

OBSAH

1.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	2
2.	ÚVOD	3
3.	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	4
3.1	MINERÁLNÍ TĚSNĚNÍ	4
3.1.1.	Popis materiálu	4
3.1.2.	Převzetí materiálu	6
3.1.3.	Příprava podkladu (pláně)	6
3.1.4.	Pokládka	6
3.1.5.	Opravy	7
3.1.6.	Zakrytí povrchu těsnění.....	7
3.1.7.	Závěr.....	8
3.2	FOLIOVÉ TĚSNĚNÍ	8
3.2.1.	Popis materiálu	8
3.2.2.	Převzetí materiálu	9
3.2.3.	Mechanismy a montážní pomůcky	10
3.2.4.	Pokládka	10
3.2.5.	Opravy	12
3.2.6.	Kontrolní zkoušky.....	12
3.3	GEOTEXTILIE.....	14
3.4	KRYCÍ VRSTVA.....	14
3.5	KOTVENÍ PRVKŮ TĚSNÍCÍHO SOUVRSTVÍ.....	15
3.6	PROSTUPY	15
3.7	MONITOROVACÍ SYSTÉM.....	15

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název stavby : **SKLÁDKA TKO SVĚTLÁ NAD SÁZAVOU – 3.ETAPA**

Místo stavby : k.ú.Světlá nad Sázavou

Stavební objekt : **SO 02 Dnový těsnící prvek**

Krajský úřad : Vysočina

Obec : Světlá nad Sázavou

Investor : Město Světlá nad Sázavou
Náměstí Trčků z Lípy 18
582 91 Světlá nad Sázavou
tel.: 00420 569496640
IČO : 268321

Provozovatel : Technické a bytové služby města Světlá nad Sázavou p.o.
Ulice Rozkoš 749
582 91 Světlá nad Sázavou
tel.: 00420 569452656
IČO : 042234
DIČ : CZ 00042234

Projektant : INTERPROJEKT ODPADY s.r.o.
Heleny Malířové 11
169 00 Praha 6
odpovědný pracovník : Ing.Roman Pýcha
autorizovaný inženýr pro vodohospodářské stavby
osvědčení o autorizaci č.527 ze 7.6.2003
tel.: 00420 2 33351529, 20517008
IČ : 26473224

Dodavatel : bude vybrán v konkurzním řízení

Stupeň PD : dokumentace pro provedení stavby – DPS

2. ÚVOD

Těsnění bude bránit vnikání kontaminovaných průsakových vod ze skládky do podloží, kde by docházelo ke znečišťování podzemních vod.

Konstrukce těsnění je navržena podle evropského standartu - minerální těsnící prvek v kombinaci s folií HDPE (splňuje požadavky ČSN838030 „Skládkování odpadů – základní podmínky pro navrhování a výstavbu“ a také ČSN 838032 „Skládkování odpadů-těsnění skládek“).

Konstrukce je v souladu s platným integrovaným povolením a je totožná s konstrukcí realizovanou v rámci 2.etapy.

3. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

3.1 MINERÁLNÍ TĚSNĚNÍ

Po skončení prací na SO 01 Terénní úpravy (případně a SO 09 Spodní drenáž) bude připravena plocha pro provádění minerálního těsnícího prvku, který je v klasickém případě tvořen 2 hutněnými vrstvami zvoleného materiálu. Tloušťka jednotlivých vrstev je 25cm a celková síla těsnění je 50cm. Tímto postupem je eliminován vznik trhlin způsobených kontrakcí materiálu. Pro vytvoření minerální části těsnění se využívá jílového materiálu, který se používá v přírodním stavu bez nákladných technických úprav. Před jeho použitím bude nutno provést laboratorní rozbory se zaměřením na optimální parametry pro zajištění požadovaného zhutnění a koeficientu filtrace ($k_f \leq 1 \cdot 10^{-9} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$). V každém případě bude nutno před zahájením pokládky minerálního těsnění realizovat hutnící pokus na pokusném poli, aby byla známa přesná technologie hutnění (hlavně počet pojezdů konkrétního hutnícího prostředku).

Podle vyhodnocení současného stavu na lokalitě a v blízkém okolí nebude vhodný materiál pro realizaci klasického minerálního těsnění k dispozici v dostatečném množství a kvalitě.

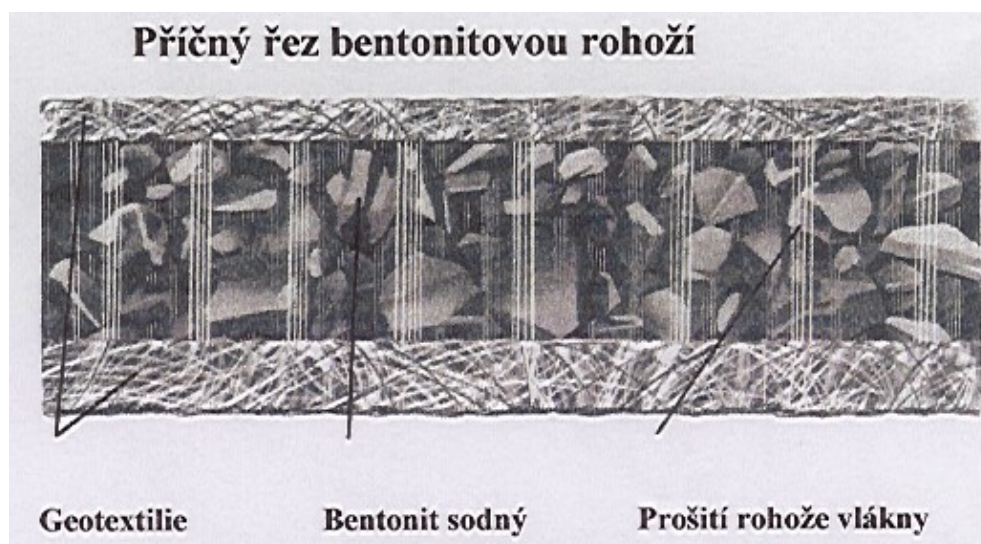
Vzhledem k místním podmínkám a dalším výhodným faktorům (viz dále) je vhodné takto navržené těsnění nahradit geosyntetickým minerálním těsnícím prvkem – bentonitovou sendvičovou rohoží.

3.1.1. Popis materiálu

Jedná se o materiál sendvičové konstrukce, který se skládá ze dvou vrstev geotextilie (tkaná + netkaná), mezi nimiž je vázána vrstva aktivovaného bentonitu sodného. Horní vrstva geotextilie je ze tkaného polypropylénu s vysokou pevností, spodní vrstva je tvořena mechanicky vysoce odolnou geotextilií. Obě geotextilie jsou spojeny prošíáním, přičemž některá vlákna horní geotextilie jsou vtažena do spodní geotextilie a obráceně. Prošíání je provedeno s hustotou cca 70.000 vpichů na 1m². Tímto způsobem je zvýšena pevnost spojení mezi krycí a podložní geotextilií a zároveň je zaručeno, že po nabobtnání bentonitu nedojde k porušení aktivní bentonitové těsnící vrstvy. Tento typ spojení zůstává zachován i po opakovaných mokrých a suchých cyklech, po mrazech i táních.

K aktivaci izolační bentonitové vrstvy dochází při styku s vlhkostí, kdy bentonit absorbuje vodu a nabírá objem, takže plně funkčních izolačních vlastností dosahuje při kontaktu s vodou a zvětšení svého objemu. Dochází vlastně k jevu, kdy ionizované molekuly vody aktivují sodíkové ionty ve struktuře bentonitu, následkem čehož dochází k deformaci této struktury a vytváření aktivní formy tzv. strukturálního labyrintu, přes který molekuly vody nedokáží procházet.

Na základě výsledků testů v různých akreditovaných zkušebních laboratořích stavebních materiálů lze stanovit hodnotu koeficientu filtrace $k_f = n \cdot 10^{-11} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Tyto výsledky jsou dokladovány v certifikačních protokolech jednotlivých zkušeben. Na základě těchto výsledků je možno konstatovat, že jedna vrstva sendvičové bentonitové matrace dokáže plnohodnotně nahradit vrstvu minerálního těsnění při požadovaném koeficientu filtrace $k_f = 1 \cdot 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



Požadované parametry bentonitové rohože

- Každá role musí být opatřena samostatnými závěsnými popruhy pro manipulaci.
- tkaná geotextílie plošné hmotnosti min. 110 g/m^2
- netkaná geotextílie plošné hmotnosti min. 220 g/m^2
- Plošná hmotnost bentonitové složky EN14196 min. 4 kg/m^2
- Koeficient nepropustnosti geokompozitu EN16416 min. $2 \times 10^{-11} \text{ m/s}$
- Pevnost v tahu MD/CMD EN ISO 10319 min. 12 kN/m
- CBR (odolnost proti proražení) EN ISO 12236 min. $2,0 \text{ kN}$
- Pevnost spojení ASTM D 6496 $\geq 360 \text{ N/m}$
- Vlhkost ISO 11465 max. 13%

3.1.2. Převzetí materiálu

Převzetí materiálu bude probíhat kontinuálně přímo na stavbě a bude zapisováno do stavebního deníku. Při přejímce se provádí kontrola počtu rolí, kontrola jednotlivých rolí a dodacích listů k rolím. Poškozené role nemají být na stavbu převzaty.

3.1.3. Příprava podkladu (pláně)

Před aplikací bentonitové rohože je nutné nejprve urovnat a ztuhnout základovou pláň. Povrch musí být bez vegetace, děr, hlubokých kolejí, bez ostrých hran a velkých kamenů, bez kaluží, kusů dřeva apod. Všechny tyto podmínky budou splněny realizací terénních úprav a obvodové hráze. Základová spára musí být pevná, tvarově stálá, s povrchem urovnaným bez ostrých výčnělků.

Před vlastní pokládkou izolačních pásů musí být provedeno převzetí základové spáry stavebním dozorem investora, o čemž bude proveden zápis do stavebního deníku a bude sepsán protokol.

3.1.4. Pokládka

Po předání a převzetí základové spáry a přebírání jednotlivých rolí bentonitové rohože bude prováděna vlastní instalace těsnících prvků.

Do každé jednotlivé role je zasunuta ocelová tyč tak, aby při rozvíjení nedocházelo k odírání okrajů. Na tyč se upevní řetězy, které se pevně uchytí na I-profil připevněný ke lžici manipulačního mechanismu (kolový nakladač s pohonem všech kol). Rolí je nutno vycentrovat do osy nakladače tak, aby nedocházelo ke kymácení role při jejím odvíjení.

Role se musí rozvíjet a pokládat tak, aby bylo viditelné označení přesahů nahoře. Rozvíjení role probíhá tak, že je volný konec role přidržován pracovníky a manipulační mechanismus pomalu couvá zpět nebo je mechanismus na místě a pracovníci rozvíjí roli ručně.

Pokládka jednotlivých izolačních pásů musí probíhat tak, aby spoje pásů byly rovnoběžné se spádníci upraveného terénu. Spoje jednotlivých pásů se provádí přesahem – po délce izolačního pásu je min.přesah 15cm. Tato vzdálenost je označena na jednotlivých izolačních pásech. Spoje na koncích jednotlivých rolí mají předepsaný minimální přesah

30cm. Spoj je nutno zbavit nečistot. Po uložení druhého pásu se okraj přehne zpět a plocha styku se pokropí vodou. Na pokropenou plochu se nasype práškový bentonit sodný (je součástí dodávky materiálu), přičemž minimální množství práškového bentonitu je 0,40kg/m² spoje. Na takto upravenou plochu se zpětně překlopí odhrnutý okraj horního izolačního pásu. Následně je nutno horní pás přitlačit ke spodnímu pásu (např. zatížením pytlí s pískem). Následně je provedena kontrola neporušenosti izolace. Po položení jednotlivých pásů se provede kontrola. Tuto kontrolu provádí dodavatel izolace za přítomnosti technického dozoru investora. Prověří se celistvost a neporušenost v celé ploše provedené izolace a dále se provede kontrola jednotlivých spojů (dodržení požadovaných přesahů, technologie vlhčení a dosypávání bentonitu). O kontrole těsnosti a převzetí dodávky se provede protokolární zápis.

Při pokládce musí být denně položena maximálně taková plocha izolace, kterou je možno ještě tentýž den zakrýt krycí vrstvou – v daném případě folií.

3.1.5. Opravy

V případě, že dojde k poškození položeného těsnícího materiálu, lze jednoduchým způsobem tuto vadu eliminovat přeplátováním poškozeného místa.

Na urovnanou původní vrstvu izolace je po jejím pokropení v okolí poškození nasypán práškový bentonit po celém obvodu trhliny a takto ošetřená vrstva je překryta záplatou příslušných rozměrů. Záplata musí mít takovou velikost, aby přesah od okrajů poškození byl min.30cm.

3.1.6. Zakrytí povrchu těsnění

Minimální požadovaná technologická tl. krytu izolace je 30 cm (určena dle podmínek dodavatele materiálu) s ohledem na vytvoření dostatečného tlaku pro působení izolačních vlastností bentonitové rohože. Tato krycí vrstva nesmí obsahovat ostrohranné kameny a jiné cizorodé předměty, které by mohly těsnící rohož protrhnout (je navržena plošná drenážní vrstva kameniva v tl.30cm).

Postup zakrývání izolace musí respektovat průběh pokládání a přesahů spojů jednotlivých izolačních pásů, aby nedocházelo k odhrnování přesahů (pokládka krycí vrstvy se provádí souběžně s položenými pásy).

3.1.7. Závěr

Na závěr je uvedeno shrnutí výhod při použití geosyntetického minerálního těsnícího prvku (bentonitových rohoží) oproti klasickému minerálnímu těsnění (2x25cm samostatně hutněných jílových zemin):

- výrazně menší závislost na klimatických podmínkách při pokládání těsnění
- není nutno provádět zkoušky v průběhu stavby, protože tato kontrola je již pečlivě prováděna při expedici materiálu z výroby v rámci výstupní kontroly – každá role má svůj vlastní protokol
- menší pracnost a technická náročnost při pokládání – snadná aplikace
- rychlejší průběh stavby
- samouzavírací schopnost matrací při meších průrazech
- zajištění naprosté homogenity těsnícího prvku v celé ploše
- vzhledem k hodnotám průtažnosti materiálu v příčném i podélném směru je zřejmé, že při víceosém namáhání je těsnící bentonitovou matrací absorbována značná deformace bez porušení těsnících vlastností
- vysoké sorpční schopnosti bentonitu umožňují vázání škodlivých kationtů
- životnost materiálu odpovídá životnosti klasického minerálního těsnění
- není nutno vyhledávat zemník pro těžbu potřebných zemin a provádět následnou rekultivaci tohoto zemníku
- menší dopravní zátěž pro přepravní trasy, menší množství emisí vznikajících vlivem provozu těžkých nákladních aut

3.2 FOLIOVÉ TĚSNĚNÍ

Na připravený minerální těsnící prvek bude položena folie HDPE tl.min.1,50mm, která bude vytvářet primární těsnící bariéru. Tato folie musí mít certifikát o vhodnosti na použití pro těsnění podloží skládek TKO.

3.2.1. Popis materiálu

Vývoj při používání folií dospěl přes PVC k materiálům na bázi HDPE. Folie PVC obsahují až 30% změkčovadel na bázi nízkomolekulárních sloučenin. Tyto aditiva mohou vlivem tepla, chemikálií a pnutí ve folii ztrácet své vlastnosti, čímž dochází ke křehnutí folie a

její degeneraci. Rozhodujícími faktory pro použití folií jsou vlastnosti zaručující její účinnost: životnost, pevnost, odolnost vůči UV záření, vodotěsnost, multiaxiální průtažnost, flexibilita, odolnost vůči chemikáliím, prorůstání kořenového systému rostlin a proti poškozování hlodavci atd. V současné době jsou převážně používány certifikované folie na bázi PE. Jedná se o moderní izolační materiál, který neobsahuje vyluhovatelné podíly a ani rozpouštědla nemění trvale jeho pevnostní hodnoty. Chemicky se jedná o materiál netečný vůči anorganickým i organickým činitelům, které mohou přicházet v úvahu pro styk s těsnicí folií. Důležitým faktorem i odolnost vůči atmosférickým vlivům, zejména proti UV záření.

Důležité vlastnosti:

- zachycování tahových a tlakových napětí, jejich odbourání a zmenšení v důsledku relaxace
- vysoká tepelně oxidační odolnost proti stárnutí
- vysoká odolnost proti UV záření
- odolnost proti teplotám a střídavému zatížení
- těsnost proti vodě a kapalným mediím
- nepatrná prostupnost pro vodní páru a plyny
- dlouhá životnost
- vysoká odolnost proti napěťovým trhlínkám
- vysoká odolnost proti chemikáliím
- odolnost a těsnost proti skládkovým vodám
- odolnost proti mikroorganismům, rostlinám a hlodavcům

Jedná se o folii určenou pro různorodé zatížení mechanické i chemické. Byla vyvinuta pro spodní těsnění a pro zakrývání skládek, kde se využívá jejích výborných mechanických vlastností. Folie má vysokou osovou i multiaxiální tažnost, což jí umožňuje maximální přizpůsobivost při použití, kde se očekává diferenciální nebo lokální sedání. Tento materiál má důležité mechanické vlastnosti, které se přímo uplatňují při obdobném typu staveb - poměrné prodloužení při přetržení a odolnost proti průrazu, která je z hlediska dalších stavebních prací v lokalitě (navážení a rozhrnování drenážních vrstev, ukládání odpadů, možnost dodatečného sedání upraveného skládkového tělesa) velice důležitým parametrem.

3.2.2. Převzetí materiálu

Převzetí materiálu bude probíhat kontinuálně přímo na stavbě a bude zapisováno do stavebního deníku. Při převzetí se provádí kontrola počtu rolí, kontrola jednotlivých rolí a dodacích listů k rolím. Poškozené role nemají být na stavbu převzaty.

3.2.3. Mechanismy a montážní pomůcky

Hmotnost jednotlivých rolí je cca 1.300kg a této hmotnosti musí odpovídat velikost a výkonnost manipulačního mechanismu. Nejvhodnější je čtyřkolový nakladač s pohonem všech kol. Do role folie je nutno zasunout ocelovou tyč o průměru 75mm a délky cca 7,50m tak, aby při odvíjení nedocházelo ke dřením okrajů. Na tyč se upevní řetězy, které se pevně uchytí na I-profil připevněný ke lžici nakladače. Tímto způsobem je folie připravena k pokládce.

3.2.4. Pokládka

Po předání a převzetí základové spáry a přebírání jednotlivých rolí folie bude prováděna vlastní instalace těsnících prvků.

Do každé jednotlivé role je zasunuta ocelová tyč tl.75mm a délky cca 7,50m tak, aby při rozvíjení nedocházelo k odírání okrajů. Na tyč se upevní řetězy, které se pevně uchytí na I-profil připevněný ke lžici manipulačního mechanismu (kolový nakladač s pohonem všech kol) – viz obrázky.



Roli je nutno vycentrovat do osy nakladače tak, aby nedocházelo ke kymácení role při jejím odvíjení.

Role se musí rozvíjet a pokládat tak, aby bylo viditelné označení přesahů nahoře. Rozvíjení role probíhá tak, že je volný konec role přidržován pracovníky a manipulační mechanismus pomalu couvá zpět nebo je mechanismus na místě a pracovníci rozvíjí roli ručně. Na lokalitě budou používány oba postupy podle okamžitých podmínek na stavbě dle pokynů stavbyvedoucího.

Pokládka jednotlivých izolačních pásů musí probíhat tak, aby spoje pásů byly rovnoběžné se spádnicí upraveného terénu. Spoje jednotlivých pásů se provádí přesahem – po délce izolačního pásu je min. přesah 80mm. Tato vzdálenost je označena na jednotlivých izolačních pásích. Spoje je nutno zbavit nečistot. Následně je prováděno spojování svařováním. Bude prováděno svařování přeplátováním horkovzdušným agregátem se zaručeným oboustranným přitlakem. Proud horkého vzduchu vystupující z hubice agregátu ohřívá pásy folie v místě spoje do plastického stavu a přitlačné válečky ve směru kolmém na spoj vzájemně příslušná místa stlačují. Podle postupu roztavování se agregát posouvá směrem dopředu.

Základní údaje pro svařování:

- spojování folií se provádí strojně, dvoustopým svarem se zkušebním kanálkem na principu horkého klínu nebo horkého vzduchu. Detaily, krátké spoje a záplaty se provádí ručně horkovzdušnou svářečkou
- přesah folie při sváření je 10cm
- folie se nesmí pokládat a svařovat při teplotě pod 5°C
- svařování a pokládání se provádí při zatažené obloze, aby se předešlo nerovnoměrnému pnutí materiálu
- při sváření na principu ohřevu horkým vzduchem by se nemělo svařovat za větrného počasí, případně je nutné zajistit ochranu svářečky před účinky větru na svářecí proud horkého vzduchu
- před zahájením svařování je třeba denně realizovat tzv. zkušební svar. Totéž platí před každou změnou svařovacích podmínek. Na základě zkušebního svaru se na svářečce nastavují konkrétní hodnoty pro dané podmínky (teplota svařování, přitlak, rychlost svařování)

Po položení a svaření jednotlivých pásů folie se provede kontrola. Tuto kontrolu provádí dodavatel izolace za přítomnosti technického dozoru investora. Prověří se celistvost a neporušenost v celé ploše provedené izolace a dále se provede tlaková zkouška těsnosti spojů. O kontrole těsnosti a převzetí dodávky se provede protokolární zápis.

3.2.5. Opravy

V případě, že dojde k poškození položeného těsnicího materiálu, lze jednoduchým způsobem tuto vadu eliminovat přeplátováním poškozeného místa záplatou příslušných rozměrů, která se po obvodu přivaří s dostatečným přesahem.

3.2.6. Kontrolní zkoušky

Každý provedený spoj, detail i dodatečná záplata se číslují trvalou fixní barvou a pod tímto číslem jsou zaznamenány do protokolu. Každý spoj se podrobuje zkoušce těsnosti dle odsouhlaseného protokolu a za dozoru orgánů stanovených protokolem. O typu zkoušky pro jednotlivé případy rozhoduje kontrolní orgán.

Základními typy zkoušek jsou:

- **zkouška vizuální** pro kontrolu všech izolačních materiálů (folie, geotextilie, bentonitové rohože) před jejich použitím. Tato zkouška probíhá již při manipulaci s dovezeným materiálem z výrobního závodu nebo ze skladu . Kontroluje se pohledem, zda nedošlo při manipulaci k poškození , při rozbalení a provizorním položení foliového pasu se kontroluje, zda folie nemá snahu kroucení , či nemá znatelné poškození z výroby. Takto poškozená folie se nesmí použít .
- **zkouška stlačeným vzduchem** pro všechny spoje prováděné strojním dvoustopým svárem. Zkouškou stlačeným vzduchem jsou svarové spoje nedestruktivně zkoušeny středově umístěným zkušebním kanálkem dvoustopého svaru folií na těsnost.
- Jeden konec zkušebního kanálku se neprodyšně zaslepí a na druhé straně kanálku, tedy na konci svaru, se nasadí zdroj stlačeného vzduchu (např.autopumpička) a zkušební manometr. Poté se zkušební kanálek natlakuje na potřebný tlak. Po přerušení přívodu stlačeného vzduchu se během zkušební doby 10minut pozoruje, zda tlak neklesá o více než 20%. Okamžitý pokles tlaku signalizuje velkou netěsnost a je třeba najít porušený spoj .
- Zkušební tlak je zásadně odvislý od geometrie svarového spoje a teploty okolí. Zkouška tlakovým vzduchem při teplotě těsnicího pásu větší než +30°C se nesmí provádět. Doporučuje se přestávka mezi provedením svaru a zkouškou min.1 hod

- Pro zjištění netěsnosti se vyhledává poloha poruchy úsekovým zkoušením vylučovací metodou .
- Zjištěné vadné místo se vhodným opatřením opraví , např. technologická záplata min.20x20cm a znovu se zkouší po úsecích .
- **zkouška jiskrová** pro detaily, záplaty a ostatní ručně prováděné sváry i pro kontrolu plochy. Vysokým napětím lze zkoušet na těsnost detaily, dle typu přístroje i menší plochy , hlavně však ruční spoje. Zkoušená oblast svarových spojů se očistí a osuší. Pak se svarový spoj přejede elektrodou se zkušebním napětím. Zkušební rychlost nesmí překročit 10m/min. Na vadných místech se tvoří přeskoky jisker, které mohou být indikovány opticky a akusticky. Toto zjištění se zapisuje do protokolu. Při zjištění netěsnosti se vadné místo vhodným opatřením opraví a znovu odzkouší. Předpokladem úspěšnosti této zkoušky je dostatečně vodivý podklad pod izolací . Pokud jím není podloží samotné, musí se tzv. „druhý pól,“ vytvořit. Zavařeným vodivým drátkem, namáčením podkladní geotextilie.
- **zkouška odlupovací** se hlavně používá na zkoušky svarů materiálů před zahájením směny, či při delší technologické přestávce a na kontrolním orgánem vybrané zkušební vzorky s tím, že vyříznutý vzorek se musí po této zkoušce zajistit technologickou záplatou. V případě podezření nekvalitně provedeného svaru je pro tuto zkoušku vyříznut ze spoje folií vzorkový pásek dlouhý cca 20cm a široký 2 cm v jehož středu se nachází kontrolovaný spoj . Vzorek je připevněn svými okraji do tzv. **trhačky** /dvě oddalující se čelisti/ a tahem namáhán do té doby, dokud nedojde k přetržení materiálu. Pokud dojde k přetržení materiálu mimo spoj, je svár v pořádku. Plocha v místě vyříznutého vzorku musí být opatřena kvalitně provedenou záplatou. Tuto zkoušku je montážní firma **povinná** provádět **denně** vždy před zahájením izolačních prací a vždy při podstatné změně klimatických podmínek . Vzorky musí být označeny a skladovány po dobu jednoho týdne .
- **zkouška jehlou**, což je použití **kontrolní jehly** pro kontrolu ručních spojů, detailů atd. Zkouška jehlou se provádí u ručního svarového spoje ručně, a to pohybem a tlakem ruky po celé délce kontrolovaného spoje a současně vizuálně. Pokud jehla pronikne bez velké námahy do svaru , je svar vadný a musí být opraven .

3.3 GEOTEXTILIE

Na folii bude položena geotextilie chránící folii před mechanickým poškozením. Je uvažována geotextilie např. F600M těchto technických parametrů:

pevnost v tahu, strip test (EN/ISO 10319)

podélná v kN/m 40

příčná v kN/m 45

dyn.průraz kuželem (EN ISO 13433) 5mm

CBR test (EN/ISO 12236) v N 6700

prodloužení při přetržení (EN/ISO 10319) v % 80/75

tloušťka v mm 4,5

V případě použití drceného kameniva bude nutné upravit parametry geotextilie.

pevnost v tahu, strip test (EN/ISO 10319)

podélná v kN/m 50

příčná v kN/m 65

dyn.průraz kuželem (EN ISO 13433) 0mm

CBR test (EN/ISO 12236) v N 9500

prodloužení při přetržení (EN/ISO 10319) v % 80/80

tloušťka v mm 6

3.4 KRYCÍ VRSTVA

Minimální požadovaná tloušťka krytu izolace pomocí štěrku je 30cm (určena dle podmínek dodavatele materiálu) s ohledem na vytvoření dostatečného tlaku pro působení izolačních vlastností bentonitové rohože. Tato krycí vrstva nesmí obsahovat ostrohranné kameny a jiné cizorodé předměty, které by mohly těsnící rohož protrhnout (je navržena štěrková drenážní krycí vrstva tl.30cm).

Postup zakrývání izolace musí respektovat průběh pokládání a přesahů spojů jednotlivých izolačních pásů, aby nedocházelo k odhrnování přesahů (pokládka krycí vrstvy se provádí souběžně s položenými pásy).

Vzhledem k tomu, že na bentonitovou rohož bude pokládána folie HDPE tl.1,5mm, ochranná krycí geotextilie a drenážní vrstva kameniva tl.30cm, jsou výše uvedené podmínky pro zakrytí bentonitové rohože splněny.

3.5 KOTVENÍ PRVKŮ TĚSNÍCÍHO SOUVRSTVÍ

Kotvení všech prvků těsnícího systému tzn. podkladní geotextilie, bentonitové rohože a folie bude provedeno ve výkopu šířky 60 cm a hloubky také 60 cm. Tento výkop bude prováděn po obvodu plochy 3.etapy s výjimkou části navazující na hranici 2.etapy.

Všechny vrstvy budou zataženy na dno výkopu, kde bude provedeno přikotvení skobami z betonářské oceli (délka min.30 cm), které budou prováděny ve vzdálenosti po cca 2-3 m. Následně bude výkop zasypán a zahutněn vytěženou zeminou.

3.6 PROSTUPY

Součástí objektu těsnění skládky je také prostup sběrného potrubí průsakových skládkových vod (potrubí HDPE DN300) v místě obvodové hráze přes těsnící prvky. Prostup bude proveden typovým prefabrikátem z HDPE desky.

3.7 MONITOROVACÍ SYSTÉM

Vzhledem k nebezpečí poškození foliového těsnícího prvku při následné pokládce plošné drenáže z kameniva a při zahájení provozu skládky (navážení 1.vrstvy odpadů) a s ohledem na požadavky aktualizované ČSN 838032 „Skládkování odpadů – těsnění skládek“ je nutno zkontrolovat celistvost izolačního systému v celém jeho rozsahu před uvedením do provozu. Na základě zkušeností s obdobnými stavbami je navrženo použití systému SENSOR.

Po provedené kontrole je vystaven „Závěrečný protokol o celistvosti díla“. Další měření budou prováděna v průběhu provozu skládky, což bude zajišťovat dlouhodobé prověřování funkčnosti těsnícího souvrství až do min. výšky odpadů 2m, následně se již nepředpokládá nebezpečí poškození těsnění dna skládky.

Vlastní systém se sestává z dvou součástí - software a hardware. Software je tvořený modelovacími, interpretačními a grafickými prezentačními programy (software není předmětem dodávky). Hardware je složený z plastických snímačů rozložených v ploše pod

izolační fólií, spojovacích vodičů od jednotlivých snímačů k monitorovacímu centru a monitorovacího centra.

Systém slouží na kontrolu těsnosti izolační fólie, která se může udělat v libovolném časovém intervalu po dobu garantované funkčnosti systému. Odlišnost jednotlivých modifikací je v době jejich garantované funkčnosti:

- SHORT® s garantovanou funkčností 3-5 roků
- MEDIUM® s garantovanou funkčností 10 roků
- LONG® s garantovanou funkčností 20 roků

Instalační fáze

- instalace snímačů a vodičů + spojování
- instalace monitorovacích center
- připojení instalovaných vodičů k monitorovacím centrům
- kontrola spojů
- oživení systému
- zpráva o instalaci systému

Měřicí fáze

Monitorovací měření se sestává ze sběru dat na lokalitě, analýzy a interpretaci údajů, lokalizace případných netěsností.

- kalibrace systému
- měření přirozeného elektrického pole
- měření umělého aktivního elektrického pole
- výsledkem je přímá detekce netěsností izolační fólie
- lokalizace případných netěsností
- nutnost prověření kvality oprav

Závěrečná zpráva

Posledním krokem je vypracování závěrečné zprávy, v které jsou shrnuté všechny činnosti a jejich výsledky. Součástí zprávy je také výsledek posledního měření, které už nedetekovalo žádné netěsnosti a protokol o těsnosti izolační fólie - potvrzení těsnosti.

Přístroje

Nejjednodušším typem pro manuální měření jsou ruční multimetry, které měřený údaj ukazují na obrazovce, případně je uchovávají do přenosných nosičů dat.

Výrazně odlišnou aparaturou pro poloautomatické měření v režimu OFF-LINE jsou přenosné měřicí stanice PMS. Tyto stanice se skládají ze zdroje napětí, zesilovací jednotky a přijímací jednotky. Podle předdefinovaného schématu PMS provede měření sledovaných parametrů na celé kontrolované ploše. Naměřené údaje jsou přímo uchovávány v počítači, který je s PMS spojený komunikačním vodičem. Stanice pracuje poloautomaticky a vyžaduje přítomnost operátora, který řídí způsob měření.

Plnoautomatické měření v režimu ON-LINE je nejvhodnějším řešením za využití stanice nepřetržitého měření CMS. Hlavní částí celé stanice je mikroprocesorem řízená jednotka, která samostatně, bez nutnosti přítomnosti operátora, vykonává měření v předdefinovaných intervalech (i vícekrát denně). Naměřené údaje jsou uchovávány v počítači. Operátor může podle potřeb kdykoliv prověřit výsledek posledního i předcházejících měření.

Na povrch minerální části těsnění budou podle připravené osnovy položeny snímače, které budou připojeny na el.dráty, které jsou napojeny na kontrolní el.skříň na obvodu stavby. Po přezkoušení funkčnosti všech připojení se položí folie GSE HDPE tl.1,50mm, krycí geotextilie a plošná drenážní vrstva. Zdroj el.proudu bude nastaven nad folií. Elektrody pod folií měří hustotu vzniklého el.pole. Každá trhлина ve folii způsobuje anomálie el.proudu, což je bezprostředně signalizováno prostřednictvím snímačů na kontrolní el.skříni. Speciální počítačový program analyzuje informace získané snímači a zpracovává údaje v trojrozměrné síti tak, že lokalizuje poškození folie s přesností $\pm 150\text{mm}$. Po kontrole provedené prostřednictvím systému je vystaven „Závěrečný protokol o celistvosti díla“. Další měření budou prováděna v průběhu provozu skládky, což bude zajišťovat dlouhodobé prověřování funkčnosti folie.

První měření je nezbytné provést bezprostředně po dokončení stavby a v případě, že budou zjištěna porušená místa, opakovat měření po jejich opravě.

Další kontrolní měření se provede po uložení cca 2,0-2,5m silné vrstvy odpadů, kdy je již téměř vyloučeno případné poškození těsnícího systému vlivem provozu skládky a případná

oprava zjištěných poškození je vzhledem k výšce navezených odpadů naprosto bezproblémová.

Frekvence dalšího kontrolního měření pak bude prováděna každoročně do dosažení vrstvy odpadů 10m.

Vlastní měření je realizované sítí sensorů umístěných pod a nebo nad izolační vrstvou. Prudké změny rozložení elektrického pole (anomálie) ukazují na přítomnost netěsností. Po zpracování naměřených dat a interpretace speciálním softwarovým vybavením je možné netěsnost detekovat s vysokou citlivostí a lokalizovat s vysokou přesností. Tím je umožněná rychlá oprava netěsnosti a opětovné zabezpečení celistvosti izolační vrstvy.

Podstatou monitorování těsnosti izolační folie je zjišťování rozložení proudové hustoty přirozeného a uměle vytvořeného fyzikálního pole. Snímacím prvkem v tomto případě je síť sensorů trvale zabudovaných pod izolační folií. Jejich přesné rozložení je optimalizované v prováděcí dokumentaci na základě schváleného projektu pro stavební řízení.

V Praze, říjen 2019

Ing. Roman Pýcha