01-0,05 mm	Zrn 0,05-0,25 mm	Zrn 0,25-2,0 mm	Humus %	P celk.- H ₂ O výluh mg/kg	P celk.- AR
MOR 31	15 - 20							59,91	2,32	1,13
	30 - 40							62,50	1,31	0,93
	50 - 65	5,2	14,5	33,8	19,2	26,6	39,6	1,38	0,45	0,22
MOR 207	20 - 40							67,37	2,03	0,41
	40 - 60							68,82	2,21	0,37
	80 - 100							78,67	0,92	0,57
MOR 325	20 - 40							69,17	3,12	0,41
	50 - 65							72,37	2,58	0,32
	80 - 100	10,7	40,1	69,7	29,6	12,5	17,8	18,64	1,04	0,74

Tab. 5 Physikalische Bodenanalysen

Probenahme e-Standort / Abweichung vom Durchschnitt	Tiefe Probenahme cm	Feuchte Gewicht %	Feuchte Volumen% obj.	MKVK % Vol.	Massgewicht g/cm ³	OHR g/cm ³	Porosität % Vol.	mom. Luftvol. %	min. Luftvol. % obj.	% Saugvermög. Vol.	MKVK 24 (RVK) %	MKVK 30 min. %
MOR 31	15 - 20	390,1 7	73,65	89,11	1,59	0,19	88,1 3	14,48	6,04	91,62	83,44	95,7 5
smodch.		19,18	4,62	6,69	0,00	0,01	0,42	4,88	1,67	4,13	6,45	11,4 7
smodch. %		4,92	6,27	7,51	0,00	3,33	0,47	33,67	27,7 1	4,51	7,73	11,9 7
MOR 31	30 - 40	364,4 4	79,72	80,88	1,59	0,22	86,1 8	6,46	5,30	84,59	76,61	82,5 0
smodch.		25,43	2,15	2,59	0,00	0,01	0,76	2,14	2,42	1,99	3,37	2,28
smodch. %		6,98	2,69	3,21	0,00	5,75	0,88	33,10	45,6 5	2,36	4,40	2,76
MOR 31	50 - 65	21,77	36,24	35,82	2,66	1,68	37,2 5	1,70	1,92	38,72	32,77	37,1 2
smodch.		2,30	2,42	2,06	0,03	0,07	2,16	1,45	1,06	2,26	1,77	2,17
smodch. %		10,57	6,69	5,76	1,29	3,97	5,80	85,47	55,0 4	5,84	5,41	5,83
MOR 207	20-40	431,5 6	83,50	80,42	1,59	0,20	87,7 1	4,21	7,29	88,58	74,97	86,6 2
smodch.		43,78	2,43	5,41	0,00	0,01	1,01	1,86	5,99	1,42	5,34	1,59
smodch. %		10,15	2,91	6,73	0,00	6,70	1,16	44,27	82,0 9	1,60	7,13	1,84
MOR 207	40 - 60	535,2 4	87,03	84,95	1,59	0,17	89,6 3	2,61	4,68	89,55	77,04	87,5 9
smodch.		63,37	1,12	0,74	0,00	0,01	0,98	0,68	0,63	1,06	1,49	0,94
smodch. %		11,84	1,29	0,88	0,00	8,13	1,09	25,99	13,5 0	1,18	1,94	1,08
MOR 207	80 - 100	730,3 9	91,55	87,58	1,59	0,13	91,8 5	1,71	4,27	93,51	75,55	91,1 9
smodch.		124,9 4	0,90	1,12	0,00	0,02	1,29	0,44	0,81	0,68	1,70	0,87
smodch. %		17,11	0,98	1,27	0,00	15,38	1,41	26,10	19,0 4	0,73	2,25	0,95
MOR 325	20 - 40	400,3 7	80,79	83,08	1,59	0,21	86,9 3	6,14	3,85	87,77	78,25	85,3 4
smodch.		63,83	1,52	0,73	0,00	0,03	1,93	3,38	1,68	1,81	0,55	1,12
smodch. %		15,94	1,89	0,88	0,00	15,06	2,22	55,04	43,5 4	2,06	0,70	1,31
MOR 325	50 - 65	631,3 5	88,71	85,00	1,59	0,14	91,0 0	2,29	6,00	90,99	73,87	88,6 2
smodch.		73,78	0,81	1,28	0,00	0,02	1,10	0,79	2,28	0,39	3,98	0,49
smodch. %		11,69	0,92	1,50	0,00	14,30	1,21	34,52	37,9	0,43	5,39	0,56

Probenahme- Standort / Abweichung vom Durchschnitt	Tiefe Probenahme cm	Feuchte Gewicht %	Feuchte Volumen% obj.	MKVK % Vol.	Massgewicht g/cm ³	OHR g/cm ³	Porosität % Vol.	mom. Luftvol. %	min. Luftvol. % obj.	% Saugvermög. Vol.	MKVK 24 (RVK) %	MKVK 30 min. %
									4			
MOR 325	80 - 100	653,9 0	89,97	86,14	1,59	0,14	91,3 1	1,95	5,17	91,18	75,06	89,3 5
smodch.		41,14	1,02	0,78	0,00	0,01	0,52	0,74	0,44	0,62	1,04	0,67
smodch. %		6,29	1,14	0,91	0,00	5,39	0,57	38,12	8,45	0,68	1,39	0,75

2.2.2. Auswertung der Bodenanalysen

Die Ergebnisse der Bodenanalysen entsprechen den Eigenschaften eines Hochmoortorfes und zeigen ihre Abhängigkeit vom Wasserregime, das bedeutend durch die Entwässerungsgräben beeinflusst ist. Aus den chemischen Analysen ergibt sich, dass die Bodenreaktion extrem niedrig ist (sauer), insbesondere bei MOR 207 und MOR 325. Dies hängt auch mit dem sehr niedrigen Gehalt von zweiwertigen Kationen (Mg, Ca) und der insgesamt niedrigen Kationenaustauschkapazität zusammen. Die niedrigen Gehalte von Nährstoffen entsprechen dem Moorcharakter (Hochmoor), das von dem nährstoffarmen Niederschlagswasser vollkommen abhängig ist. Der höchste Cox-Gehalt, bzw. auch das höchste Verhältnis zwischen Cox und N_{tot} (Cox/N_{tot}) kommt bei den Standorten MOR 207 und 325 vor, gleichzeitig ist hier aufgrund des niedrigeren Farb-Quotienten $Q_{4/6}$ auch die Qualität des organischen Stoffes höher (Sáňka et al. 2004). Aus dem oben stehenden ergibt sich, dass der Torf bei diesen zwei Standorten in einem höheren Zersetzungsgrad vorkommt und dem entspricht auch der niedrigere Luftgehalt. Aus Sicht der Bewertung der physikalischen Torfeigenschaften ist offensichtlich, dass die Torfhorizonte (MOR 31 bis 40 cm, MOR 207 und MOR 325 das gesamte Profil) über eine hohe Wasserrückhaltefähigkeit verfügen, denen die hohen MKVK-Werte und der Gehalt der kapillaren Pore entsprechen, die eine höhere Porosität bilden (d. h. ein minimaler Unterschied zwischen Porosität und RVK = MKVK 24).

MOR 31

Laut den chemischen Bodenanalysen (siehe Kap. 2.2.1) ergibt sich, dass der Teilbereich MOR 31 die höchsten Gehalte von zugänglichen Nährstoffen und den höchsten pH-Wert ausweist. Es kommt hier auch der höchste Gehalt von Aluminium im Boden vor. Die CEC-Werte sind niedrig, mit einer extremniedrigen Stufe der Sättigungsgrenze von basischen Kationen. Der Humusgehalt ist bis in die Tiefe von 40 cm sehr hoch, jedoch von den untersuchten Standorten von geringster Qualität. Das zeigen auch die höheren Werte von dem Koeffizient $Q_{4/6}$ in den Tiefen 15-20 und 50 – 65 cm. Laut der Klassifizierung der Bodenarten von Novák und seiner Bewertung der I. Körnigkeitskategorie in der Tiefe 50-65 cm handelt es sich um einen leichten Sandlehmboden. Die niedrigen OHR-Werte, die hohen Werte der Porosität und MKVK entsprechen der Fähigkeit des Torfes in der Landschaft ein großes Wasservolumen zurückzuhalten. Bei MOR 31 konnten wir die Bodenentnahmen mittels einer Sondierungsstange das Torfvorkommen nur bis in die Tiefe von 37 cm vornehmen. Die tiefer gelegenen Bodenhorizonte entsprechen den Ergebnissen der Bodenanalysen des mineralischen Substrates.

MOR 207

Der Torf an diesem Standort, dessen Mächtigkeit bei 137 cm steht, hat den niedrigsten pH-Wert und gleichzeitig auch den niedrigsten Gehalt der zugänglichen Nährstoffe. Im Gegenteil ist der Gehalt der Huminstoffe, bzw. der Anteil der Huminsäuren gegenüber den Fulvosäuren bei MOR 207 am höchsten, was eine hochwertige organische Bodenmasse indiziert. Ebenfalls gibt es hier eine sehr gleichmäßige Verteilung dieser Stoffe in dem gesamten Bodenprofil und dem entspricht auch die hohe kapillare Rückhaltekapazität. Das mineralische Substrat wurde hier nicht festgestellt. Dieser Standort ist auch am wenigsten durch die Entwässerung beeinflusst, das heißt, dass die Torfeigenschaften am meisten dem ursprünglichen Zustand entsprechen (d. h. vor der Entwässerung in den 1980er Jahren).

MOR 325

Bei dem Standort MOR 325 reicht der Torf in eine Tiefe von 100 cm. Der hiesige Boden ist wieder sehr sauer, der Nährstoffgehalt niedrig, eine Ausnahme bildet ein hoher Phosphorgehalt in der Tiefe von 80-100 cm. Der Gehalt und die Qualität organischer Stoffe in den zwei höheren untersuchten Tiefen sind denen bei MOR 207 ähnlich. Die unterste Schicht wies jedoch einen niedrigeren Gehalt von organischer Masse aus, einschließlich des Huminstoffgehaltes. Laut dem Wert des Farb-Quotienten $Q_{4/6}$ handelt es sich hier jedoch um den wertvollsten Humus der drei untersuchten Standorte. Die Wasserrückhaltekapazität ist in allen analysierten Tiefen stabil hoch. Aufgrund der Körnigkeit der Tiefe 80 – 100 cm wurde hier ein lehmiger Boden diagnostiziert.

Verzeichnis der Abkürzungen

Cox	Gehalt vom oxidierbaren Kohlenstoff
C – FK (pyro)	Kohlenstoffgehalt in Form der Fulvosäuren, der im Pyrophosphat festgelegt wurde
C – HK (pyro)	Kohlenstoffgehalt in Form der Huminsäuren, der im Pyrophosphat festgelegt wurde
C – HL (pyro)	Kohlenstoffgehalt in Form der Huminstoffe, der im Pyrophosphat festgelegt wurde
KPP	Komplexe Bodenanalyse
MKVK	Maximale kapillare Wasserkapazität
MKVK 24	Maximale kapillare Wasserkapazität 24 Stunden nach Erreichen der Sättigung
MKVK 30 min.	Maximale kapillare Wasserkapazität 30 Minuten nach Erreichen der Sättigung
N/NO ₃	Gehalt vom Nitratstickstoff
N/NH ₄	Gehalt vom Ammonium
N _{tot}	Gehalt vom Stickstoff gesamt
OHR	Reduziertes Volumengewicht
pH H ₂ O	pH-Wert (Wasserstoffpotential) im Wasserauszug
pH KCl - KPP	pH-Wert im KCl- Auszug gemäß der KPP Methodik
pH CaCl ₂	pH-Wert im CaCl ₂ -Auszug
přistup. Ca Meh3	Gehalt vom zugänglichen Kalzium in der Extrakt-Lösung Mehlich III
přistup. Mg Meh3	Gehalt vom zugänglichen Magnesium in der Extrakt-Lösung Mehlich III
přistup. K Meh3	Gehalt vom zugänglichen Kalium in der Extrakt-Lösung Mehlich III
přistup. P Meh3	Gehalt vom zugänglichen Phosphor in der Extrakt-Lösung Mehlich III

Q _{4/6}	Farb-Quotient Q _{4/6} zur Feststellung der Qualität vom Humus gemäß seiner optischen Eigenschaften (Wellenlängen)
RVK	Wasserrückhaltekapazität
T (CEC)	Kationen-Austauschkapazität
V	Stufe von der Sättigungsgrenze des Sorption-Komplexes durch basische Kationen

Literatur

Dubský M., Šrámek F., Nárovec V., Nárovcová J.: Rašelinové substráty s podílem tmavé rašeliny – jejich vlastnosti a použití, Zertifizierte Methodik Nr. 1/2016-053. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. ISBN 978-80-87674-19-2

Janoušek J. 2016. Ekologická charakteristika organozemí a možnosti využití rašelin v oblasti vybraných ložisek Třeboňské pánve a Krušných Hor. Dissertationsarbeit. Mendelova univerzita v Brně.

Pokorný E., Šarapatka B., Nenátková K.: Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku – Metodická pomůcka. ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura, a.s.

Sáňka M., Materna J.: Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR, edice PLANETA 2004 Environmentale Fachzeitschrift, Jahrgang XII, Nummer 11/2004, Umweltministerium MŽP, ISSN 1213-3393

Vokoun J. a kol.: Příručka pro průzkum lesních půd, Taxonomický klasifikační systém půd ČR (Jan Němeček a kol.) v lesnické praxi, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů 2002.

Bekanntmachung Nr. 275/1998 Sb. über die agrochemische Prüfung der landwirtschaftlichen Böden und Feststellung der Bodeneigenschaften der Forstgrundstücke

Weitere Unterlagen

Mittels Sondierungsstange durchgeführte Geländemessungen

MOR31 – Torf bis in die Tiefe von 37 cm, von 37 bis 50 cm Sandlehmboden + Moorboden, ab 50 cm Boden mit Merkmalen der Vergleyung + Zerfall vom Gestein, kein Grundwasserspiegel

MOR207 – Torf bis in die Tiefe von 130 cm, von 130 bis 138 cm Ton + Torf, braun, ab 138 cm Ton-Schotterartiger Zersatz grau

MOR325 – Torf bis in die Tiefe von 100 cm, von 100 bis 106 cm Ton braun, ab 106 cm Schotter vergleyt

2.1. Pflanzensoziologische Aufnahmen, Beurteilung des Vegetationszustandes und Vorschlag zum Management

Ziel der Aufnahmen war, den ökologischen Zustand der Pflanzengesellschaften zu bewerten, das Vorkommen gefährdeter Arten festzustellen und revitalisierende Maßnahmen zur Ausbreitung der heimischen Arten vorzuschlagen. Es wurden insgesamt 11 Flächen aufgenommen, die zu den Lebensraumtypen zugeordnet wurden. L9.2A **Fichten-Moorwälder** (Assoziation *Sphagno-Piceetum*) und R3.2 **Hochmoore mit Latschenkiefer** (*Pinus mugo*; Chytrý et al., 2010). Gemäß der pflanzensoziologischen Klassifizierung (Chytrý et al., 2011) wurden die Pflanzengesellschaften zwei Assoziationen zugeordnet: RCA01

Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi Hueck 1925 und RCA03 ***Vaccinio uliginosi-Pinetum mugo*** Lutz 1956 zu dem RBD- Verband ***Sphagno-Caricion canescentis*** Passarge (1964). Die am besten erhalten gebliebenen Gesellschaften (außerhalb des Einflussbereiches der Entwässerungsgräben) wurden der Assoziation *Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi* mit Vorkommen vom Rundblättrigen Sonnentau zugeordnet. Ein weniger günstiger Zustand der Gesellschaften (intensivere Beeinträchtigung des Wasserregimes, niedriger und schwankender Grundwasserstand) wurde in der Assoziation *Vaccinio uliginosi-Pinetum mugo* oder im degradierten Stadium der Assoziation *Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi* zugeordnet. Ein ungünstiger Zustand der Gesellschaften mit stärkeren Degradationsstadien (Verbund *Sphagno-Caricion canescentis*) kam insbesondere in der Nähe des Teiches Novoveský rybník aufgrund der tiefen Entwässerungsgräben, in der Nähe eines Grabens mit der Verbreitung nichtheimischer und expansiver Arten und Waldbeständen vor, die zur Austrocknung und folgender Mineralisierung und Eutrophierung des Standortes beitragen.

Zurzeit ist die typische Hochmoorvegetation in der Umgebung oder direkt in den Entwässerungsgräben konzentriert. In den entwässerten Teilbereichen ist die Expansion von trockenliebenden Pflanzen erkennbar, die für feuchte Wiesen oder Waldsäume typisch sind (z.B. einige Grasarten oder Heidelbeeren). Es verbreiten sich hier solche Arten, die in einem an Nährstoffe reicheren Milieu besser gedeihen. Man kann sagen, dass sich praktisch die gesamte Fläche des Untersuchungsgebietes in einem der Degradationsstadien befindet und der Grundwasserspiegel die Geländeoberfläche nicht erreicht. Der Tiefe der Entwässerungsgräben nach lässt sich abzuschätzen, dass der jetzige Grundwasserstand zwischen etwa 0,2 bis 1,2 m unter dem Geländeniveau schwankt.

2.1.1. Vorschlag von einem geeigneten Management

Trotz der Beeinflussung der Pflanzengesellschaften durch die Veränderung und Schwankung des Grundwasserspiegels infolge der Eingriffe in das Wasserregime vor allem in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre, sind noch wertvolle Partien erhalten geblieben (Torfmoospopulationen, typische Hochmoorarten). Es ist erforderlich die Revitalisierungsmaßnahmen mit großer Sorgfalt durchzuführen, und zwar unter Berücksichtigung der Vorkommen von geschützten Arten (Rundblättriger Sonnentau, Gewöhnliche Moosbeere) sowie von solchen Arten, die fähig sind, die revitalisierten Flächen wieder zu besiedeln. Es wurden zwei Szenarien der Moorrevitalisierung vorgeschlagen:

Szenarium A: spontane Sukzession

Man setzt eine fortlaufende Umwandlung des Standortes zu anderen Degradationstypen vor, insbesondere die spontane Bewaldung, ein Zuwachsen mit Bulten und deren nachfolgender Zerfall sowie das allmähliche Verschwinden der artenreichen Mooschicht. Wahrscheinlich ist die Expansion von Arten, die eutrophe Standorte lieben. Falls man die Fläche der Sukzession überlässt, droht die Verringerung der Wasserrückhaltung in den oberen Teilen des Einzugsgebietes. Dieses Szenarium entspricht nicht den heutigen Ansprüchen des Umweltschutzes.

Szenarium B: Grundwasserstand-Management

Es handelt sich um ein langjähriges Szenarium, wo man mit Hilfe des Verbaus der Entwässerungsgräben den Grundwasserspiegel erhöhen wird, bis der Zielwert 5-15 cm unter der Oberfläche erreicht ist. Mit dem Anstieg des Grundwasserspiegels ist es möglich in den tiefsten Teilbereichen des Untersuchungsgebietes anzufangen, d. h. in der Richtung zum Teich Novoveský rybník, wo die Lebensraumbedingungen weniger günstig bis ungünstig bewertet sind, die Artenzusammensetzung aus der Sicht des Umweltschutzes nicht so bedeutend ist und dadurch unter der schnellen Überflutung nicht so deutlich leiden würde. Im Gegenteil dazu fordern die oberen Teilbereiche des Untersuchungsgebietes (am Novoveský vrch) mit den gut erhalten gebliebenen Standorten und wertvollen Arten eine rücksichtvollere Herangehensweise und einen langsameren Anstieg des Grundwasserspiegels. Würde es gelingen, den Zielwasserstand in den meisten Teilen des Untersuchungsgebietes zu erreichen, wäre eine schrittweise Verbreitung der Hochmoorarten aus den Diasporen unter günstigen Bedingungen und die Erneuerung der Mooschicht aus der Samenbank zu erwarten. Mit einer schrittweisen Überflutung des Bodenprofils kommt es zu Verlangsamung der Degradation der Krautschicht und der Expansion von Gehölzen, die den Standort teilweise austrocknen. Der vorgeschlagene Grundwasserspiegel ist gleichzeitig für ein angemessenes Vorkommen der Moor-Bergkiefer geeignet, die in den erhöhten Geländebereichen erhalten bleibt und sich nicht zum Nachteil der torfbildenden Vegetation (Torfmoos, Wollgras usw.) verbreiten wird. Der geforderte Zielwert des Grundwasserspiegels kann durch kaskadenmäßig platzierte Holzstaudämme erreicht werden, die in einem regelmäßigen Abstand in die Entwässerungsgräben installiert werden. Bei der Umsetzung des Staudammsystems haben die ableitenden, breiten und tiefen Drainagen Priorität. Im Gegenteil sind die Sammler sind in dem Untersuchungsgebiet ziemlich flach und haben das Potenzial durch die feuchtliebende Vegetation spontan zu verlanden.

2.1. Hydrogeologische und hydrologische Grundlagen

Diese Gruppe von Grundlagen wurde von den Mitarbeitern der Gesellschaft Hydrogeologická společnost, s.r.o. bearbeitet. Die vollständige Fassung der Ergebnisse ist in einem separaten Anhang angeführt.

Den Gegenstand der in diesem Kapitel erfassten Ergebnisse bildete das Monitoring der bestehenden hydrogeologischen und hydrologischen Verhältnisse in dem Untersuchungsgebiet.

- Feststellung des Grundwasserspiegelniveaus und der Richtungen der Grundwasserströmung,
- Überprüfung der saisonbedingten Dynamik der Schwingungsweite des Grundwassers,
- Feststellung der Wasserstände und Durchflüsse in den Oberflächengewässern und ihrer saisonbedingten Dynamik,
- Kartierung der Objekte des Hydromeliorationsnetzes und der Flussläufe,
- Erstellen von einem Teilbericht über die jeweiligen Ergebnisse.

2.1.1. Gesamtniederschlag in dem betrachteten Zeitraum

In dem zur Aufgabenlösung eingeräumten Zeitraum waren die Niederschlagsmengen unter dem normalen Wert. In der nachstehenden Tabelle sind die monatlichen Gesamtniederschläge für den Zeitraum Januar – Oktober 2018 von den Niederschlagsmessstationen des Tschechischen hydrometeorologischen Instituts Měděnec, der Messstation der Gesellschaft Vodní zdroje Ekomonitor, s.r.o. am Jedlová hora und die langjährigen Monatswerte von der Messstation des Tschechischen hydrometeorologischen Instituts Nová Ves v Horách angeführt. Aus dem Vergleich der monatlichen Gesamtniederschläge von der Messstation des Tschechischen hydrometeorologischen Instituts Měděnec und der Messstation der Gesellschaft Ekomonitor ergibt sich, dass die beiden Stationen in den einzelnen Monaten Werte in ähnlicher Größenordnung aufzeichneten, in der Messstation Měděnec waren die Werte in der Regel 0,5-2x höher. Daraus lässt es sich ableiten, dass die voneinander entfernten Messstationen den betrachteten klimatischen Zeitraum grob auch für das beurteilte Untersuchungsgebiet repräsentieren.

Aus den graphischen Darstellungen im Anhang Nr. 13 wird deutlich, dass die Monate Februar bis April und Juli und Oktober niederschlagsmäßig deutlich unter normal waren. Aus dem täglichen Gesamtniederschlag von der Messstation Měděnec ergibt sich, dass ab Ende Januar die Niederschläge sehr niedrig waren. Nur vereinzelt war der tägliche Gesamtniederschlag über 15 mm. Für den gesamten betrachteten Zeitraum kam es dazu nur 3x, Mai – Juni und Ende September. Ähnliche Bedingungen kann man auch auf das Untersuchungsgebiet Cínovec beziehen.

2.1.2. Hydrogeologische Verhältnisse, Charakter des unterirdischen Abflusses

In dem Untersuchungsgebiet besteht ein spezifisches Abflussregime vom oberflächennahen Grundwasser. Eine graphische Darstellung zeigt der Anhang Nr. 8 mit Isolinien, die aus den Messungen mit den Beobachtungssonden zum 29.06.2018 zusammengestellt wurden. Die Messungen vom Wasserstand in einem anderen klimatischen Zeitraum werden im Sinne der allgemeinen Abflüsse sehr ähnlich sein (es kommt nur zu einer kleinen Verschiebung vom absoluten Niveau), deswegen wurden keine anderen Wasserstände graphisch erfasst. Das Grundwasser in dem ersten flachen Grundwasserleiter, der an die Torflagen gebunden ist, strömt generell von SW nach NO, zu dem Wasserlauf der Chomutovka.

In dem SW Bereich (Sektor A) wird der unterirdische Abfluss teilweise durch hydrogeologische Wasserscheiden modifiziert, während im SO-Bereich ein Teil des Grundwassers in Richtung SO, also in ein anderes Einzugsgebiet, zielen kann.

In dem mittleren Bereich des Untersuchungsgebietes (Sektor B) zielt der unterirdische Abfluss Richtung NO, und der in Richtung O wendet sich in Richtung N.

In dem Sektor C überwiegt der unterirdische Abfluss Richtung NNO bis N, d. h. zur Chomutovka und zum Teich Novoveský rybník, in dem östlichen Teilbereich zielt der unterirdische Abfluss stellenweise NNW.

2.1.1. Auswertung der Schwankungen der Grundwasserspiegel

Die Grundwasserspiegel wurden vom Mai 2018 bis Ende Oktober 2018 mit Hilfe von 12 oberflächennahen Beobachtungssonden (Anhang Nr. 9) betrachtet. Im Anhang 9 wurden die Sonden in zwei Gruppen geteilt, der Meereshöhe nach: die niedriger (Anhang Nr. 9/1) und höher (Anhang Nr. 9/2) gelegene.

Eine detaillierte Betrachtung der Wasserspiegelschwankungen in der Sonde S4 mit automatischem Aufzeichner (Anhang Nr. 9/3) zeigte, dass der Wasserspiegel hier zum größten Teil des Jahres sank, bis auf 1,5 m unter dem Gelände. Bei kürzeren Regenfällen kam es zur zeitweiligen und kurzfristigen Auffüllung der Wassersäule. Der Wasserspiegel reichte zu solcher Zeit etwa ein bisschen über das Gelände um die Sonde herum. Auch danach kam es jedoch zum Absinken des Wasserspiegels. Die Messungen verliefen nur bis Ende Oktober 2018.

Während des betrachteten Zeitraumes schwankte der Grundwasserspiegel in dem Untersuchungsgebiet zwischen 0,0 bis 1,6 m betrachtet von der Geländeoberfläche. Die Schwankungen des Wasserspiegels in den Sonden waren mehr oder weniger synchron, sie reflektierten insbesondere die Niederschlagsverhältnisse des Untersuchungsgebietes (Anhang Nr. 13/1 – Niederschlagsmessstation der Gesellschaft Ekomonitor, s.r.o.). Die ersten gemessenen Werte (Mai) stellen das während dem Abteufen der Sonden vorgefundene Grundwasserspiegelniveau dar. Sie müssen nicht den bestehenden Zustand repräsentieren. Die höchsten Wasserstände wurden Ende Oktober festgestellt (0,0–0,3 m ab der Geländeoberfläche). Dieser Messung ging eine niederschlagsreiche Periode im September und Oktober voran (Anhang Nr. 13/1). Der ansteigende Trend von dem Wasserspiegelniveau war bereits ab Ende August erkennbar. Eine Ausnahme stellte die Sonde S7 dar, wo es ab Ende September bis Ende Oktober zu einer mäßigen Wasserspiegelsenkung kam. Dies lässt sich durch die Umsetzung von Revitalisierungsmaßnahmen (Profiliere der Geländeoberfläche) in dem Untersuchungsgebiet erklären, das sich von der Sonde S7 entgegen der Richtung des unterirdischen Ablaufes befindet und wofür bereits eine Projektdokumentation (Anhang Nr. 3) erarbeitet wurde. Ein weiterer Zeitraum mit hohen Wasserständen wurde im Juni betrachtet, da der Mai niederschlagsmäßig ausgiebiger war (Anhang Nr. 13/1). Das Wasserspiegelniveau lag in den meisten Fällen niedriger als im Oktober, ggf. waren die Werte fast identisch und der Wasserstand schwankte zwischen 0,1 und 0,7 m ab der Geländeoberfläche. Ein ziemlich niedriger Wert von dem Wasserspiegelniveau im Juni wurde jedoch auch bei der Sonde S1 festgestellt.

Die niedrigsten Wasserstände wurden im Juli und vor allem im August erreicht, da die beiden Monate sehr niederschlagsarm (Anhang Nr. 13/1) waren. Der Wasserspiegel befand sich auf einem Niveau 0,4–1,0 m ab dem Gelände. Im Falle der Sonden S1, S3 und S6 kam es zu ihrer Austrocknung, d.h. ein Absinken des Wasserspiegels auf ein niedrigeres Niveau als 0,7 m, 0,8 m, bzw. 1,6 m ab der Geländeoberfläche. Während der Kartierung des Verlaufes der Entwässerungsgräben, die in dem gleichen Zeitraum verlief (d.h. Ende Juli, Anfang August), war der größte Teil der Gräben ausgetrocknet. Eine Ausnahme stellten die Gräben A3, A6, B24, C23 und C38 dar, wo der Wasserspiegel über dem Sohlenniveau festgestellt wurde (Anhang Nr. 14). Bezugnehmend auf den Fakt, dass alle Sonden bis in den Lehm des Untergrundes reichten, lässt sich voraussetzen, dass bei

trockenem Wetter, so wie es im Sommer 2018 der Fall war, der Torfhorizont vollkommen trocken fallen kann.

Bei dem Vergleich der absoluten Höhe der Wasserspiegelniveaus in den einzelnen Sonden ist zu sehen, dass sich der Grundwasserspiegel in dem gesamten Untersuchungsgebiet auf einem ähnlichen Niveau unter der Geländeoberfläche befindet (der Unterschied der absoluten Höhe beträgt ca. 0,5 m). Aus den Ergebnissen der repräsentativen Messung vom 29.06.2018 wurde eine Karte der Grundwasserspiegelniveaus in Metern unter dem Gelände konstruiert (Anhang Nr. 8). Aus der Karte ist ersichtlich, dass in dem mittleren Teil des Untersuchungsgebietes der Wasserspiegel der Geländeoberfläche am nächsten liegt und im Gegenteil liegt er am niedrigsten im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes. Die festgestellten Unterschiede in der absoluten Höhe der Wasserspiegel sind insbesondere durch den lokalen Charakter des Reliefs des wasserundurchlässigen Untergrundes, die Dichte von dem Netz der Entwässerungsgräben sowie durch die Mächtigkeit und hydraulische Leitfähigkeit der Torfdecke gegeben.

2.1.1. Netz der Entwässerungsgräben

Das Meliorationssystem wurde im Laufe der 1970er Jahre zwecks der schnellen Entwässerung von dem Moor Novoveské rašeliněšťe angelegt. Das Netz bilden etwa 130 Entwässerungsgräben. Sie weisen eine unterschiedliche Breiten und Tiefen auf. Ihre Breite im Geländeniveau schwankt zwischen 0,9 bis 7 m, die Tiefe wechselt zwischen 0,1 bis 3,0 m.

Das Untersuchungsgebiet wurde zwecks der Übersichtlichkeit in 3 Sektoren gegliedert. Von der Richtung SW zu NO handelt es sich um die Sektoren A, B, C. Die einzelnen Gräben wurden nummeriert und mit Symbolen gemäß der Zugehörigkeit zu den Sektoren gekennzeichnet. Die Chomutovka ist mit dem Symbol CH bezeichnet. Ein Verzeichnis der Entwässerungsgräben samt ihrer Lage im Gelände ist dem Anhang Nr. 14 zu entnehmen.

Anhand der Kartierung der Entwässerungsgräben wurde festgestellt, dass die bedeutendsten Oberflächenwasser-Zuflüsse in das Untersuchungsgebiet durch folgende Rinnen geschehen:

- Graben vom NW, Mündung an dem Punkt 891
- Fluss Chomutovka, kommt vom NW (Dokumentationspunkt 498)
- Graben A4, kommt vom W
- Namenloser Doppelgraben, mündet vom W an dem Dokumentationspunkt 470

Bedeutende Abflüsse aus dem Untersuchungsgebiet geschehen durch folgende Rinnen:

- Chomutovka, fließt an dem Punkt Nr. 825 ab
- Graben B24, trennt die Sektoren B und C voneinander, und leitet das Wasser von den Sektoren B und C in das ursprüngliche Flussbett der Chomutovka, das in den Teich Novoveský rybník mündet.
- Graben A1, geht in Richtung SO weg
- Graben A3, geht in dem SW Teilbereich weg.

Der nördliche Teilbereich des Entwässerungssystems (Sektor C) steuert dem ursprünglichen Flussbett der Chomutovka zu, das in den Teich Novoveský rybník mündet (Graben B24). Ihn bildet ein ziemlich verzweigtes und unregelmäßiges Netz mit 5 Hauptgräben (C34, doppelter C23 und C1, C22, C13 und

weiteren Gräben, die bereits außerhalb des Untersuchungsgebietes liegen). Mit dem mittleren Teilbereich des Moores (Sektor B) ist dieser Sektor durch die Gräben C25 und C27 verbunden. Diese Entwässerungsgräben dienen eher als sog. „Entlastungsgräben“ für den Sektor B bei höheren Wasserständen. Der größte Teil des Gebietes wird also in Richtung Novoveský rybník entwässert. Als die Entwässerungsgräben kartiert wurden, war der Teich abgelassen, weil er saniert wurde. Wegen des Mangels an Niederschlägen wäre die Wassermenge darin trotzdem gering gewesen.

Den Sektor B bildet ein regelmäßiges Netz von mehr oder weniger parallel laufenden Entwässerungsgräben, wovon die meisten in den Graben B4 münden, der sie in Richtung NW, d. h. Richtung Chomutovka entwässert. Die Entwässerungsgräben B1 und B2 entwässern einen kleinen Teilbereich in Richtung südlicher Teil des Moores (Sektor A). Das Wasser wird weiterhin durch den Graben A1 in Richtung SO abgeleitet, d. h. außerhalb des Untersuchungsgebietes. Bei höheren Wasserständen kann das Wasser aus dem Graben B2 wahrscheinlich mittels Graben B3 ebenfalls zu dem Graben B4 und weiter in die Chomutovka abfließen. Mit dem Sektor A (Entwässerungsgräben A16 und A2) ist dieser Sektor ferner durch den Gräben B23, B25 und B26 verbunden.

Der südliche und am höchsten liegende Moorbereich (Sektor A) wird vor allem in Richtung SO entwässert, d.h. außerhalb des Untersuchungsgebietes. Nur der Graben A2 und der nördliche Teil von dem Graben A3 entwässern in die Chomutovka. Es handelt sich um ein relativ regelmäßiges Netz mit zwei westlichen Zuflüssen in das Untersuchungsgebiet. Der südliche Teil von dem Sektor reicht aus dem Untersuchungsgebiet hinaus, der Graben A3 und die an ihn anbindenden Gräben bilden eine mehr oder weniger separate Einheit.

Ein Schlüsselbestandteil des gesamten Entwässerungssystems des Untersuchungsgebietes sowie der weiteren Umgebung ist das Flussbett der Chomutovka, das im Westen, wo der Fluss in das Untersuchungsgebiet zuströmt, entweder flach ist oder natürliche Mäander aufweist. In dem mittleren Flusslauf, entlang des Untersuchungsgebietes, ist das Flussbett der Chomutovka künstlich begradigt. Ursprünglich führte es wahrscheinlich zu dem heutigen Teich Novoveský rybník. Der heutige Flusslauf führt mit dem Flussbett Richtung ONO, er umfließt den Teich. Das Flussbett ist an dieser Stelle tief ausgehoben (bis ca. 3,0 m). Vom Nordwesten nähert sich der Chomutovka ein Graben, der ein anderes Gebiet entwässert. Das Wasser aus diesem Graben fließt unter der Chomutovka durch einen Durchlass und folgt ihrem ursprünglichen Flussbett in den Teich Novoveský rybník. Die Möglichkeit, dass das Wasser zwischen den angeführten Systemen bei hohen Wasserständen überfließt, kann nicht ausgeschlossen werden. Zur Zeit der Grabenkartierung waren jedoch die Zuflüsse aus einem anderen, im NW liegenden Gebiet minimal oder nahezu null.

2.1.2. Bilanz der Wasserabflüsse

Bezüglich der Bilanz des Wasserabflusses aus dem Untersuchungsgebiet war es geplant, die Durchflüsse aus den Messergebnissen des Wasserregimes abzuleiten, das in dem Saisonzyklus die Minima, Durchschnitte sowie Maxima erfassen. In dem Zeitraum, in dem die Untersuchungen verliefen, gab es jedoch nur geringe Niederschläge und somit auch Minima von Abflüssen. Wir waren also gezwungen die jeweiligen Abflusswerte ohne Daten, die durch reelle Messungen belegt wären, abzuleiten. In der Zeit, wo man die Arbeiten im Gelände vornahm, waren die Abflüsse auf so einem niedrigen Niveau, dass sie einem 355 bis 364-tägigen Wasser entsprachen. Die Messungen der Abflüsse unterhalb des Teiches Novoveský rybník waren 2018 leider nicht möglich, da seine

Sanierung verlief und er abgelassen war. Um die Abflusscharakteristiken ableiten zu können, verwendeten wir deswegen den Ansatz der Analogie.

Als analoges Gebiet wurde das Einzugsgebiet der Chomutovka bis zu dem Profil Třetí mlýn (dt. Dritte Mühle) angenommen; die Fläche des Einzugsgebietes beträgt 44,90 km². Das Einzugsgebiet, das zu dem Profil V3 in dem Untersuchungsgebiet gehört (Chomutovka), beträgt eine Fläche von 2,27 km², und zu dem Profil HR (Abfluss unterhalb von dem Damm des Teiches Novoveský rybník) beträgt die Fläche des Einzugsgebietes 0,55 km².

Tab. 6 Übernommene und abgeleitete Durchflusscharakteristiken

M (Tage)	Durchfluss Chomutovka Profil III. Mühle (l/s)	Durchfluss Chomutovka Profil H3 (l/s)	Durchfluss Profil HR (l/s)
30	1370	69,3	16,8
60	812	41,1	9,9
90	531	26,8	6,5
120	398	20,1	4,9
150	321	16,2	3,9
180	263	13,3	3,2
210	224	11,3	2,7
240	175	8,8	2,1
270	140	7,1	1,7
300	111	5,6	1,4
330	86	4,3	1,1
355	50	2,5	0,6
364	24	1,2	0,3

Aus den angeführten Charakteristiken und dem Vergleich mit der Messung der Durchflüsse an den in dem Untersuchungsgebiet ausgewählten Profilen ergibt sich, dass im Rahmen des eingeräumten Zeitraumes keine ausreichenden Unterlagen zur Konstruktion der Messkurven für die Messprofile sowie Pegel anzuschaffen waren. Der Antragsteller ermöglichte eine Verlängerung der Regimemessungen bis mindestens Ende 2018 nicht. Aufgrund der Mindestdurchflüsse, die oft bei Null standen, wäre eine Ableitung für höhere Wasserstände mittels Extrapolation nicht glaubwürdig, genauso wie eine Berechnung der Bilanz vom abfließenden Wasser.

Aus den erworbenen Daten lässt sich ableiten, dass die Durchflüsse in der Chomutovka in dem Profil V3 in Einer- bis Zehner- Sekunden sein werden. Über 10 l/s werden die Durchflüsse etwa 2 Monate im Jahr sein. Der Durchfluss unterhalb von dem Teich Novoveský rybník wird überwiegend in l/s betragen. Um genauere Charakteristiken zu bekommen, wäre es erforderlich, Messungen auch bei höheren Durchflüssen vorzunehmen.

2.1.1. Schlussfolgerungen aus den hydrogeologischen und hydrologischen Untersuchungen

Der vorliegende Teilbericht zum "MOOREVITAL 2018 – fortgesetzter Moorschutz im Erzgebirge - hydrologische Unterlagen einschließlich der Projektdokumentation für den Bedarf nachfolgender

Revitalisierungsmaßnahmen“, beinhaltet die Bewertung von hydrogeologischen und hydrologischen Unterlagen.

Um die Aufgabe lösen zu können, wurden Untersuchungen und Messungen vorgenommen, die insbesondere die Kartierung der Entwässerungsgräben, das Ausbringen von flachen Beobachtungssonden, die Messung der Wasserstände von Grund- sowie Oberflächenwasser und Durchflussmessungen einschlossen. Die im Gelände ermittelten Daten wurden graphisch sowie tabellarisch erfasst.

Eine weitere wichtige Ergänzung von den Angaben waren die übernommenen Daten. Es handelte sich um Messungen der Wasserstände und Niederschlagsangaben, die gleichzeitig in dem Moorgebiet zwischen Hora Sv. Šebestiána und Satzung (das Moorgebiet unterhalb von Jedlová hora, Gesellschaft Vodní zdroje Ekomonitor, s.r.o.) gewonnen wurden sowie Angaben von dem Tschechischen hydrologischen Institut.

Die Geländearbeiten verliefen vom größten Teil in einem Zeitraum, wo die Grundwasserstände sehr niedrig, überwiegend bei Null oder minimal waren. Aus diesem Grund war es erforderlich einige Schlussfolgerungen analog, anhand der Angaben aus der weiteren Umgebung abzuleiten.

Die Grundvorstellung über die Abflussverhältnisse ist jedoch für die Projektierung der Revitalisierungsmaßnahmen immerhin ausreichend. Diese sollten vor allem auf der Verlangsamung der Wasserabflüsse aus dem Gebiet und dem Verschluss der Entwässerungsgräben beruhen.

Zwecks der Überprüfung der Wirksamkeit der Revitalisierungsmaßnahmen wurde ein Monitoring der Wasserspiegel und ggf. auch vom Durchfluss, sowie der Wasserqualität und meteorologischen Größen vorgeschlagen. Einige der Messgeräte (Beobachtungssonden, Pegel) blieben für weitere Zwecke in dem Untersuchungsgebiet erhalten.

3. ETAPPE 4 - REVITALISIERUNGSPROJEKT

4. ANHANGSVERZEICHNIS

A. Allgemeine Unterlagen

A.1. Übersicht von dem Untersuchungsgebiet	1:50 000
A.2. Hillshade (Schattiertes Relief)	1:5 000
A.3. Hangexposition gegenüber den Himmelsrichtungen	1:5 000
A.4. Neigung der Geländeoberfläche	1:5 000
A.5. Abflussanalyse – Wasserscheiden - aktueller und vorgeschlagerener Zustand	1:5 000
A.6. Abflussanalyse – DSO – vorgeschlagener Zustand	1:5 000

B. Geologische, bodenkundliche und pflanzensoziologische Unterlagen

B.1. Untersuchung der Torfmächtigkeit im Rahmen der Revitalisierung des Untersuchungsgebietes in dem Moor am Novoveský vrch	
B.2. Ergebnisse der physikalischen und chemischen Bodenanalysen der ausgehobenen Bodenproben	
B.3. Pflanzensoziologische Aufnahmen, Beurteilung des Vegetationszustandes und Vorschlag zum Management im Rahmen der Revitalisierung des Untersuchungsgebietes in dem Moor am Novoveský vrch	

C. Hydrogeologische a hydrologische Unterlagen

C.0. Begleitender Bericht	
C.1. Wasserwirtschaftliche Karte	1:50 000
C.2. Offene geologische Karte	1:50 000
C.3. Übersichtskarte	1:10 000
C.4. Karte der weiteren Umgebung	1:100 000
C.5. Verlauf von Entwässerungsgräben	1:4 000
C.6. Dokumentation der oberflächennahen Untersuchungsstellen	
C.7. Niveau der Grundwasserspiegel (m ü. M.)	1:4 000
C.8. Niveau der Grundwasserspiegel (m unter dem Gelände)	1:4 000
C.9. Graphische Darstellungen der Wasserspiegelschwankungen in den Beobachtungsstellen	
C.9.1. Graphische Darstellung der Wasserspiegelschwankungen in den Beobachtungsstellen (S1, S2, S3, S5, S6, S7)	
C.9.2. Graphische Darstellung der Wasserspiegelschwankungen in den Beobachtungsstellen (S4, S8, S9, S10, S11, S12)	
C.9.3. Graphische Darstellung der Wasserspiegelschwankungen in der Beobachtungsstelle S4	
C.10. Messungen der Wasserstände in den Beobachtungsstellen	

- C.11. Wasserspiegelschwankungen in den Vergleichssonden von dem Gebiet zwischen Hora Sv. Šebestiána und Satzung (EKOMONITOR)
- C.12. Durchflussmessung
 - C.12.1. Lage der Standorte der Durchflussmessung
 - C.1.1.a. Lage der Standorte Durchflussmessung – insgesamt
 - C.1.1.b. Lage der Punkte H1, H2 und HX 1:1 000
 - C.1.1.c. Lage der Punkte H4A und H4B 1:500
 - C.12.2. Messen der Pegelstände
 - C.12.3. Messen der Durchflussmengen
 - C.12.4. Graphische Darstellung der Durchflüsse der Chomutovka – Profil H3 (15.09.-13.11.2018)
 - C.12.5. Graphische Darstellung der Durchflüsse der Kamenička (I-X/2018)
 - C.12.6. M-Tagesdurchflüsse der Chomutovka, Profil LG III. Mühle
 - C.12.7. M- Tagesdurchflüsse der Chomutovka, Profil H-3 (abgeleitet)
- C.13. Niederschlag
 - C.13.1. Graphische Darstellung der monatlichen Niederschlagsmengen
 - C.13.2. Graphische Darstellung der Tageswerte der Niederschlagsmessstation Měděnec
- C.14. Messen der Entwässerungsgräben
 - C.14.1. Messen der Entwässerungsgräben (Punkte) 1:4 000
 - C.14.2. Messen der Entwässerungsgräben (Bezeichnungen) 1:4 000
 - C.14.3. Messen der Entwässerungsgräben (Tabelle)
- C.15. Geodätische Vermessungen
 - C.15.1. Geodätischer technischer Bericht – Titel
 - C.15.2. Geodätischer technischer Bericht
 - C.15.3. Lage der Beobachtungssonden
 - C.15.4. Situation mit den Messprofilen
 - C.15.5. Situation mit den unterstützenden Messpunkten
- C.16. Fotodokumentation
 - C.16.1. Fotodokumentation – Titel
 - C.16.2. Fotodokumentation