

Informační komplex výsypkových lokalit – Kopistská výsypka

RNDr. Jan Burda, Ph.D.¹, Ing. Martina Kunešová¹, Mgr. Martin Veselý^{1,2}, Ing. Evžen Pichler CSc.¹

¹Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most; burda@vuhu.cz

²Přírodovědecká fakulta, Karlova Univerzita, Praha

Přijato: 19. 7. 2018, recenzováno: 16. a 17. 8. 2018, 18. 9. 2018

Abstrakt

Obsahem článku je shrnutí dostupných poznatků o Kopistské výsypce, především o vývoji hydrologických a hydro-geologických poměrů výsypky i její podloží, a následně informace o realizovaných rekultivačních akcích. Celý článek je rozdělen do částí, které obsahují popis původního stavu před založením výsypky, historii báňských zásahů do krajiny, charakteristiku materiálu tvořícího výsypku a použité způsoby jeho zakládání. Dále pak zahrnuje vývoj hydrogeologických poměrů výsypkového tělesa a jeho podloží, a také popis současného stavu obnovy a rekultivace území s nově vytvořeným povrchem.

Complex information of outer dump sites – locality Kopisty

The article provides a summary of all available knowledge about the Kopisty dump, especially on the development of hydrological and hydrogeological conditions of the dump and its bottom, and then information about the implemented rehabilitation actions. The entire article is divided into sections that contain a description of the original state before the dump inception, mining history of the landscape, the characteristics of the material, forming a dump and procedures used to its creation. Furthermore, the development of the hydro-geological conditions of the dump body and its bottom part, and also a description of the current state of the recovery and reclamation of the territory with the newly created surface is described.

Informationskomplex zu Bergbau-Kippenstandorten – Kopistská Kippe

Der Inhalt des Artikels ist eine Zusammenfassung der zugänglichen Erkenntnisse über die Kopistská (Kopitzer) Kippe, besonders über die Entwicklung der hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse der Kippe und deren Untergrund und anschließend Informationen zu den umgesetzten Rekultivierungsmaßnahmen. Der Artikel ist in Abschnitte verteilt, die beschreiben den ursprünglichen Zustand vor der Kippengründung, die Geschichte der Bergbaueingriffe in die Landschaft, Charakteristik des kippenbildenden Materials und die eingesetzten Verfahren dessen Verkippung. Weiter dann die Entwicklung der hydrogeologischen Verhältnisse des Kippenkörpers und dessen Sohle sowie auch des gegenwärtigen Zustandes der Wiederherstellung und Rekultivierung des Geländes mit einer neu gestalteten Oberfläche.

Klíčová slova: výsypka Kopisty, antropogenní reliéf, rekultivace, Mostecká pánev.

Keywords: Kopisty dump, anthropogenic relief, reclamation, Most basin.

1 Úvod a základní informace o výsypce

Informace, které jsou uveřejněny v tomto článku, generalizují závěry podrobné souhrnné zprávy zpracované Pletichovou a kol. (2016), kde je zhodnoceno na dvacet odborných zpráv, posudků, výsledků průzkumů a projekčních návrhů, z nichž jsou některé citovány i v tomto elaborátu.

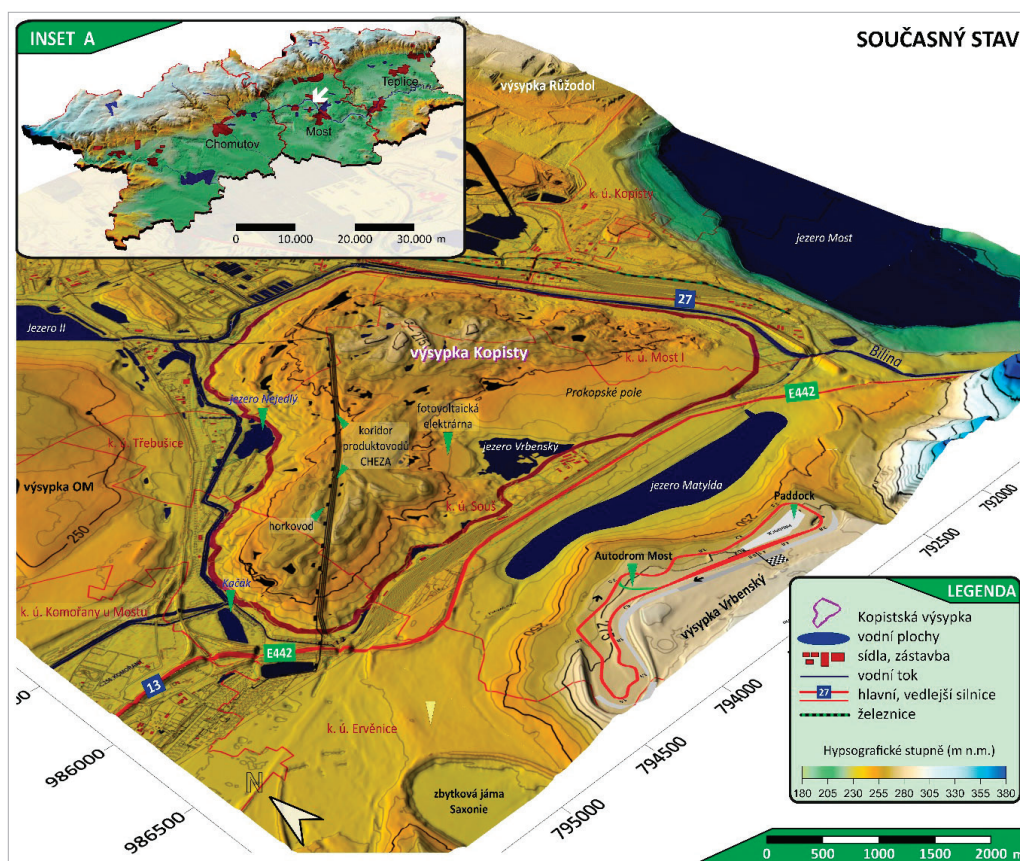
Prostor Komořansko-kopistské výsypky omezuje z jižní strany železniční trať ČSD a seřaďovací nádraží Třebušice, silnice Most-Komořany. Výsypka je ze všech stran sevřena dalšími železničními a silničními koridory a obklopena průmyslovými závody, ze severozápadní strany přeloženým tokem řeky Bíliny a Hutního potoka. Dělicí hranicí mezi částí Komořanskou a Kopistskou bylo původní, již přeložené koryto řeky Bíliny. Nejdříve byl zasypáván výsypkovými zeminami velkolomu Obránců míru (OM) prostor východně od obce Komořany a po přeložení řeky Bíliny další prostor severně od obce Souš a Kopisty (obrázek č. 1). Na této vnější výsypce OM operovaly zakladače ZD 2200/52 od roku 1948 do roku 1962 a Z 1200/54 mezi roky 1953-1963. Zakladač Z 1200/54 byl po dokončení sypání výsypky přemístěn na vnitřní výsypku VOM. Na výsypce bylo založeno 138 mil. m³ skrývkových hmot, její rozloha činí 453 ha při omezené výšce cca 40 m (222-262 m n. m.) [3].

V současné době je Kopistská výsypka důležitým prvkem územního systému ekologické stability, od roku 2005 je evropsky významnou lokalitou a od r. 2013 přírodní památkou.

2 Historie a charakteristika podloží výsypky

Původní přirozená morfologie oblasti byla vytvořena činností toků Bíliny, Jiřetinského potoka a Loupnice. Původní ráz terénu byl narušen báňskou činností, ale též intenzivní výstavbou, především chemických závodů, strojíren, elektráren a úpraven uhlí. Východní část výsypného prostoru byla využívána nejprve jako zdroj štěrkopísků, které se zpravidla vyskytovaly na bázi kvartérního souvrství a vzniklé deprese byly posléze využívány jako prostor pro ukládání odpadů.

Původní terén v zájmovém prostoru měl rovinný charakter s nadmořskou výškou 230 až 231 m n. m. Celá oblast je původně jednak dnem bývalého Komořanského jezera a jednak údolní nivou řeky Bíliny. Její staré koryto je částečně zachováno na jihozápadní straně území mezi silnicí Komořany-Jiřetín a patou vnitřní výsypky lomu Obránců míru. Část starého koryta řeky Bíliny zůstala rovněž zachována v areálu bývalého dolu Z. Nejedlý, kde sloužila jako protipožární nádrž, která byla gravitačním potrubím napojena na důlní vodovod.



Obr 1: Digitální model terénu (DMT) širšího okolí Kopistské výsyvky. Ve výřezu A je znázorněna poloha výsyvky v rámci okresů Chomutov, Most a Teplice.

Terén byl postižen báňskou a stavební činností. Báňská činnost zahrnuje jednak hlubinné, a jednak lomové dobývání uhlí. Celý prostor mezi dnešním Unipetroleem RPA, Úpravnou uhlí Komořany (dnes jedinou provozovanou) a Herkules (bývalou), silničními koridory Komořany-Jiřetín, Most-Chomutov I/13, Most-Litvínov I/27 a železničními tratěmi ČSD a SHD, je průmyslovým centrem Mostecka. Stav zájmového území

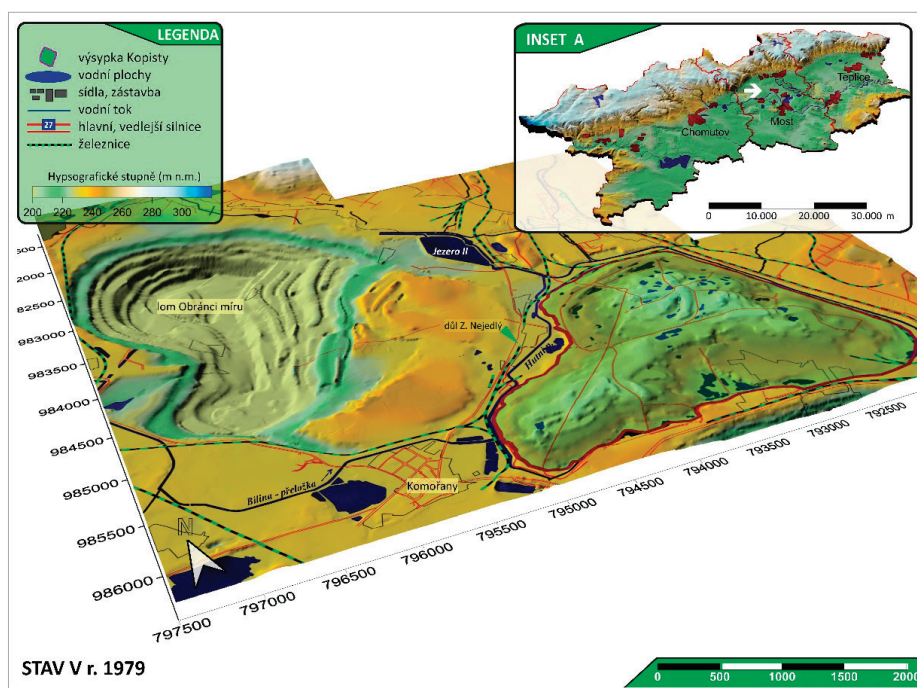
v 50. letech 20. století je zřejmý z obrázku č. 2; stav území v 80. letech 20. století z obrázku č. 3.

2.1 Hydrogeologické poměry původního terénu

Kvartérní souvrství spolu s recentem podle výsledků průzkumných vrtů provedených v minulosti dosahuje mocnosti zhruba

Tab.1: Základní údaje o výsypci Kopisty.

Období zakládání	1921-1963
Plocha povrchu výsyvky	453 ha
Objem založených zemin	138 mil. m ³ (bez objemů zemin zakládáných z lomu Ležáky – Most v Prokopském poli v letech 1970 - 1976)
Zdrojové oblasti zemin	hnědouhelný lom Bílina
Morfologie výsyvky	Území má charakter mírně zvlněné paroviny, otevřené k západu a mírně se svažující k jihu (z kóty cca 260 ke kótě 230 m n. m.). Na ploše se vyskytuje množství různě velkých vodních akumulací.
Nasazená technologie	<u>kolesová rýpadla:</u> K 20, K 21/L, 650 fa Lauchhammer (na dobývací straně) <u>korečková rýpadla:</u> Do 800/R1 (v r. 1942) a Do 800/R2 (v r. 1943) <u>kolesová rýpadla:</u> K 26, K 28/K 1000 <u>zakladače:</u> Z 2200/52 (v r. 1948) a Z 1200/54 (v r. 1953)
Katastrální území	Most, Souš, Dolní Jiřetín, Třebušice, Komořany, Kopisty



Obr. 2: Digitální model terénu (DMT) širšího okolí Kopistské výsypky v počátcích zakládání výsypky. Ve výřezu A je znázorněna poloha výsypky v rámci okresů Chomutov, Most a Teplice.

4 až 6 m. Kvartér pokleslý vlivem intenzivního hlubinného dobývání a zatížením převýšenou výsypkou vytvořil nádrž mělké podzemní vody. Hladina mělkých vod se v minulosti nacházela v hloubce cca 2 m pod úrovní terénu. Vlivem značného poklesu dnes zasahuje do báze výsypky a hydraulicky je závislá na atmosférických srážkách a stavu vody v korytě řeky Bíliny.

Je zřejmé, že již v minulosti vlivem přirozených hydro-geologických poměrů nebyly v tomto prostoru příhodné podmínky pro zakládání staveb a obytných objektů v Komořanech, Souši a Kopistech. Vlivem kapilární vztlakovosti a kolísání hladiny podzemní vody docházelo k podmáčení objektů a k postupnému navlhnutí zdiva až nad úroveň terénu. K přirozenému odvodňování uvedené nádrže mělkých podzemních vod docházelo v minulosti prouděním ve směru generálního spádu k dolní erozní bázi krajiny, tj. řece Bílině. Po provedení přeložky řeky Bíliny a Hutního potoka došlo k určité změně hydrogeologických poměrů mělkých podzemních vod. Hladina vody v přeložce Bíliny i při průměrném vodním stavu je nad úrovní okolního terénu, což má za následek zasakování vody z koryta přeložky do kvartéreních štěrkopísků. Samotné koryto přeložky Bíliny a Hutního potoka je dimenzováno na 100-letou vodu $17 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Spád koryta potoka je nepatrný a činí 0,24 ‰. Hloubka vody v korytě dosahuje při maximálním průtoku 2,2 m. Rychlost proudění za maximálního stavu je cca $0,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, kóta hladiny v prostoru jřetínského jezu je 230,6 m n. m. Koryto přeložky není těsněno, svahy koryta jsou jen převrstveny vrstvou humusu a osety travinami.

Všechny uvedené okolnosti obecně vedou ke vzdouvání hladiny mělkých podzemních vod i do báze převýšené výsypky. Proto i dále uvedená opatření k zajištění bezpečnosti etylenovodu a dalších tlakových potrubí v potrubním koridoru

zahrnují potřebu ochranného pásu zejména pro severozápadní svahovou část výsypky.

2.2 Historická krajina

Zrušené Komořany byly podle historických zpráv rybářskou vesnicí, což dokládá existence přístavu s kanálem, který se prodlužoval s postupným vysoušením jezera. Pod tímto přístavem na okraji jezerního území byla rozložena vesnice, což je zřejmé z Josefského mapování. Právě tento kontakt s jezerem umožnil Komořanům zcela specifický vývoj na rozdíl od ostatních sídel. Zdejší archeologické naleziště ukazuje, že toto území bylo rybáři osídleno od paleolitu. Původní využití území připomíná i název Na rybích příkopech, který identifikuje rozsáhlé zorněné území v jižní části katastru, a to v části označené Za vsí. Na první pohled zarazí nepoměr mezi odvodněnou jezernatou a zorněnou částí katastru, jenž byl právě dán zmiňovaným rybářským charakterem sídla. Tyto části od sebe oddělovaly pobřežní silnice mezi Ervenicemi, Komořany a Mostem. Podle archeologických nálezů bylo toto území původně na břehu Komořanského jezera již v eneolitu, tj. 6 000-3 000 p. n. l. Obec Souš vznikla na počátku středověku, což dokládá farní kostel, který byl původně ze 14. století a byl v roce 1620 přestavěn. Z vlastního jezera tvořícího severní část katastrálního území obce v roce 1842 zůstaly pouze rybníky (Nový, Velký, Starý), mezi kterými meandrovala Bílina. Severozápadní část katastru tvořila odvodněná část jezera s odvodňovacími kanály, spojujícími Bílinu a rybníky. Řeka Bílina protékala obcí a širší nivou směrem k bývalému Mostu. Situování obce Souše v říční nivě Bíliny na okraji původního území Komořanského jezera v roce 1842-1943 ukazuje obrázek č. 2. Město Kopisty bylo velice staré sídlo, neboť archeologický průzkum zde našel doklady osídlení z pravěku. První písemné zprávy o Kopistech

jsou ze 12. století, kdy byly v majetku litoměřické kapituly. Kopisty ležely v ploché nivě kolem četných potoků a potůčků vlévajících se do řeky Bíliny.

V době existence Komořanského jezera (Josefínské mapování) byla vybudována v nivě Bílého potoka a jeho přítoků soustava rybníků v podobě pásů. Tato niva bývala v západní, jihozápadní a východní části katastru v různé míře přeměněna na ornou půdu, a to mnohdy tak, že je kolem potoka ponechán pouze úzký pás. Přes potoční nivu je zakreslena nová silnice spojující Litvínov, Růžodol, Kopisty a Most. Městečko Kopisty bylo zlikvidováno v roce 1979, a to včetně dochované pozdně středověké tvrze. Celý katastr, jakož i soustava rybníků byla přesypána výsypkou a jméno zaniklé obce nese dnes Kopistská výsypka.

Báňskou činností byly částečně narušeny obce Třebušice a Souš. Z důvodu nevhodného životního prostředí a realizací dopravní infrastruktury byly nakonec zrušeny obce Třebušice a Komořany [12].

2.3 Hlubinná těžba a poddolování území

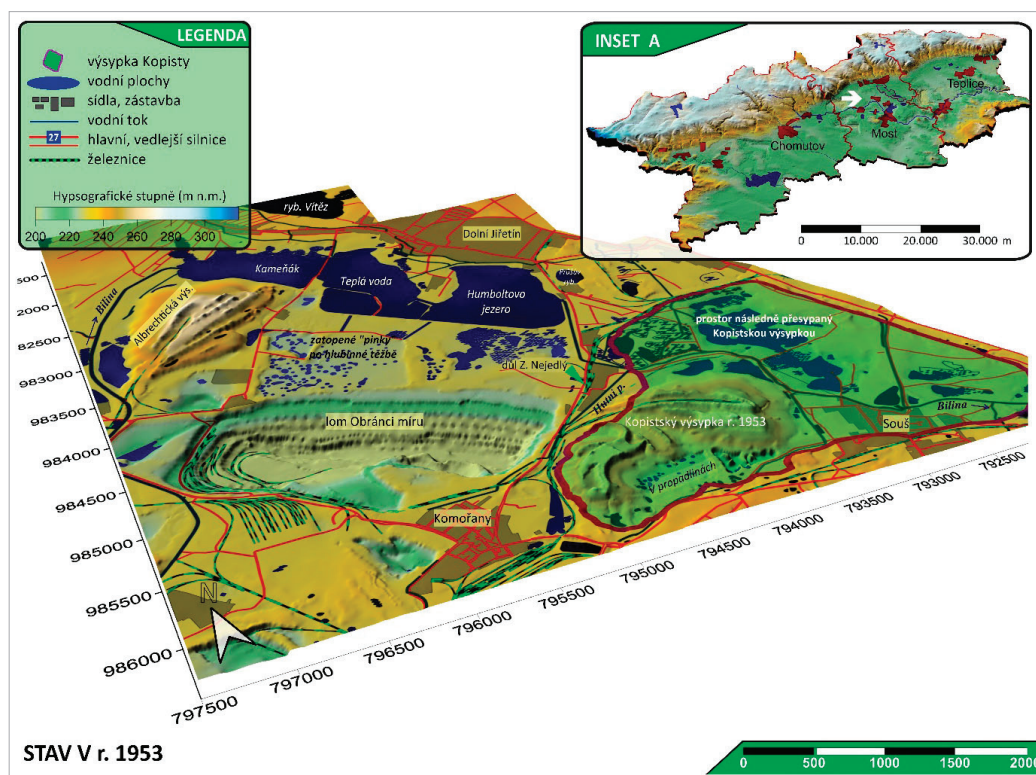
Hlavní část uhelné sloje o mocnosti 20-25 m byla pro vysokou výhřevnost uhlí převyšující $12,5 \text{ MJ.kg}^{-1}$ intenzivně těžena od konce předminulého století, a to převážně komorováním na zával na plnou mocnost až zhruba do roku 1918; později pruhovým komorováním ve 2 až 3 lávkách, protože výrubnost starých ručních, většinou zásekových komor byla nízká.

V celém prostoru DP Komořany, Souš I., II. a Kopisty, s výjimkou ochranných pilířů průmyslových objektů a dopravních staveb, byla intenzivně dobývána střední (hlavní) sloj

v 19. a 20. století, a také v době sypaní výsypky i po jejím dokončení. Dobývaná sloj, s celkovou mocností 24 až 32 m o plochem uložení s úklonem od jihovýchodu k severovýchodu, je porušena řadou dislokací o výšce 10-25 m. Dislokace shazují sloj zhruba severním směrem a vedou paralelně s hlavním podkrušnohorským zlomem. Převážně byla tato sloj dobývána komorováním se zásekem, komorováním na zával se zásekem a komorováním v pruzích na zával. Vzhledem k tomu, že výrubnost starých ručních, většinou zásekových komor byla nízká, tak se ještě důlní pole podfárávala podsednutím s vydobytím zbylých pilířů, a tím byla i zvýšena výrubnost. Přechod hlavní části sloje do části svrchní byl charakterizován proplásky šedých jílu. Mocnost bilanční části svrchní sloje činila 2 až 4 m a většinou nebyla dobývána, pouze část této sloje se vyrubala současně se závalem komor na plnou mocnost. V dolovém poli Z. Nejedlý a Vrbenský, pod tělesem výsypky, byla tato sloj dobývána separátně pilířováním na zával při porubní výšce 2-3 m.

V počátcích dobývání v předminulém století bylo prováděno dobývání komorováním na zával v lávkách se zátinkováním nebo na plnou mocnost komorováním se zásekem. Pro tento způsob dobývání byly zakládány komory obdélníkového tvaru 30x25 m, později 10x15 m. Komorování na plnou mocnost mělo nízkou výrubnost a z bilanční mocnosti sloje 21-23 m se vytěžilo cca 30 % substance. Záseková výška byla 8-10 m, při odtěžování a rozšiřování komory nebyly výjimkou výšky až 15 m, při nichž docházelo k porušování celého nadložního souvrství.

Od roku 1940 bylo započato s metodou lávkového komorování v pruzích na zával. U této metody dobývání bylo pole



Obr. 3: Digitální model terénu (DMT) širšího okolí Kopistské výsypky po konci zakládání výsypky. Ve výřezu A je znázorněna poloha výsypky v rámci okresů Chomutov, Most a Teplice.

rozděleno 150-300 m dlouhými základnami vzdálenými od sebe 60-70 m, ze kterých byly raženy tzv. porubní pruhy ověřované separátním větráním. Rubání bylo prováděno ve dvou až třech lávkách od shora dolů o přibližně stejné mocnosti lávek. Rozteč porubních prvků byla závislá na mocnosti rubané lávky a místních geologických podmínkách, činila 1,5-1,7 násobek této mocnosti; při dobývání na dvě lávky byly pruhy od sebe vzdáleny cca 15 m. Délku základny určoval plánovaný počet porubů současně provozovaných na základně. Poruby byly zakládány vždy nejméně 40 m od sebe v přímé vzdálenosti a nadloží bylo porušováno několikanásobně. Rubání v komorách o plošných rozměrech 10x10 m a výšce 5-10 m, někdy i více, se zahajovalo poddélávkou, po níž následovalo sestřelování jednotlivých vrstev až na tzv. ochranný strop. To byla vrstva uhlí o takové mocnosti, zpravidla 2 m podle místních geologických podmínek, která odolávala tlaku nadložních hornin a umožňovala vytěžit uhlí z komory. Nakonec se přistupovalo k zeslabování pilíře směrem ke stařinám, až byl vyvolán nadložní tlak, který přivedl komoru k závalu.

Důl Julius III (později Z. Nejedlý) byl průkopníkem metody tzv. podsednutí, jímž se dařilo získat značnou část uhlí vázanou poměrně mocnými mezipilíři zásekových komor. Při této metodě, kdy chodby byly založeny pod bázi střední lávky, se prostřelovaly z ražených chodeb stropní vrstvy o výšce až 6 m na počvu zásekových komor. Těžilo se uhlí ze stropu mezipilířů a část zásoby ze stropu zásekových komor překrytá jilem ze závalu nadloží. Značná část důlních polí (revírů) vyuhlováných metodou podsednutí byla umístěna pod dnešními objekty Unipetrolu RPA, než byla těžba počátkem okupace při výstavbě chemického komplexu zastavena. Podle pamětníků nebylo žádnou výjimkou získání až 15 t uhlí z 1 m² plochy podsednutí.

K hlavnímu rozvoji vícelávkového dobývání však v roce 1939 přispělo značné omezení dobývacího prostoru ochrannými pilíři Unipetrolu RPA, severozápadně od těžní jámy. Nedostatek volné substance nutil závodní správu dolů k podstatnému rozšíření podsednutí nejen zásekových komor, ale i dvou či třílávkového komorování v pruzích na zával.

Komorové závaly, které viditelně dosáhly povrchu před zahájením sypání Komořanské výsypky, před přeložením řeky Bíliny formou pinek a rozsáhlých poklesových kotlin, jsou zřejmé z obrázku č. 2. Z hlediska mocnosti nadloží a používaných dobývacích metod jde o propadliny, jejichž hloubka se rovnala téměř výšce zavalené komory. Vzhledem k plošně zvodněné podložce se všechny propadliny následně zaplnily mělkou podzemní i povrchově akumulovanou vodou. Jak už bylo řečeno v předcházejících kapitolách, odvodňování takového území přečerpávacími stanicemi a odvodňovacími příkopy by nebylo účinné a nechránilo by výsypkové zeminy před zvodněním a stabilitním porušováním.

I intenzivním poddolováním nastalo značné porušení původní pevnosti rostlých nadložních zemín, které se dostaly do nekonsolidovaného stavu. Zatížením komor výsypkou docházelo k předčasnému závalu, z toho se usuzuje, že volné dutiny (nezavalené komory) jsou pod výsypkou nepravděpodobné. V důlních mapách byl zával komory dokumentován zákresem propadliny. Na rozdíl od dolových polí Z. Nejedlý, Vrbenský a Centrum byla existence volných dutin zaznamenána v okolí bývalé Úpravny uhlí Herkules (ÚUH). Ohrožení

stavby při nízké mocnosti nadloží dodatečným závalem, ojedinělého nezavaleného starého porubu, není možné početně určit ani v konkrétním místě, ani v čase.

3 Zakládání výsypky Kopisty

Počátek historie výsypky je spojen s rokem 1946, kdy začala montáž dvouvozevého zakladače Z 2200/52 s 60 m dlouhým výložníkem. Jeho nasazení bylo součástí celkové rekonstrukce tehdejšího lomu Obránců míru na velkolomovou technologii. Na dobývací straně byla již v předstihu zprovozněna kolesová rýpadla K 20, K 21/L a 650 fa Lauchhammer v roce 1942, korečková rýpadla Do 800/R1 v roce 1943 a D 800/R2 v roce 1952, kolesová rýpadla K 26 a K 28/K 1000 v letech 1954 a 1956.

Zakladač Z 2200/52 byl zprovozněn v roce 1948 a s postupující rekonstrukcí VOM byl na výsypce zprovozněn další zakladač Z 1200/54 v roce 1953. Výložník tohoto jednovozevého zakladače měl délku pouze 42,5 m, tj. oproti dvouvozevému o 17,5 m kratší. Tuto, v té době používanou technologii zakládání jednovozevým zakladačem, nebylo možno použít při zpětném převyšovaném zakládání nad úrovní pracovní pláně z důvodu krátkého výložníku. Zakládanou zeminu nebylo možno návazně dosypávat na předcházející prst, čímž vznikala hluchá nedosypaná místa.

Koncem 50. let bylo zjevné, že původní zamýšlený rozsah zasypání předurčeného prostoru neumožní založit potřebný objem nakypřených zemín. Dílčí řešení tohoto deficitu bylo spatřováno v převýšení výsypky o další etáž. Toto řešení však nepřipadalo v úvahu z důvodu neúnosné podložky a tím omezené výšky obou výsypkových etáží 40,0 m při stupni bezpečnosti $F_s=1,2$. Výsledkem hledání chybějícího výsypného prostoru bylo rozhodnutí rozšířit výsypný prostor do oblasti Kopist a Prokopského pole. Z baňského hlediska bylo pak v tomto rozšířeném prostoru sypání již standardní. Zakladačem Z 1200/54 byl obsypáván rozšířený prostor severně a východně, až k přeložené řece Bílině, a zakladačem ZD 2200/52 východně až jižně, až po provozní budovy dolu Vrbenský.

Byla provedena rozsáhlá přeložka řeky Bíliny. Zrušena byla silnice do obce Souš od křižovatky silnic Most-Litvínov a Kopisty-Souš. Částečně byla narušena obec Souš a likvidována obec Kopisty a mostecké koupaliště. Vše bylo podřízeno nutnosti udržet provoz vnější výsypky a striktně požadovanou těžbu uhlí na VOM. Provoz na Komořansko-kopistské výsypce byl ukončen v roce 1963. Zakladač Z 2200/52 byl zlikvidován, zakladač Z 1200/54 přetransportován na vnitřní výsypku OM [9]. Na výsypce bylo založeno 138 mil. m³ skryvkových zemín a minoritně další hmoty (tab. 2). Její rozloha činí 453 ha s maximální výškou 40-45 m [7].

3.1 Zakládání výsypky zakladačem ZD 2200/52

První etáž výsypkových prstů se východně od otvirkového zářezu VOM zakládala v letech 1948-1952 až do úrovně 260 m n. m. Jednotlivé výsypkové prsty byly sypané hloubkově 20 až 25 m, převýšené při zpětném zásypu nad úroveň pracovní pláně 13 až 15 m. Skryvkové zeminy, v té době těžené ve čtyřech řezech VOM kolesovými rýpadly K 20, K 21, 26 a 28 a korečkovými rýpadly Do 800/R1 a D 800/R2, se dopravovaly kolejovou dopravou normálního rozchodu, třídiřnými

lokomotivami 17E o hmotnosti 150 t a výklopnými vozy LH 40 m³. Jílovité zeminy se zakládaly na neúnosnou zvodněnou podložku. Terén byl porušený vlivem přecházející hlubinné těžby četnými propadlinami a poklesovými kotlinami. Šlo o opakované poklesy vlivem postupného dobývání komorováním se zásekem, komorováním na zával se zásekem, komorováním na zával ve dvou až třech lávkách a velmi rozšířenou metodu dobývání podsednutím. Hloubka jednotlivých propadlin se odhaduje na 2 až 8 m, výjimečně až 15 m. Ve spojených poklesových kotlinách dosahovala hloubka 10 až 15 m. V propadlinách vlivem plošného zvodnění kvartérního souvrství se zpravidla akumulovala mělká podzemní voda.

První výsypková etáž Komořanské výsypky v prostoru omezeném řekou Bílinou byla dosypána v roce 1953. V dalším zakládání výsypky pokračoval zakladač ZD 2200/52 až po přeložení toku Bíliny v uvolněném kopistském prostoru. Nedosypáný prostor Komořanské výsypky mezi 3. a 4. výsypkovým prstem patrně souvisel s rozsahem hlubinného dobývání dolu Vrbenský.

3.2 Zakládání rozšířené výsypky zakladačem Z 1200/54

Do prostoru Kopistské výsypky byl nasazen druhý zakladač Z 1200/54. Obdobně jako komořanský prostor, tak i tento kopistský byl v té době ještě podrubáván komorováním na zával ve dvou až třech lávkách a rozšířenou metodou podsednutí, kterou se odrubávaly zbytkové pilíře po minulých způsobech dobývání dolem Z. Nejedlý. S ohledem na ztížené podmínky sypaní, zejména první etáže, ve zvodněném prostředí a značně porušeném terénu poklesovými kotlinami, byla výška sypaní tohoto zakladače snížena u hloubkového sypaní na 15 až 20 m a výškového na 13 m. Vyžadovala to ochrana přeloženého toku Bíliny po severním a východním obvodu výsypného prostoru a hustá komunikační síť po celém obvodu výsypky.

Výsypková tělesa zakládána jednovozovým zakladačem Z 1200/54 tvořila jakousi předvýsypku pro II. etáž zakládanou pak ZD 2200/52. První etáž byla tedy zakládána s nižší výškou do úrovně 250 až 260 m n. m. Druhá etáž, rovněž se sníženou sypnou výškou hloubkově 15 m a výškově 13 m, byla zakládána do úrovně 270 až 280 m n. m. Přes výškové omezení mělo zakládání výsypky charakter překračování mezních sypných výšek, projevujících se porušováním stability svahů a vytlačováním neúnosného podzakládání. Intergranulární třecí úhel 3° až 5° neumožňoval v některých místech dosypání na projektovaný stav, a to jak z titulu ohrožení samotného zakladače, tak i žádoucí ochrany stavebních i dopravních objektů v přímém sousedství výsypky. I přes operativní řízení zakládání zemin v bezprostřední blízkosti přeloženého koryta řeky Bíliny, silnice Most-Litvínov, došlo při zakládání II. etáže v několika

případech k ohrožení větrné jámy dolu Z. Nejedlý, přeložené řeky Bíliny, trati SHD a Hutního potoka.

První výsypková etáž po přeložení toku Bíliny v letech 1953 až 1958 se sypala zakladači ZD 2200/52 a Z 1200/54. Následně druhá výsypková etáž se sypala v rozmezí let 1959 až 1963 zakladačem Z 1200/54. Kolejová doprava zemin se obstarávala třídičnými lokomotivami typu 17E a výklopnými vozy LH 40 m³ jak na I., tak na II. etáži. Doprava zemin na II. etáž, z titulu vyššího stoupání, byla prováděna sunutými soupravami o 7 vozech nebo 10 vozech s postrkovou lokomotivou.

Zakladačem ZD 2200/52 bylo od roku 1949 do 1/1962 založeno celkem 83 820 686 m³s.z. V tabulce č. 2 jsou uvedeny nejenom kubatury zakládaných výsypkových zemin, ale i množství využívaných podsypových hmot pro stavbu kolejí - škváry z místních elektráren. Celkové množství hmot činilo 1,63 % (škváry, hlušiny z úpraven, popílku a výkliz z uhelných řezů) (tab. 2).

Zakladačem Z 1200/54 se založilo 33 173 752 m³s.z. za období 8/1953 až 9/1963, včetně škváry, hlušiny, popílku a výklizu v celkovém množství 2,70 %. Zeminy zakládané do separátních výsypek, zpravidla do zbytkových jam (zakladačem Z 500, před rokem 1952 v množství 25 722 600 m³), jsou uvedené v souhrnné v tabulce č. 2. Pravděpodobně však nejde o vyčerpávající údaj, neboť skrývky lomů prováděly specializované firmy, jejichž evidence se nedochovala.

Ve východní části výsypného prostoru byly sypány zeminy z otvírky lomu Ležáky-Most lopatovými rýpadly E 2,5. Doprava těžných skrývkových zemin byla kolejová, elektrifikovaná, o rozchodu 900 mm. Používaly se lokomotivy typu E 14 a LH vozy 25 m³. Tato výsypka byla rekultivována ve dvou etapách v 80. letech a ukončena v roce 1996. Terénní úprava byla realizována tak, že celá plocha má jednotný sklon 1:10.

3.3 Zakládané zeminy

Nadložní souvrství v pelitickém vývoji je reprezentováno hnědošedými až tmavošedými tuhými až pevnými jílovci v ponechaných pilířích. Částečně jsou porušeny intenzivním dobýváním komorováním na zával. Pod vlivem atmosférických (střídání teplot tlaku a intenzity srážek) se rozpadají nejprve do větších úlomků, později střípkovitě až drobkovitě. Při několikanásobném kontaktu s vodou slabě bobtnají, stávají se plastickými a jsou náchylné k rozbředění.

Svrchní pelitický komplex do hloubky cca 40 m je považován pro vysokou plasticitu a geotechnické zařazení do třídy 7-8/CH za regulační zónu. Při provádění fyzikálně-mechanických zkoušek ve VÚHU vykazovaly zeminy převážně snížené hodnoty ϕ° a c [kPa]. Byly klasifikovány jako horniny nízkého

Tab. 2: Zakládání nadložních jílovcových zemin.

Pluhové, rypadlové a zakladačová výsypka Z 500 před r. 1952	21 000 000 m ³ s. z.
Dvouvozový zakladač ZD 2200/52, roky 1948-1962	83 820 686 m ³ s. z.
Jednovozový zakladač Z 1200/54, roky 1953-1963	33 173 752 m ³ s. z.
Celkový objem nasypných zemin z VOM, roky 1921-1963	137 994 438 m ³ s. z.

Makroskopické označení	Objemová hmotnost [g.cm ⁻³]	Vlhkost sušiny (%)	Měrná hmotnost skeletu [kN.m ⁻³]	Pórovitost (%)	Soudržnost hrudkovité zeminy [kPa]	Úhel vnitřního tření [φ°]
jíl šedohnědý místně písčité s valouny ruly, rezavě zbarvený	1,75 – 1,85	29 - 33	2,6 – 2,7	44 - 50	20 - 40	12 - 14
jíl tmavě šedohnědý, slabě slídnatý	1,85 – 1,95	25 - 29	2,6 – 2,7	40 - 44	40 - 70	14 - 17
jílový, hnědošedý, světle kropenatý, kusovité struktury	1,95 – 2,06	21 - 25	2,6 – 2,7	37 - 40	70 - 110	17 - 20

zpevnění, tedy jako jíly, které již byly v rostlém stavu v dosahu oxidačního působení atmosférických srážek a vzdušného kyslíku během periglaciálního klimatu porušené. Odpovídaly tomu zeminy těžené na I. a II. skrývkovém řezu VOM a odtěžované Albrechtické výsypky v dosahu tohoto lomu.

Zvýšený stupeň zpevnění vykazovaly jílovce těžené III. a IV. skrývkovým řezem, kde hodnota pevnosti v prostém tlaku 2-4 MPa dosahovala původní výše geostatického tlaku před denudací. Na těchto řezech se již minoritně vyskytovaly zpevněné a pevné polohy, jejichž mocnost nepřesáhla 20 cm. Petrograficky je lze klasifikovat jako illiticko-kaolinitické, kde celkový obsah jílových minerálů kolísá v rozpětí 60-80 %. Další jílový minerál montmorillonit se objevuje jen zcela výjimečně v nejsvrchnějších partiích souvrství. Obsah klastických složek křemene kolísá v rozmezí 10-30 %. Nejčastějším vyskytujícím se karbonátem je jednoznačně siderit (kolem 10 %), podstatně méně se vyskytuje ankerit, dolomit a kalcit. Akcesorie tvoří živce a uhelná hmota.

Při postupu VOM do větších hloubek byl výskyt karbonátických proplátek čtenější. Míra zastoupení zpevněných a pevných poloh činila 15-20 % a jejich pevnost dosahovala v prostém tlaku 4-8 MPa. V těchto úložních podmínkách, s tak vysokými rypnými odpory >120 kN.m⁻¹, se rozpojení zpevněných a pevných poloh neobešlo bez použití trhačích prací. Tyto zeminy, jejichž výskyt se váže na prohlubování VOM, se již zakládaly na vnitřní výsypku [9].

3.4 Geotechnické problémy v průběhu zakládání a jejich řešení

V zájmovém území se vyskytuje prakticky jediný zvodněný obzor v různém stupni zahlinění - kvartérní šterkopísky. Zvodnění uhelné slaje, resp. stařin, je zcela separátní problém, který se na únosnosti a stabilitě zemního tělesa výsypky nepodílí. Původní nepoddolovaný terén před báňskou činností se nacházel v úrovni 230 až 231 m n. m. V důsledku poddolování však z větší části poklesl a radikálně se tím změnil hydrogeologické poměry. Území, které bylo původně odvodňováno prostřednictvím řeky Bíliny a Hutního potoka, nebylo možné gravitačně odvodnit pro nulové spády, případně protispády. Svědčí o tom i spády přeložených úseků řeky Bíliny a Hutního potoka. Čtvrtý úsek přeložené řeky Bíliny v délce 2 488 m vykazuje dosud nepatrný spád 0,08 m při kapacitě

13 m³.s⁻¹. Tento úsek toku vede kolem Krušnohorských strojírén, dále podél severního okraje bývalé obce Komořany a podél paty Komořansko-kopistské výsypky. Úsek přeložky řeky Bíliny, vedoucí koridorem mezi vnější Komořansko-kopistskou a vnitřní výsypkou VOM v délce 2 488 m, má nejméně příznivé spádové poměry. Koryto řeky bylo nutno v některých místech pro probíhající poklesy terénu převádět po náspu tak, že hladina vody je i za normálního průtoku nad úrovní původního terénu. Celkový výškový rozdíl dna přeložky ve zmíněném úseku je nepatrný, pouhých 0,35 m, tzn. spád 0,14 ‰. Levostrannými přítoky Bíliny jsou bystřinné přítoky se značným spádem, které jsou zařízeny v krušnohorských údolích. Jsou to od západu přeložené potoky Kundratický, Vesnický, Šramnický, Albrechtický a upravené potoky Jiřetinský a Loupnický. Naprosto odlišné jsou její pravostranné přítoky, které jsou málo vodnaté s malým spádem, Hutní potok a Srpina [1].

Uvedené změny spádových poměrů pro odtok povrchových i mělkých podzemních vod způsobily na mnohých místech podmačení terénu a vznik rozsáhlých vodních nádrží, jak je zřejmé z obrázku č. 2 a 3. Podle potřeby bylo nezbytné realizovat různá odvodňovací opatření a čerpat povrchovou a mělkou podzemní vodu z ohrožených míst. Odvodňovací opatření byla prováděna bez širší koncepce a ne vždy s ohledem na častý výskyt recirkulací. Na ochranu vůči zatápění průmyslových objektů provozovaly Krušnohorské strojírny řadu čerpacích stanic. Obdobně bylo zapotřebí provozovat čerpací stanici na snižování úrovně hladiny zvodně v prostoru cihelny Fortuny. Zatápění části obce Komořany bylo řešeno hlubokou drenáží. Odvodňovány byly zastavěné plochy dolu Z. Nejedlý.

Za uvedených geomechanických podmínek a technologického způsobu sypání výsypky na neodvodněnou, nedrénovanou podložku, došlo k výraznému zhoršování fyzikálně-mechanických vlastností v její bazální části, které se tak staly limitní pro tvarování konečných sklonů svahů. Zakládání vysokých výsypkových prstů na neúnosnou a souvisle zvodněnou podložku bylo zpravidla doprovázeno vytlačováním pevnostně oslabené bazální vrstvy jílovité zeminy. Stabilita tvarovaného svahu se porušovala podél skluzných ploch procházejících bazální kvartérní vrstvou a sypaným tělesem.

Zjištěné průměrné hodnoty totální smykové pevnosti a objemové tíhy v tělese výsypky průzkumnými vrty:

č. 1: $\phi = 12^\circ$, $c = 20 \text{ kPa}$, $\gamma = 18,9 \text{ kNm}^{-3}$

č. 2: $\varphi = 11^\circ$, $c = 30 \text{ kPa}$, $\gamma = 18,9 \text{ kNm}^{-3}$

č. 2N: $\varphi = 13^\circ$, $c = 20 \text{ kPa}$, $\gamma = 18,4 \text{ kNm}^{-3}$

č. 5: $\varphi = 12^\circ$, $c = 30 \text{ kPa}$, $\gamma = 19,2 \text{ kNm}^{-3}$

č. 6: $\varphi = 15^\circ$, $c = 45 \text{ kPa}$, $\gamma = 19,2 \text{ kNm}^{-3}$

V plastické bazální zóně, tvořící smykovou plochu, poklesly pevnostní hodnoty na reziduální:

- úhel vnitřního tření: $\varphi = 3^\circ$ až 5°
- zbytková soudržnost: $c = 15$ až 25 kPa

Přímo zaměřené vytvarované svahy výšky $v = 10$ až 40 m , za mezního rovnovážného stavu a za uvedených krajně nevhodných geomechanických podmínek, jsou vyjádřeny metodou regresní analýzy svahů touto rovnicí:

$$d = 0,170130 \cdot v^{2,091776}$$

kde d = vodorovný průmět svahu při dosaženém regresním součiniteli $I_{xy} = 0,925$

Pro výšku výsypky 20 m tomu odpovídá sklon svahu 1:4,48, pro 40 m sklon svahu: 1:14,86.

Vzhledem k tomu, že dnes rekultivovaná výsypka může být oblastí dalších zájmů stavebního charakteru, které by vyvolaly různé zemní úpravy, a které za stávajících podmínek by mohly vést ke snížení stupně bezpečnosti svahu výsypky, bylo již v době výstavby potrubního koridoru navrženo ochranné pásmo zahrnující oblast Komořansko-kopistské výsypky, především v její severozápadní patní části. V této oblasti by mohl vést nevhodný zásah do patní části výsypky k lokálnímu porušení dnes již stabilizované výsypky [6].

3.4.1 Sanace jihozápadního svahu

V souvislosti s rekonstrukcí železniční stanice ČSD Třebušice byl koncem roku 1970 pokusně sanován jihozápadní svah se stupněm bezpečnosti $F_s \leq 1,1$ až $1,2$ bezprostředně nad drenážním tělesem (seřaďovací nádraží Třebušice). V patní části výsypkového tělesa se realizovalo 28 horizontálních odvodňovacích vrtů ze šesti uzlových stanovišť. Všechny odvodňovací vrty byly vystrojeny perforovanými pažnicemi o průměru 89 mm a v maximální délce 150 m . Po ukončení této sanace byla naměřena maximální vydatnost vrtů $1-2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, která se postupně snižovala. Některé odvodňovací vrty hned zpočátku vykazovaly nepatrnou nebo žádnou vydatnost. Na svislých pozorovacích vrtech nad odvodňovacími vodorovnými vrty byla naměřena hladina vody $1,0$ až $5,5 \text{ m}$, měřeno od povrchu svahu.

3.4.2 Stabilizace pravého břehu řeky Bíliny

Podél severovýchodního pravého břehu přeložené řeky Bíliny a v patní části výsypky byla provedena opěrná stěna v rámci zkapacitnění řeky Bíliny na převedení stoleté vody snížené retenčním účinkem nádrže Újezd (Kyjice). Přeložkou řeky Bíliny a její rekonstrukcí v úseku mezi jezerem Jiřetín a Mosteckým koridorem se řešilo zároveň zvýšení stupně bezpečnosti svahu Kopistské výsypky. V souhrnném přehledu staveb náhradních opatření za zrušení VD Dřínov jsou uvedeny všechny další úpravy a přeložky řeky Bíliny, které vyžadovalo uvolnění prostorů pro postupy velkolomů ČSA, DJŠ a OM [2].

3.4.3 Stabilizace severozápadních svahů

Ke zvýšení stupně bezpečnosti konečné pozice severozápadních svahů přispělo umístění velkokapacitní skládky pro zakládání výklizových hmot. Tato skládka se zakládala na klesající terén vlivem hlubinného komorování a podsednutí dolem Z. Nejedlý. Metoda uplatňovaná v blocích a plochách odrubaných ve středních lávkách komorováním na plnou mocnost a podsednutím měla nejvyšší výrubnost a způsobovala nejvyšší poklesy terénu. S poklesem terénu souvisel i vznik vodních akumulací nad pokleslou úrovní kvartérních štěrkopísků, které jsou reliktem původní rozsáhlé nivy řeky Bíliny a Hutního potoka.

3.4.4 Potrubní koridor CHEZA

Důsledné sledování možností stavby potrubního koridoru po povrchu výsypky (již v předprojektované fázi) znamenalo navrhnout bezpečnou trasu horkovodu Komořany-Litvínov a produktovodů CHEZA Záluží s ohledem na vlivy hlubinné a lomové činnosti. Návrh byl vypracován ve dvou etapách - VÚHU Most v roce 1971:

- etapa – vlivy minulé, současné a projektované hlubinné činnosti
- etapa – sedání, konsolidace a stabilita Komořansko-kopistské výsypky

Ze třech navrhovaných tras byla vybrána relativně nejbezpečnější trasa. V místech pokračujícího rubání dolu Z. Nejedlý však nebylo v technických možnostech tuto reálnou trasu odklonit úplně mimo rubané pole (obrázek č. 6).

3.5 Koridor produktovodů CHEZA

Etylenovod Záluží-Neratovice spolu s řadou dalších dálkovodů z CHEZA Litvínov, směřujících do středu Čech, byl položen z nedostatku jiných tras na Kopistsko-komořanskou výsypku. Tento záměr se uskutečnil jako součást „potrubního koridoru“ horkovodu Komořany-Litvínov a produktovodů CHEZA Litvínov, s ohledem na vlivy hlubinné a lomové činnosti, tj. očekávané poklesy povrchu výsypky poddolováním a ještě neukončené konsolidace výsypkového tělesa. Proto byla veškerá potrubí (kromě horkovodu) na výsypce uložená na povrchu na nízkých betonových patkách opatřena rektifikovatelnými sedly.

Potrubí dálkovodů s ohledem na zajištění bezpečnosti je ocelové, bezešvé, spojené spolehlivě svařováním na tupo; všechny sváry byly kontrolovány prozářením. Všechny dálkovody byly podrobeny zkouškám těsnosti a tlaku ve smyslu příslušných předpisů a norem. Tloušťka stěny potrubí byla volena zesílená oproti teoreticky vypočtené. Výškový průběh potrubí etylenovodu byl pravidelně přizpůsobován poklesům výsypky způsobeným uvedenými vlivy, a to vypokládáním v rektifikovatelných sedlech, eventuálně zvyšováním betonových patek pod sedly betonovými panely. Mimo to byla prováděna nezávislá měření Geodezií n.p. Liberec - nivelačním měřením na horních hranách betonových patek, a to v období únor 1976 až listopad 1979.

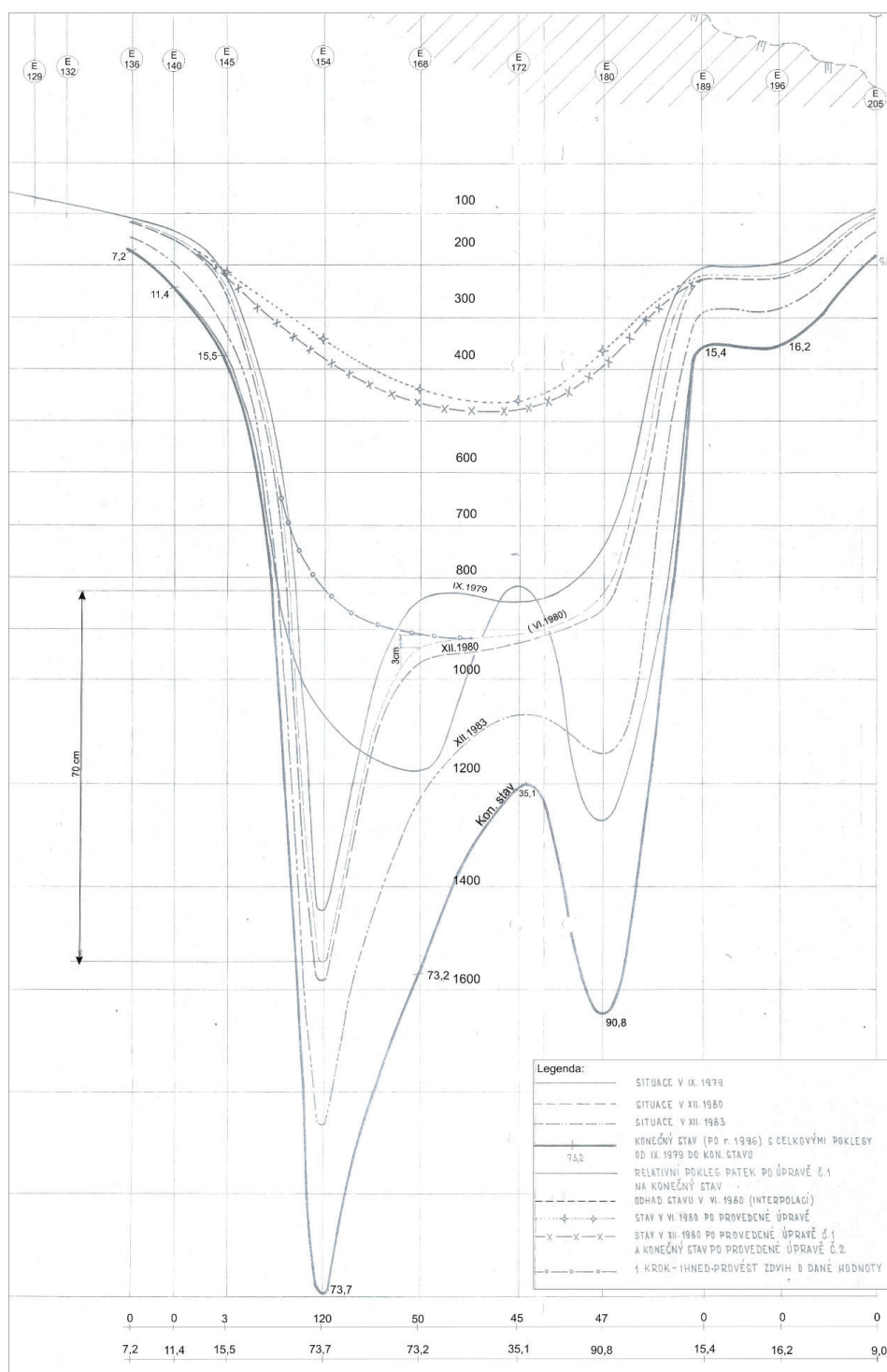
3.5.1 Vliv sedání povrchu výsypky na nadzemní potrubí produktovodů

Deformace povrchu výsypky se sledovaly na měřických bodech umístěných přímo na patkách s uloženým potrubím. Za účelem využití možnosti vyrovnání poklesů prozvednutím potrubí v rektifikovatelných sedlech, eventuálně zvyšováním betonových patek pod sedly betonovými panely, se kontrolovaly:

- 1. vertikální poklesy D [mm]
- 2. horizontální posuny N [$\pm$ mm.m⁻¹]
- 3. poloměr zakřivení mezi patkami R [km]

Nadzemní ocelové potrubí etylenovodu a další potrubí spojená spolehlivým svařením, uložená na základových patkách do zmiňovaného tvaru s vyložení min. 2 m na každých 50 m délky střídavě na obě strany od osy dálkovodu, mají konstrukci velice poddajnou, u níž:

- nad ostatními rozměry převažuje vysokou měrnou délkou 3,5 km;
- ve směru převažujícího rozměru v podélné ose jsou dány předpoklady vysoké pružnosti;
- tahy nebo tlaky se z povrchu terénu na konstrukci přenášejí jen prostřednictvím pevných bodů, tj. betonových



Obr. 4: Poklesové křivky a postupná rektifikace potrubí ethylenovodu [9].

základů, k nimž je potrubí pevně připojeno a mezi nimiž má potrubí možnost délkové kompenzace;

- zvolená zmiřovitá konstrukce s dostatečným vyložení střídavě na obě strany od osy dálkovodu dává potrubí dostatečnou volnost pohybu, usnadněnou uložením na kluzných podporách s kulovými ložisky, a tím i dostatečnou rezervu pro kompenzaci délkových změn, viz letecký snímek.

V celé délce potrubního koridoru probíhaly v 70. letech nerovnoměrné poklesy D od 18,9 až po 163,1 cm. Výškový průběh, označovaný jako přídatný, byl upravován rektifikací v úseku E 180 až E 196 a to tak, aby mezi jednotlivými podporami, vzdálenými od sebe 8,5 m, se rozdíl výšek nikde nepřiblížil hodnotě 15 cm, která byla považována za kritickou a při níž dosahovalo zakřivení nejmenší dovolené hodnoty $R_{\text{dov}} = 205$ m. Betonové základy potrubí se zvyšovaly pomocí panelů tak, aby se na podpěrách dosáhlo co největší rezervy k dílčím rektifikacím v dalších obdobích. Výšková rektifikace potrubí se prováděla v úseku přídatného poklesu E 180 až E 196 (obrázek č. 4) tak, aby křivost kruhového oblouku na potrubí se nemohla ani výhledově přiblížit poloměru $R_{\text{dov}} = 205$ m. Jakmile na některé podpoře počet podložek v rektifikovatelných sedlech převýšil dané rozpětí, provádělo se zvýšení betonového základu o další, 15 cm vysoký panel [5].

4 Stávající terén výsypky

V různých hloubkách výsypky probíhají různá stadia deformačních změn. S hloubkou dochází ke zvyšování pórového tlaku, nebo naopak se v jednotlivých hloubkách může vyskytovat i pórový tlak záporný (hladina sání). Vzhledem k času, ve kterém se prováděla výstavba potrubního koridoru na Kopistské výsypce, již byla primární konsolidace z větší části ukončena a docházelo již k sekundární konsolidaci, tzv. zbytkové deformaci.

Sedání výsypky je sumarizovaným projevem deformačních procesů probíhajících v rámci konsolidace. Začínají v okamžiku sypaní první etáže na podložku, která se stlačuje vlivem vlastní tíhy sypaniny, po několika letech i postupným přitěžováním od tíhy další druhé etáže, ale také v důsledku nekonsolidovaného závalu nadloží sr a stlačitelného podzákladí sp. V případě porušení stability svahu však dochází k rekon-solidaci a tudíž k novým posunům a poklesům výsypky. V případě Kopistské výsypky v důsledku zvodnění podložky docházelo k nárůstu vlhkosti její bazální vrstvy, a tím i ke snižování smykové pevnosti, zpravidla o 5 až 7 %. Souběžně docházelo ke zvýšení vlhkosti sypaniny prosakováním srážkových vod kusovitou strukturou nasypaných zemin. Původní koeficienty filtrace (krátce po založení) se postupně s hloubkou a rostoucím zatížením výsypky snižovaly:

- při povrchu ($9 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$)
- v hloubce 10 až 40 m ($2 \cdot 10^{-5} - 6 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$)
- ve větších hloubkách ($1 \cdot 10^{-6} - 9 \cdot 10^{-11} \text{ m.s}^{-1}$)

Hodnota koeficientu $1 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ je všeobecně považována za mez technické (gravitační) odvodnitelnosti výsypky. Při větších normálových tlacích 1,0-1,5 MPa se hodnota koeficientu filtrace snižuje (vlivem zatížení) a výsypka se stává nepropustnou. V případě Komořansko-kopistské výsypky však došlo k porušení stability severozápadních svahů a tudíž k rekon-

solidaci, která se projevila v trase produktovodů zvýšenými horizontálními posuny a vertikálními poklesy na povrchu.

5.1 Jezero Vrbenský

Krajina Mostecka byla před zahájením průmyslové těžby hnědého uhlí charakterizována existencí rozlehlého Komořanského jezera, rozsáhlých bažin, rašeliníšť a mokřadů. Existence a vznik rozsáhlých vodních ploch jsou dokladovány i v názvech řady bývalých rybářských osad, které se zde nacházely. Po odvodnění a vysušení Komořanského jezera v letech 1831 až 1835 zde zůstala bažinatá vodní plocha, neboť reliéf terénu neumožňoval úplnou likvidaci centrální vodní plochy.

Největší vodní plochou na současném povrchu Kopistské výsypky je jezero Vrbenský. Jezero Vrbenský vzniklo v důsledku báňské činnosti. Na terénu poddolovaném dolem Vrbenský došlo v tomto místě ke značným poklesům a muselo být přizpůsobeno i zakládání výsypky. V podstatě jde o mělkou nádrž s relativně ustálenou vodní hladinou v úrovni 230 m n. m. Nachází se severozápadně od obce Souš (dnes součást města Mostu). Vznikla postupně zaplavením pokleslého území dolem Vrbenský v povodí řeky Bíliny. Pravděpodobně jde o průtočné jezero s dlouhou dobou zdržení (desetiletí), podobně jako sousední jezero Matylda po druhé straně železničního koridoru ČSD 130 a silničního koridoru I/13 [8].

Tvar tohoto jezera je trojúhelníkový (obrázek č. 1 a 5) s rozlohou cca 8 ha. Břehy jsou zalesněny. K východnímu břehu přiléhá rozsáhlá travnatá plocha. Charakteristický pro nádrž je pomalý přísun živin, způsobený zanášením sedimentů z okolních svahových částí výsypky.

Jezero Vrbenský společně s jezerem Matylda naplňují hlavní dlouhodobý strategický cíl obnovy krajiny. Obnovu ekologických funkcí přirozeně zatápěných oblastí je vhodné považovat za základní podmínku dalších rekultivací v krajině. Vždyť dlouhodobé zkušenosti ukazují, že plnou funkční způsobilost mají nově založená vodní společenstva a mokřady po 10 letech, luční společenstva po 20 letech a lesní společenstva dosahují funkční způsobilost v závislosti na druhové skladbě až po 60-100 letech [10].

Od 1. dubna 2003 se jezero využívá jako rybářská lokalita s nadstandardními podmínkami rybolovu. Do jezera bylo vysazeno mnoho druhů ryb: kapr, sumec, štika, tolstolobik, amur, síh, lín, mník, candát, úhoř, pstruh, jeseter. Velmi čelnité podvodní dno poskytuje útočiště velice širokému spektru ryb. Jezero proto neslouží k vodním sportům, ani k letnímu koupání. Na březích jezera bylo vybudováno šest lovných míst s vysutými moly.

- Lovné místo č. 1 se nachází na západní straně jezera. Severní zátokou pod výsypkovým svahem se přivádí dešťová voda. Na svahu byla vybudována solární elektrárna. Kolem vodních ostrovů je vytyčeno ochranné pásmo šířky 20 m z důvodu hnízdění vodního ptactva. Na tomto místě je hloubka jezera v rozmezí 1 až 7 m.
- Lovné místo č. 2 je vybudováno na severozápadní straně s vysokým molem. Ve vzdálenosti zhruba 120 m před molem se nachází ostrov s rozsáhlými mělčinami. Hloubka jezera činí 1 až 6 m s pomalu svažujícím se dnem od břehu.

Tab. 3: Dosahovaná průměrná měsíční výroba elektrické energie (%).

leden	únor	březen	duben	květen	červen
2,5 %	4,9%	7,8 %	9,0 %	12,8 %	14,3 %
červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
14,9 %	12,7 %	9,9 %	6,4 %	3,1 %	1,7 %

- Lovné místo č. 3 se vyskytuje na severní straně jezera hlubokého 1,5 až 6 m. Dvacet metrů od břehu se nachází chráněné ornitologické pásmo v době hnízdění vodního ptactva (duben – červenec).
- Lovné místo č. 4 na severovýchodní straně má hloubku 1,5 až 5,5 m. Pobřežní pás je prorostlý 60 m hustým pásem rákosin.
- Lovné místo č. 5 na východní straně pobřeží má hloubku až 7,5 m.
- Lovné místo č. 6 disponuje na jižní straně jezera hloubkou 1 až 8 m, zde se vyskytují nejhlubší propadliny.

5.2 Fotovoltaická elektrárna na jižních svazích výsypky

V roce 2008 byl instalován na jižních svazích výsypky velkoplošný fotovoltaický systém solárních panelů s výkonem 2,112 MWp. Solární elektrárna je umístěna na pozemku parcelního čísla 1645/4 Souš, plošné výměry cca 4 ha, v bezprostřední návaznosti jezera Vrbenský. Technologie solárních panelů je prostřednictvím železné konstrukce zakotvena do povrchové urovnané vrstvy výsypky.

Maximální výkon fotovoltaického systému závisí na rozložení globálního slunečního záření během dne, což vyplývá z orientace a sklonu činné plochy podle dopadu systému paprsků ve směru blízkém k normále fotovoltaických panelů. Nejvyšší účinnosti dosahuje systém v oblasti intenzity záření od cca 200-600 W.m⁻². Při vyšších intenzitách slunečního záření dochází ke snížení účinnosti, což je zapříčiněno zvyšující se teplotou povrchového systému, která v maximu dosahuje až 73 °C. Pro generátory využívající sluneční energii je zaznamenána vysoká nestálost výkonu. To je doloženo rozložením slunečního svitu v jednotlivých měsících výroby elektrické energie v % využití (tab. 3).

Výše produkce je jednoznačně závislá na intenzitě slunečního záření v místě vybudované fotovoltaické elektrárny, tj. ovlivněna výskytem mlh a znečištěného ovzduší (blízkostí průmyslu). Zejména v zimním období se na výkonu produkce projevuje výskyt mlh a zhoršené rozptylové podmínky. Pozitivním vlivem je minimální počet dnů v roce s výskytem sněhové pokrývky. Provozní spolehlivost vlastního systému z hlediska poruchovosti je z dlouhodobého pohledu vysoká. V průběhu činnosti nedošlo k poruchám, které by znatelně ovlivnily výši produkce.

Sluneční obnovitelný zdroj energie je závislý na klimatických podmínkách podobně jako v případě vodních a větrných elektráren.

6 Rekultivační činnost

Jako doklad ekologicky vyrovnané, zdravotně nezávadné, esteticky a rekreačně hodnotné, obyvatelné krajiny, lze uvést zre-

kultivovanou vnější výsypku bývalého velkolomu Obránců míru, Komořansko-kopistskou výsypku. Z uvedených hledisek je tato převýšená výsypka cenným stanovištěm flóry a fauny. V rámci územního systému ekologické stability je vedena jako regionální biocentrum, které v centrální části průmyslově využívané pánve tvoří přírodní základ území. Celý prostor této výsypky byl zalesněn, kromě východního pásu Prokopského pole (vnější výsypky lomu Most-Ležáky) [4]. Výsypka byla rekultivována v době 60. až 70. let minulého století v několika etapách, kdy nebyl pro rekultivační aktivity dostatek mechanizačních prostředků. Použitá technologie zakládání prstovým způsobem vytvářela mimořádně členitý povrch, který byl jen částečně upravován ve svahových partiích. Bezodtokové deprese nevznikaly pouze technologií zakládání, ale také sedáním výsypkových etáží a trvajícím hlubinným podrubáváním i po jejím dosypání. Existující jezírka na výsypce jsou význačná trvalým výskytem čolka velkého (obrázek č. 5). V lesních porostech bylo zjištěno několik desítek druhů dřevin, což je mnohem více, než kolik jich bylo vysazeno v rámci výsadby. Přírozenou cestou se rozšířily pionýrské dřeviny jako bříza bělokorá, topol osika, jablono lesní a hrušeň planá. Z keřů růže šípková, hloh obecný, ostružiník a maliník. Listnatý porost na výsypce dosahuje stáří 40-50 roků.

Řada listnatých stromů se na výsypce přirozeně rozmnožuje a v lesním porostu probíhá další sukcesní vývoj. Bujný lesní porost již dokázal vytvořit na povrchu výsypky přírodě blízké lesní prostředí s typickým mikroklimatem, zvýšenou půdní vlhkostí a lesní humus z opadu.

Na výsypce byla založena i několika hektarová travino-bylinná společenstva, která tvoří uzavřené enklávy uvnitř lesních porostů. Tyto trvalé trávníky zvyšují potravní nabídku pro zvěř a další živočišnou složku ekosystému a zpestřují krajinné scénérie prostoru.

Komořansko-kopistská výsypka působí na pohled jako přírodní oáza obklopená rušnou výrobní a dopravní činností v okolním prostoru Most-Komořany-Litvínov. K negativním vlivům patří především izolace ekosystému výsypky, způsobená širokými a intenzivně využívanými dopravními koridory, které ji svírají ze všech stran. Temeno výsypky je rozděleno 50 m širokým pásem potrubního koridoru chemických závodů a vede v ní horkovod Komořany-Litvínov.

Dosud nejsou využity všechny možnosti značného potenciálu výsypky v socioekonomickém systému Mostecká. Nabízí se především rekreační využití tohoto prostoru. V bezprostředním okolí Mostu existuje již větší počet jiných zrehabilitovaných ploch, upravených k účelům sportu a rekreace, které plní tyto funkce – vodní nádrže Matylda a Benedikt, lesopark Hrabák a vinice na jeho jižní straně, Šibeník, autodrom, hipodrom a v budoucnu jezero Most. Výsypka, na rozdíl od uvedených rekreačních ploch, nemá upravené přístupové cesty a její

návštěvnost spojená s rekreací a sportem se soustřeďuje na pobřeží jezera Vrbenský formou sportovního rybaření [8,11]. S ohledem na její mimořádnou biotickou a ekologicko-stabilizační funkci však není žádoucí, ani do budoucna vhodné prosazovat intenzivní rekreační a sportovní využití.

Je největší souvislou lesní plochou, která slouží jako učebnicový příklad vývoje ekosystémů na stanovištích zcela nově vytvořených bývalou báňskou činností. Patří k těm relativně starším zemním tělesům, které byly rekultivovány v 60. a 70. letech 20. století. Na zvlněném reliéfu vzniklo velké množství drobných bezodtokých nádrží, které se rychle zaplnily srážkovou vodou, v poslední době s prokázaným výskytem obojživelníků. Již v roce 1975 bylo v rámci mapování vodních plošek napočítáno 177 nádrží a tůň o velikosti cca desítek až tisíc m². Na okrajích výsypkového tělesa vznikaly větší vodní nádrže, které byly od počátku využívány rybáři.

Podle plánu sanace a rekultivace Severní energetické a. s. na období 2013-2017 (aktualizace 2014), ve kterém jsou uvedeny i ty nejstarší provedené rekultivace, uvádíme v souhrnu:

- 2-1M Rekultivace Kopistské výsypky I. etapa (1964-1976)
- 2-2M Rekultivace Kopistské výsypky II. etapa (1966 -1969-1983)
- 2-3M Zatravnění západních svahů Komořanské výsypky (1962-1979)
- 2-4M Ozelenění na Komořanské výsypce (1963-1979)

Podle plánu sanací a rekultivací MUS a.s. pro období 2000-2005, který obsahuje i původní již dokončené rekultivační

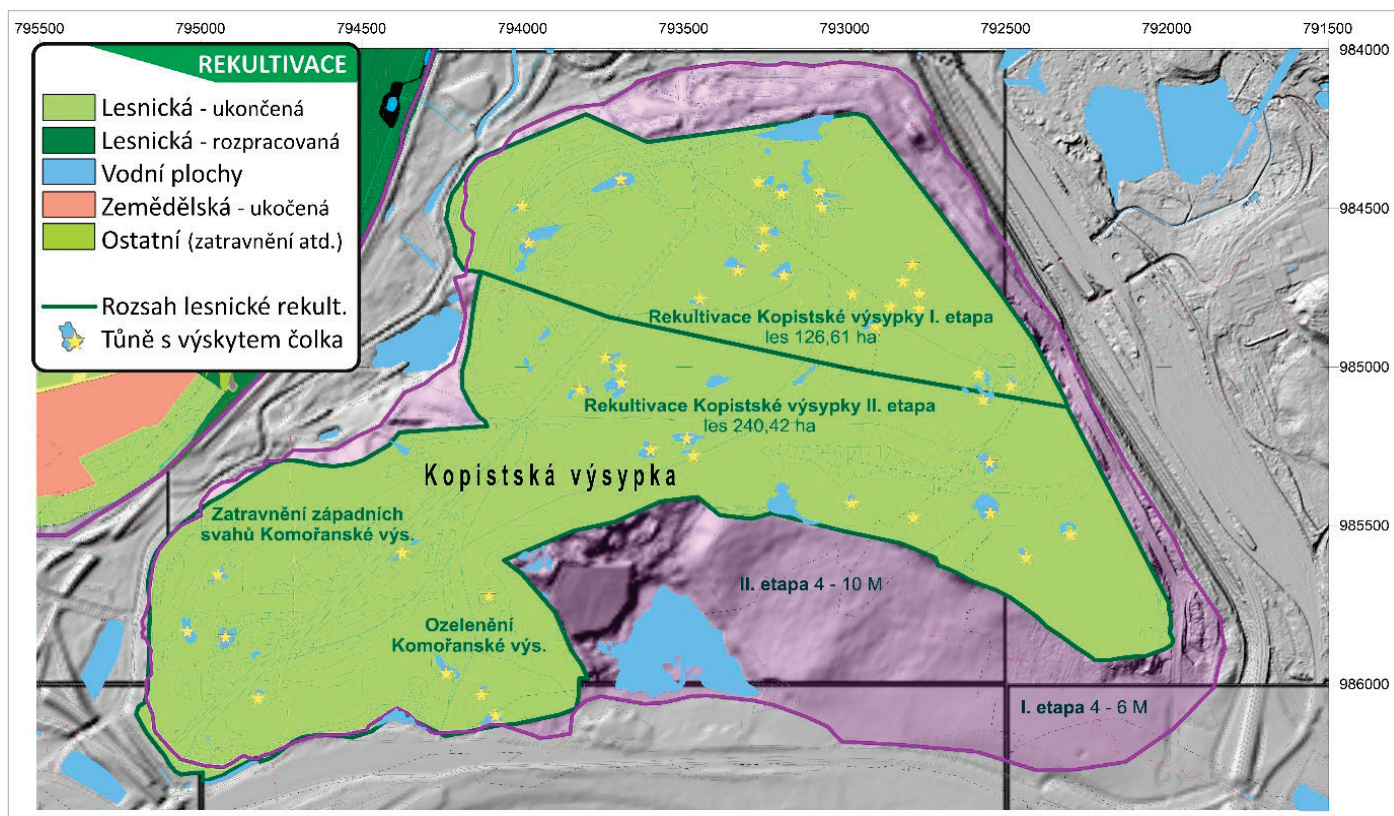
práce na vnější výsypce lomu Most-Ležáky v prostoru východní části Kopistské výsypky, uvádíme v souhrnu:

- 4-6M Rekultivace vnější výsypky lomu Most – 1. etapa (1974 – 1996)
- 4-10M Rekultivace vnější výsypky lomu Most – 2. etapa (1980-1996)

V období, kdy byly prováděny tyto zemědělské rekultivační práce, se využívala rostoucí nabídka mechanizačních a chemických prostředků. Pokračoval růst objemů terénních úprav a skrývaná ornice se používala na převrstvení konečné úrovně výsypky. Svahy byly upravovány do mírnějších sklonů 1:6 a plochy zemědělské do 1:10, podle typizační směrnice GŘ SHD pro tvarování výsypek a jejich svahů, vypracované v roce 1976 BPT. Terénní úpravy s ohledem na jejich budoucí rekultivaci byly již zajišťovány také důlním provozem. Podle možností byly vytvářeny poslední vrstvy zemin ze zemin nejvhodnějších pro jejich rekultivaci. U zemědělských rekultivací došlo k prodloužení melioračního osevního postupu z 3-4 let na 8 let [13]. Současný stav rekultivací je na obrázku č. 5.

6.1 Rekultivace Kopistské výsypky I. etapa (126,6 ha)

Podle obrázku č. 5 je tato plocha v severní části Kopistské výsypky, kde terénní úpravy byly provedeny pouze ve svahových částech. Přístupové cesty byly zpevněny škvárou z místních elektráren (Ervěnická a později Komořanská) v šířce 4,0 m a celkové délce 5 377 m. Povrch výsypky byl zalesněn výsadbou vysokého počtu listnatých sazenic, které již v současnosti dosahují stáří 40 až 50 let. Ve stromovém patře jsou zastoupeny hlavně topol kanadský, dub červený, javor jasanolistý,



Obr. 5: Rekultivované plochy na Kopistské výsypce s naznačením výskytu čolka velkého.

jasan ztepilý, jeřáb, olše lepkavá. Pro základní výsadbu byla nejčastěji používána směs cílových a pomocných dřevin podle stanoveného schématu. Cílové dřeviny tvoří skupiny 0,25 až 1 ha. Dosahovalo se tím při včasné výsadbě cílových dřevin vytvoření skupinovitě smíšeného lesa. Z cílových dřevin se hlavně osvědčily javor, jasan, modřín a dub.

Celkem bylo vysázeno 627 043 ks lesních sazenic, 268 733 ks keřových výpěstků a 102 000 ks řízků vrb. V uvedených letech 1964-1976 byly prováděny základní pěstební zásahy okopáváním, vyžínáním a ochranou proti škodám zvěří (nátěrem proti okusu).

6.2 Rekultivace Kopistské výsypky II. etapa (196,2 ha)

Do této jižní a severozápadní části Kopistské výsypky byly zahrnuty další plochy za účelem ozelenění výsypky. V průběhu rekultivačních prací byla plocha zmenšena o vyňatý pás pro výstavbu horkovodu Komořany-Litvínov a potrubního koridoru Chemických závodů Záluží-Neratovice o výměře 5 ha.

Terénní úpravy byly provedeny pouze v severozápadních svazích na ploše 50 ha ve výši 107 040 m³. Lesní cesty zpevněné zásypem 0,3 m, o šířce 4,0 m byly provedeny v délce 5 857 m. Část plochy o 5,9 ha byla zatravněna, tvoří uzavřené enklávy uvnitř lesních porostů. Tyto trvalé trávníky zvyšují potravní nabídku pro zvěř a další živočišnou složku ekosystému a zpestřují krajinné scenérie území. Vlastní výsadba lesních sazenic se prováděla v letech 1966-1969 v tomto sortimentu:

- dřeviny: topol 38 713 ks, vrba 116 139 ks, jasan 154 851 ks, javor klen 154 851 ks, střemcha a jeřáb 38 713 ks, akát a dub 93 750 ks, celkem 597 017 ks;
- keře: brslen, ptačí zob, škumpa, rakytník, olše černá v celkovém počtu 77 426 ks.

6.3 Zatravnění západních svahů Komořanské výsypky (24,3 ha)

Tato plocha původně určená k pokusnému zatravnění byla zatravněna. Před vlastní výsadbou lesních stromů byly provedeny zemní práce malého rozsahu 1 500 m³ za účelem vybudování přístupových cest. Tato celá zalesněná plocha s uzavřenými zatravněnými enklávami uvnitř lesních porostů byla ukončena v rámci Kopistské výsypky II. etapy.

6.4 Ozelenění části Komořanské výsypky podél přeloženého koryta řeky Bíliny

Prvním rokem byl proveden výsev komonice s pastevní směsí, druhým rokem výsadba lesních dřevin do prostoru komonice. V dalších letech se prováděla pěstební péče v sortimentu:

- topol 2 000 ks,
- dub černý 39 600 ks,
- jeřáb 349 600 ks,
- olše 39 600 ks,
- javor a jasan 39 600 ks,
- třešeň ptačí 39 600 ks.

Lesní porosty jsou výhradně listnaté, s jedinou výjimkou opadavého modřínu. Na přelomu století prováděl Lipský [14,15] vyhodnocení biotické ekostabilizační funkce zalesně-

né výsypky, v rámci kterého zjistil 33 druhů dřevin, což je mnohem více, než kolik jich bylo uvedeno v pasportizacích. Náletem se rozšířily pionýrské dřeviny jako bříza bělokora, topol osika, jablň lesní a hrušeň planá; z keřů bez černý, růže šípková, hloh obecný, ostružiník a maliník. Lípa, habr, jilm a javor jasanolistý zde byly zřejmě vysazené, i když v pasportech rekultivací tyto druhy nejsou uvedeny. Nejpřirozeněji vypadají vyspělé partie přírodě blízkých javořin a ojedinělých habřin a dubohabřin. Rozsáhlé partie porůstá jasan, který je obecně silně expanzivní dřevinou i na Kopistské výsypce. Část jasanových porostů však usychá, patrně vlivem nepříznivých edafických podmínek. Podobně usychají některé topolové výsadby, protože topol je také rychle rostoucí, ale krátkověkou dřevinou. V jasanových a topolových porostech se ale přirozenou sukcesí v podrostu prosazuje bříza a dub. Celkově se konstatuje, že lesní porosty na výsypce jsou až na uvedené výjimky (topol, jasan) vitální, v dobrém zdravotním stavu, druhově pestré a strukturované. Z cílových dřevin se za nepříznivých pedologických podmínek osvědčily především javor, dub a modřín. Dub do pásma středoevropských doubrav, ve kterých hnědouhelná pánev leží, patří především.

Literatura

- [1] JOZLOVÁ, J.: Posouzení hydrogeologických poměrů oblasti Třebovice – Komořany – důl Z. Nejedlý a návrh odvodnění. VÚHU a. s. Most, 1972.
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ: Významná vodohospodářská díla Povodí Ohře. Vydalo Povodí Ohře k 20. výročí založení podniku ve Státním zemědělském nakladatelství, Praha, 1986.
- [3] KOLEKTIV AUTORŮ: Komořansko – minulost a současnost. Doly a úpravy Komořany, s. p., 1993.
- [4] KOLEKTIV AUTORŮ: Mostecko - minulost a současnost. MUS, 2001.
- [5] ONDERKA, J.: Etylenovod Záluží – Neratovice. Návrh opatření k vyrovnání poklesů na Komořanské výsypce. Chemoprojekt Litvínov, 1980.
- [6] PICHLER, E.: Posouzení trasy horkovodu Komořany – Litvínov a produktovodu CHEZA Záluží s ohledem na vlivy hlubinné a lomové činnosti. 2. etapa – sedání, konsolidace a stabilita Komořansko-kopistské výsypky. VÚHU a. s. Most, 1971.
- [7] PICHLER, E. a kolektiv: Výzkum změn probíhajících v tělese výsypky, ovlivňujících její tvarování a konsolidaci. 3. etapa – Geomechanický průzkum a pozorování výsypkových těles, VÚHU a. s. Most, 1978.
- [8] PICHLER, E.: Revitalizace břehové linie jezera Matylda, VÚHU a. s. Most, 2010.
- [9] PLETICHOVÁ, M. a kol.: Informační komplex výsypkových lokalit Severní energetické a. s. – úkol společného zájmu – Kopistská výsypka. VÚHU a. s. Most, 2016.
- [10] PŘIKRYL, I., FAINA, R.: Obnova funkce krajiny narušené povrchovou těžbou. Závěrečná zpráva projektu VaV 640/3/00, Třeboň, 1996.

- [11] ŠTÝS, S.: Rekultivace Severočeského hnědouhelného revíru v proměnách času. Zpravodaj hnědé uhlí 4/2001, VÚHU a.s. Most.
- [12] VALÁŠEK, V., CHYTKA, L.: Velká kronika o hnědém uhlí. Minulost, současnost a budoucnost těžby hnědého uhlí v severozápadních Čechách. VÚHU a.s. Most, 2009.
- [13] UHER, J.: Z historie rekultivací v Severočeském hnědouhelném revíru. Mezinárodní konference Teplice, 2000.
- [14] LIPSKÝ, Z.: Transformation of the Kopistská Dump to Regional Biocentre. Život. Prostr., Vol. 40, No. 4, p. 200-205, 2006.
- [15] LIPSKÝ, Z.: Kopistská výsypka po 25 letech. PřF UK, 18 s., příl., Praha, 2002.