

Strojní odvodnění strusky na elektrárnách Mělník - 1. část

Ing. Jaromír Täuber, Ing. Jaroslav Svoboda

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most, tauber@vuhu.cz

Přijato: 25. 4. 2012, recenzováno: 27. 8. 2012 (2 posudky)

Abstrakt

Článek se zabývá strojním odvodnění strusky na elektrárnách v Mělníce s uzavřeným cyklem technologické dopravní vody. Na elektrárnách v Mělníce se realizoval podle projektu Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí a.s. a CAB minerals, spol. s r.o., unikátní způsob odvodnění strusky a využití technologické vody. Při odvodnění strusky je použita technologie vibračních odvodňovacích třídičů doplněná hydrocyklonem. Technologická voda použitá při dopravě strusky z podkotlí do čerpacích stanic je čištěna a vracena zpět k dopravě strusky. Čištění technologické vody je několikastupňové. V prvních stupních je použit systém hydrocyklonů, poslední stupeň čištění technologické vody je flokulace s dávkovací flokulační stanicí a usazovacími flokulačními nádržemi.

Mechanical slag dewatering method at Mělník power plant – part 1

The paper describes the method of mechanical slag dewatering, where the process water circulates in a closed circuit. This unique method was implemented at Mělník power plant according to a documentation developed by the following companies: Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. and CAB minerals, spol. s r.o. The slag is dewatered with the use of a vibratory screen separator and a hydrocyclone. Water that conveys the slag from boiler to pump stations is refined and returned to the process. The refining process has several stages. The first stage is represented by hydrocyclones, the last stage is flocculation including dosing station and sedimentation basins.

Maschinelle Entwässerung von Schlacken in den Kraftwerken Mělník – 1. Teil

Der Artikel befasst sich mit der maschinellen Entwässerung von Schlacken aus den Kraftwerken in Mělník, mit einem geschlossenen Zyklus des technologischen Wassers. In den Kraftwerken in Mělník wurde eine einzigartige Art der Schlacken-entwässerung und der Verwendung des technologischen Wassers nach dem Projekt von Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. und CAB minerals spol. s r.o. realisiert. Bei der Entwässerung von Schlacken wird das Verfahren der Entwässerungsvibrationssortierer verwendet, ergänzt mit einem Nassabscheider. Das technologische Wasser, das zum Transport der Schlacke aus dem Raum unter dem Kessel zu den Pumpenstationen genutzt wird, wird gereinigt und wieder zum Transport der Schlacke verwendet. Die Reinigung des technologischen Wassers erfolgt mehrstufig. In den ersten Stufen wird ein System von Nassabscheidern eingesetzt, als letzte Stufe wird Flockung mit einer Dosierflockungsstation und den Sedimentationsbecken angewendet.

Klíčová slova: struska, hydrosměs, strojní odvodnění strusky, flokulace, odvodňovací třídič, zásobník.

Keywords: slag, hydro-mixture, mechanical slag dewatering, flocculation, dewatering screen separator, tank.

1 Úvod

Výroba elektrické energie je a ještě bude po několik desetiletí v České republice zčásti zajišťována uhelnými elektrárnami. Mezi negativní jevy provázející tuto výrobu patří i ukládání pevných zbytkových produktů po spalení uhlí. Jedná se o popílký odloučené z kouřových plynů v elektroodlučovačích a o strusku, která je vynášena ze spodní části kotlů. Článek se zaměřuje především na problematiku strusky, její dopravu z podkotlí, skladování a ukládání.

Struska je vedlejším produktem spalování uhlí v granulacích kotlích. Vzniká roztavením popela ve spalovacím prostoru. V zásadě existují dva způsoby vynášení strusky z elektrárenských kotlů. Oba spojuje společný činitel, a to voda. V prvním případě padá struska ze spalovací komory kotle přímo do tzv. vynašeče, který tvoří i vodní uzávěr kotle. Vynašeč je vodní nádrž o objemu několika desítek m³. Ve spodní části, v celé jeho délce, je umístěn hrablový dopravník, který zchlazenou strusku vynáší nad vodní hladinu. Zchlazená struska přepadá do drtiče strusky. V druhém případě dopadá struska na dohořívací rošt, kterým je transportována opět do vynašeče s přepadem do drtiče strusky. V obou případech je podrcená struska splavovacími

kanály unášena do čerpacích jímek bagrovacích stanic. Odtud je speciálními čerpadly směs strusky s vodou čerpána na plaviště.

U menších teplárenských kotlů se používá suchého odběru strusky. Z technologického procesu je vynechán mokrý vynašeč a struska z ochlazovacího roštu padá do drtiče strusky.

Struska je považována za cenný stavební materiál. Využívá se především do náspů silničních a železničních tratí. Zde je ceněna pro svoji lehkost a objemovou stálost po stlačení. Stavbaři využívají především strusku zpracovanou suchým způsobem. O strusku z elektrárenských kotlů není mezi stavbaři velký zájem. To staví před provozovatele elektráren náročný úkol při ukládání strusky.

Na elektrárnách Mělník (EMĚ) byl do roku 2010 využíván mokrý způsob ukládání strusky na plavišti Panský les. Povolení k hydraulickému ukládání strusky na plavišti Panský les pro EMĚ skončilo k 31. 12. 2010. Proto byl v roce 2006 vypracován projekt na gravitační odvodnění strusky v horizontálních nádržích, který využíval strusku po odvodnění ve směsi se stabilizátem jako stavební materiál k tvarování plaviště Panský les. Projekt byl investičně, prostorově, ale i stavebně velmi náročný a tak se hledalo jiné řešení. To předložil v roce 2007 Výzkumný

ústav pro hnědé uhlí a.s. (VÚHU a.s.) zpracováním studie strojního odvodnění strusky (SOS) na elektrárnách Mělník metodou hydrocyklonů. VÚHU a.s. ve studii prezentoval unikátní řešení odvodnění strusky pomocí vibračních odvodňovacích třídičů v uzavřeném koloběhu dopravní vody a jejím čištění pomocí hydrocyklonů. Řešení, které není nikde jinde ve světě v energetice použito, oslovilo pracovníky ČEZ natolik, že začala intenzivní příprava realizace.

Přípravou podkladů pro výběr zhotovitele byl v červnu 2008 pověřen VÚHU a.s., jenž dokumentaci v srpnu 2008 dokončil. V prosinci 2008 byl vybrán jako zhotovitel stavby ČEZ Energetické produkty, s.r.o., který jako generálního dodavatele stavby vybral firmu CAB minerals, spol. s r.o. VÚHU a.s. byl pověřen v únoru 2009 hlavním inženýrem projektu (HIP) a zpracováním dokumentace pro územní a stavební řízení. Hlavním úkolem všech zúčastněných bylo zprovoznit SOS do 31. 12. 2010. Skutečnost, že na celou akci, včetně zkušebního provozu, bylo k dispozici 22 měsíců, kladla před celý realizační tým velké nároky. Na stavbě za více než 400 mil. korun nebyl časový prostor na zpracování projektu, a proto bylo nutné přistoupit přímo k vypracování realizační dokumentace. Stavba se tak stala mimořádně náročnou jak pro projektanty, stavbaře, elektrikáře tak i dodavatele technologie.

Rozhodnutí o umístění stavby a stavební povolení vydal Odbor výstavby a rozvoje MÚ Mělník 23. 6. 2009. V první dekádě července 2009 pak stavební povolení nabylo právní moci a započalo se s vlastní výstavbou SOS na EMĚ.

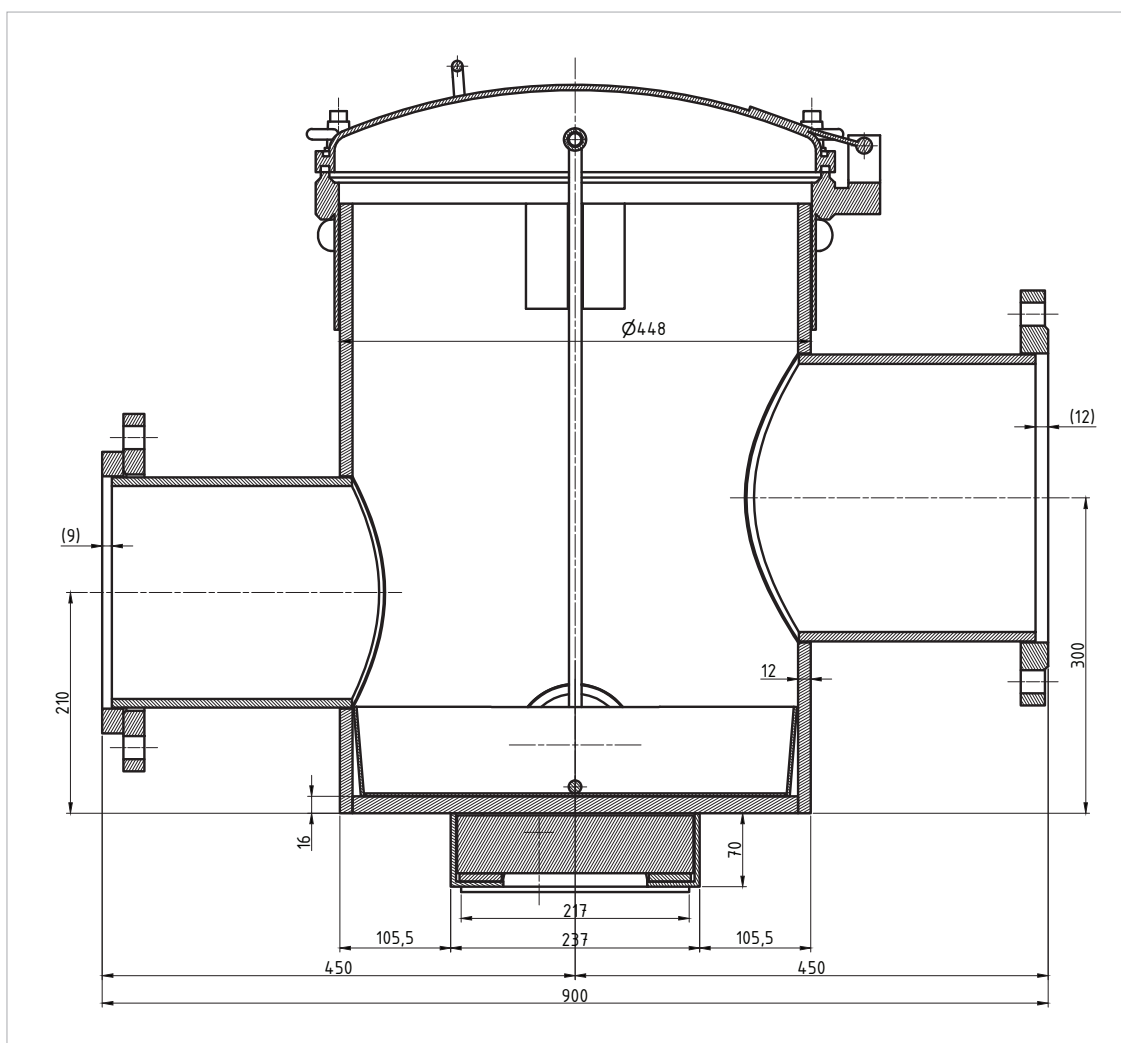
Vlastní stavba byla rozdělena na 8 provozních souborů a 6 stavebních objektů, které zahrnovaly výměnu drtičů strusky pod kotli K 9, 10 a 11, úpravy bagrovacích stanic EMĚ II, III, včetně potřebné výměny bagrovacích čerpadel, výměnu potrubních tras pro dopravu hydrosměsi do objektu SOS a dopravu vratné vody zpět do kotelen, vlastní objekt SOS, kde dochází k odvodnění strusky a v neposlední řadě dodávku nového řídicího systému a elektrotechnologie.

2 Popis výchozího stavu před výstavbou SOS

Elektrárny EMĚ II, III a Energotrans (ET) provozovaly hydraulické odstruskování s ukládáním strusky na odkaliště Panský les.

2.1 Plaviště Panský les

Odkaliště ČEZ, a.s., Elektrárny Mělník je situováno jihozápadně od elektrárny ve vzdálenosti cca 1,5 km v lokalitě Panský les. Jedná se o typické svahové odkaliště se zvyšovacími hrázi budovanými proti vodě, které je rozděleno dělicí hrází



Obr. 1: Magnetický separátor.

Tab. 1: *Bilance vod vypouštěných do BS EMĚ v m³.rok⁻¹.*

BS	Celkem	Splavovací voda strusky
ET	9 971 500	9 689 590
EMĚ II	8 630 600	8 402 900
EMĚ III	6 029 700	5 433 140
Celkem EMĚ další odpadní vody	380 760	
Celkem EMĚ	25 012 560	23 525 630

na dvě přibližně stejné části. Plavení do odkaliště probíhalo od počátku 60. let. Na systém základní hráze a zvyšovacích hrází navazuje téměř horizontální plocha odkalištních pláží, vytvořená technologií plavení v mírném protisklonu (1:100 až 1:200) o rozsahu téměř 150 ha. Výška celého hrázového systému činí cca 48 m.

Odkaliště je vodohospodářským dílem. Sledovány jsou průsakové poměry v hrázovém systému odkaliště v jeho okolí a deformace. K sledování slouží systém pozorovacích sond a kontrolních měřičských bodů. Z odkaliště nebyla plavící vratná voda navracena do elektrárny EMĚ, ale vypouštěna do Labe.

2.2 Odstruskování kotlů

V ET od kotlů K1 až K6 padá struska ze spalovací komory každého kotle do vany vynášče, odtud je dopravována do dvou-válcového zubového drtiče o výkonu 15 t.h⁻¹. Dále je splavováním vodou dopravována splavovacími kanály do dvou jímek bagrovací stanice I (BS I). Jako minimální množství splavovací vody pro bezpečné splavování strusky v otevřených splavovacích kanálech bylo experimentálně stanoveno množství 600 m³.hod⁻¹.

V EMĚ II struska padá ze spalovací komory výsypkou kotlů K9 a K10 do vany vynášče, odtud je dopravována do dvou-

válcového zubového drtiče o výkonu 15 t.h⁻¹ u obou kotlů a dále je splavováním dopravována splavovacími kanály do tří jímek BS II s technologickou spotřebou vody 150-180 m³.h⁻¹ pro každý kotel.

Ze spalovací komory EMĚ III padá struska na dva dohořovací rošty a těmi je dopravována do dvou řetězových vynášců. Ochladená struska dále padá do dvou-válcového drtiče o výkonu 2x35 t.h⁻¹. Dále je struska systémem splavovacích žlabů splavována do dvou jímek BS III. Množství vody ke splavování je cca 500 t.h⁻¹, další voda je doplňována tak, aby systém odpovídal výkonu bagrovacích čerpadel. V BS III jsou dvě bagrovací jímky o kapacitě 481 m³ a 548 m³.

2.3 Bilance vody

Bilance vod vtékajících a likvidovaných přes bagrovací stanice ET, EMĚ II a EMĚ III, viz tabulka č. 1.

3 Základní požadavky na SOS

Vymezení podmínek projektu strojního odvodnění strusky (SOS) pro provoz, údržbu a opravy zařízení podle časového fondu a požadavky na spolehlivost souboru strojů a zařízení, viz tabulka č. 2.

3.1 Garantované parametry díla

Zadavatelem ČEZ, a.s., bylo požadováno dodržet při realizaci SOS garantované parametry, viz tabulka č. 3.

4 Technologie SOS

Technologie nového SOS splňuje beze zbytku základní požadavek investora, a to ukončení plavení strusky na plaviště Panský les. Splnění základního požadavku je docíleno převedením hydrosměsi do objektu SOS, kde na odvodňovacím třídiči dochází k základnímu odvodnění strusky. Důležitým faktorem SOS je skutečnost, že voda z hydrosměsi je po vyčištění opět používána jako technologická voda pro dopravu strusky z podkottlů do bagrovacích stanic. Technologie odvodnění strusky, skladování strusky a úprava technologické vody je soustředěna do objektu SOS.

Technologie odvodnění strusky byla rozdělena na tři části:

- úpravy bagrovacích stanic a kotelen,
- výstavbu nových struskovodů a potrubí vratné vody,
- výstavbu objektu SOS.

Samotné výstavbě SOS na EMĚ předcházelo zvětšení zásobníků popílku na elektroodlučovačích EMĚ II. Zvětšení zásobní-

Tab. 2: *Vymezení podmínek pro provoz a údržbu SOS.*

Fond pracovní doby	8 760 h.rok ⁻¹
Provozní doba	8 760 h.rok ⁻¹
Časový fond pro údržbu pro každé BČ z celkového časového fondu	150 h.rok ⁻¹
Odstávky pro opravy	120 h.rok ⁻¹
- pro každé BČ	40 h.rok ⁻¹
Požadavky na spolehlivost celého souboru pro BČ	Jedno ze dvou BČ (na jedné polovině BS III) je vždy v provozu. V době provádění údržby nebo oprav na jednom čerpadle jsou k dispozici zbývající čerpadla ze stávajících (3 ks BČ).
Potrubní trasy struskovodu	Trvale v provozu je jedna potrubní trasa z každé BS. Jedna trasa od každé BS je v záloze pro obě poloviny BS.

Tab. 3: Garantované parametry SOS.

Doprava strusky		
Doprava strusky z ET	$Q_{ETprům} = 5,24 \text{ t.h}^{-1}$	$Q_{ETmax} = 26,0 \text{ t.h}^{-1}$
Doprava strusky z BS II	$Q_{BSIIprům} = 4,68 \text{ t.h}^{-1}$	$Q_{BSIImax} = 30,0 \text{ t.h}^{-1}$
Doprava strusky z BS III	$Q_{BSIIIprům} = 11,82 \text{ t.h}^{-1}$	$Q_{BSIIImax} = 48,0 \text{ t.h}^{-1}$
Celková roční produkce strusky	135 600 t.rok ⁻¹	
Nejvyšší množství strusky při struskování kotle K11	52,68 t.h ⁻¹	
Kapacita strojního odvodnění	$Q_{SOSprům} = 21,74 \text{ t.h}^{-1}$	$Q_{SOSmax} = 59,91 \text{ t.h}^{-1}$
Stupeň odvodnění strusky	Průměrná hodnota w_{ex} dle ČSN 44 13 77 v průběhu garančního testu bude do 35 % včetně.	
Kapacita skladování odvodněné strusky	3 dny průměrné produkce strusky	
Nakládka strusky	$Q = 72,5 \text{ t.h}^{-1}$	
Kvalita nadbilanční vody z odvodnění	Obsah NL max. 150 mg.l ⁻¹ , velikost částic ≤ 0,1 mm	
Čerpání nadbilanční vody	$Q = 170 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	
Kvalita vratné vody (průměrná hodnota/den)	Obsah částic strusky max. 3 g.l ⁻¹ , přičemž velikost částic strusky ve vratné vodě bude do 0,1 mm. V případě úklidu kotlů a splavování popílku ve výši 0,5 t.h ⁻¹ , maximálně 5 t.den, může dojít ke krátkodobému překročení hodnoty 3 g.l ⁻¹ o plovoucí částice strusky, popílku a uhlí až o 15 %. U plovoucích částic strusky, popílku a uhlí může být velikost částic větší než 0,1 mm.	

ku bylo zařazeno jako samostatný provozní soubor. Bylo vyvoláno požadavkem zajištění chodu elektrárny při výpadku pseudopravy. Ve stavu před realizací SOS se popílek při výpadku pseudopravy splavoval vodou do splavovacích kanálů ke strusce. Technologií SOS lze zpracovat maximálně 0,5 t popílku.hod⁻¹, maximálně však 5 t popílku.den⁻¹. Proto bylo realizováno zvýšení objemu stávajících zásobníků popílku pod elektroodlučovači z 65 m³ na 165 m³ a tím byla zajištěna dostatečná časová rezerva pro opravu technologického zařízení pseudopravy.

4.1 Úpravy bagrovacích stanic a kotelen

4.1.1 Bagrovací stanice BS II

Tato stanice je složena ze 3 komor bagrovacích jímek, které jsou naplavovány jedním kanálem. První a druhá komora jsou nově osazeny každá jedním čerpadlem. Třetí komora, osazená stávajícím čerpadlem, slouží v případě nouze pro přečerpávání strusky do bagrovací stanice BS III.

První a druhá komora slouží jako provozní a zároveň jako 100% rezerva. Nově osazená čerpadla ve všech bagrovacích stanicích jsou stejná – Linatex CT HHS 200. Jsou to čerpadla celokovová z chromové oceli, vysoce odolná proti abrazi. Konstrukce skříně a oběžného kola umožňuje čerpat zrno strusky až do velikosti 50 mm. Zkušební provoz však prokázal schopnost čerpat zrno až o velikosti 75 mm. Čerpadla umožňují přečerpávat strusku na větší vzdálenosti s většími nároky na překonání tlakových ztrát, ať již geodetickým převýšením nebo ztrátami v potrubí, v tvarovkách a armaturách. Jsou osazena motory ABB 75 kW, 400V, 50 Hz.

S ohledem na charakter provozu a nutnost zajistit plynulý harmonický provoz za dodržení hladin v jednotlivých technologických částech investice strojního odvodnění jsou tato čerpadla osazena frekvenčními měniči, které slouží pro udržování

kapacity čerpané suspenze strusky a vody a současně zajišťují minimální výkyvy úrovně hladiny v komorách bagrovací stanice. Frekvenční měniče regulují výkon čerpadel v rozmezí 10 %. Čerpadla jsou schopna pracovat v rozmezí cca 280–650 m³.h⁻¹.

4.1.2 Bagrovací stanice BS III

Tato stanice je složena ze 2 jímek, které jsou naplavovány jedním kanálem.

Jímka č. 1 je osazena dvěma čerpadly Sigma pro havarijní plavení na Panský les a jedním čerpadlem Linatex CT HHS 200 pro čerpání hydrosměsi do strojního odvodnění strusky. Jímka č. 2 je osazena třemi čerpadly, z nichž je jedno čerpadlo Sigma pro havarijní plavení na Panský les a dvě čerpadla Linatex CT HHS 200 pro čerpání hydrosměsi do strojního odvodnění strusky.

V jímce č. 2 je instalována ocelová vestavěná nádrž o objemu 62 m³, vyprojektovaná pracovníky VÚHU a.s., která zabraňuje usazování strusky v rozích původní betonové nádrže. Vestavba je kruhová o průměru 5 000 mm a výšce 4 500 mm. V zadní části má skloněné dno, které usměrňuje tok rozvířené strusky k sacím potrubím bagrovacích čerpadel. Vestavba má tři výstupní potrubí pro napojení sání bagrovacích čerpadel. Přívod hydrosměsi ze splavovacího kanálu do prostoru vestavné nádrže je proveden ocelovým žlabem s pogumem.

4.1.3 Magnetické separátory na BS II a BS III

Magnetické separátory byly projektovány pracovníky Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí a.s.

Bagrovacími čerpadly se dopravuje směs vody a strusky do objektu SOS. Aby nedošlo k ohrožení technologie, musí být z hydrosměsi vody a strusky separovány kovové částice.



Obr. 2: Drtič strusky DS-500.

Na trase mezi jímkou a bagrovacími čerpadly je proto do trasy sacího potrubí čerpadel začleněn magnetický separátor. Ten je tvořen válcovou nádobou se vstupním a výstupním potrubím o montážní délce 900 mm. Magnetický separátor je shora uzavřen ručně ovládaným poklopem, což umožňuje přístup ke koši, ve kterém se zachytávají, působením permanentního magnetu umístěného pod pláštěm separátoru, kovové částice. Koš s odseparovanými částicemi se vytahuje otevřeným poklopem. V těle separátoru je koš zabezpečen proti otočení tak, aby úchyty koše nebránily toku dopravovaného média.

Separátor je zespodu vybaven kolejnicemi kvůli možnosti vysunutí magnetu do strany a oddálení magnetického pole od nahromaděných kovových částic, a tím uvolnění celého koše. Podélný řez magnetickým separátorem viz obrázek č. 1.

4.1.4 Úpravy kotelen EMĚ II, EMĚ III

Úpravy kotelen EMĚ II a EMĚ III spočívají především ve výměně drtičů strusky. Jedná se o nově vyprojektované drtiče strusky DS-500/15 a DS-500/40. Oba drtiče byly vyprojektovány ve VÚHU a.s. Podoba nového drtiče viz obrázek č. 2.

4.2 Výstavba nových struskovodů a potrubí vratné vody

S ohledem na nižší dopravované množství hydrosměsi (struska + voda) bylo umožněno zvolit i menší průměry potrubí nových struskovodů a nahradit stávající struskovody, viz tabulka č. 4.

Upravená voda je z objektu SOS vedena nově položeným potrubím vratné vody. Potrubí je tvořeno umělohmotnou trubkou SIMONA $\varnothing$ 280 x 25,4 mm, materiál PE 80, SDR 11.

Pro každou elektrárnu je položeno z objektu SOS vždy jedno potrubí.

4.3 Popis technologie SOS

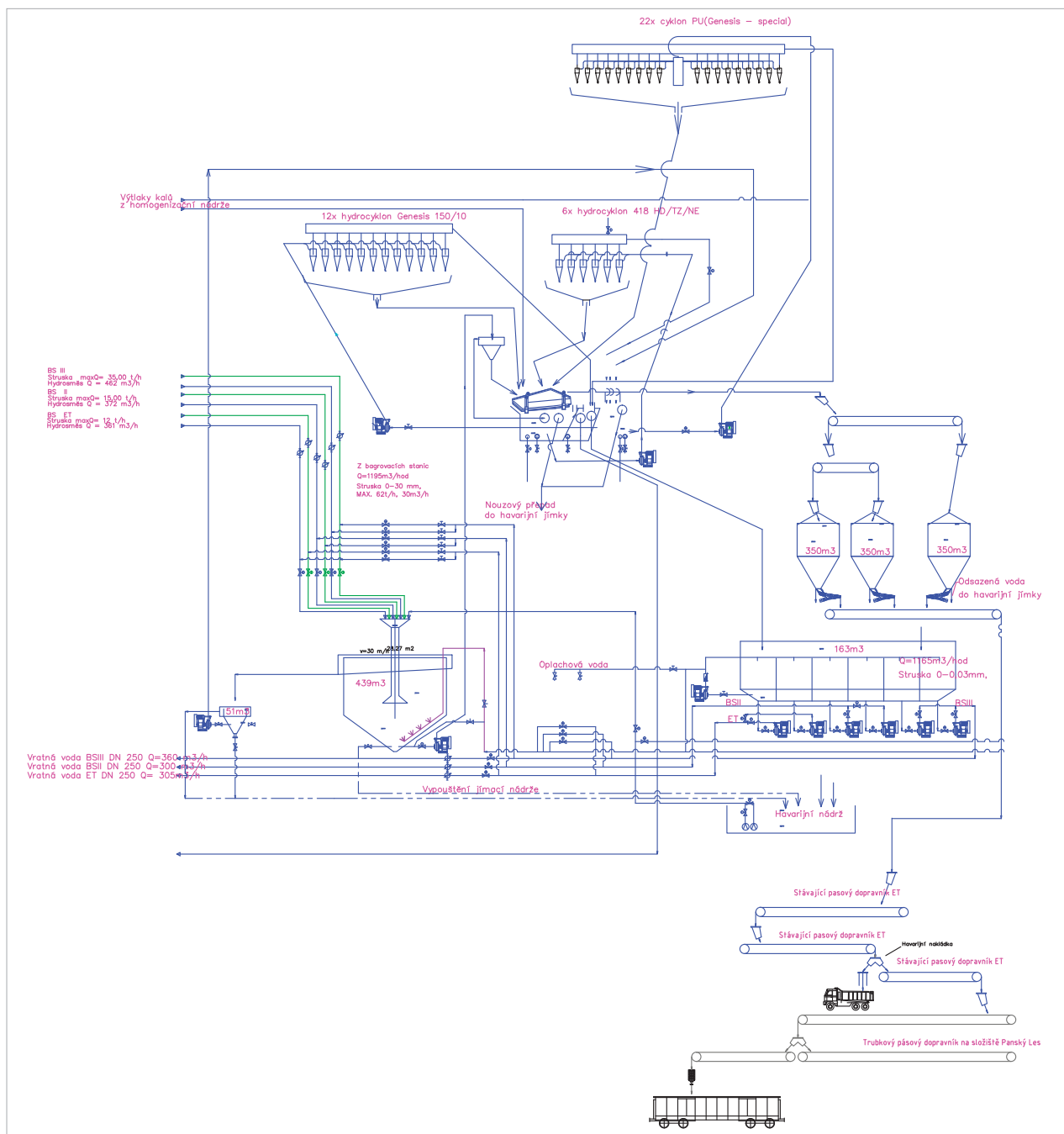
Technologie SOS je složena z technologických zařízení, která jsou umístěna na 3 podlažích objektu SOS ve výškových úrovních +0,110 m, +18,610 m a +24,110 m:

- 2x vstupní přijímací nádrž, každá se dvěma čerpadly na úrovni +0,110 m,
- 2x přepadová nádrž se dvěma čerpadly na úrovni +0,110 m,
- 2x vibrační odvodňovací třídič s čerpadly na úrovni +18,610 m,
- 2x splittingová nádrž na úrovni +24,110 m,
- 2x velké a 2x malé baterie hydrocyklonů +24,110 m,
- 2x pásové dopravníky na úrovni +18,610 m,
- 3x doodvodňovací zásobní síla na úrovni +0,110 m,
- 3x vibrační podavač na úrovni +0,110 m,
- pásový dopravník na úrovni +0,110 m,
- havarijní nádrž.

Struska je spolu s vodou čerpána z BS do vstupních přijímacích nádrží, které slouží jako kumulativní a současně separační zařízení prvního stupně. Hrubá frakce strusky velikosti cca 0,2-30 mm je v objemu max. 475 m³.h⁻¹ čerpána ze spodní části přijímací nádrže do splittingové nádrže. Jemná frakce strusky do cca 0,2 mm přepadá do přepadových nádrží a odtud je čerpána do přečerpávací komory pod odvodňovacím třídičem. Ze splittingové nádrže jde výnos spodní výpustí na odvodňovací třídič, přepad ze splittingové nádrže (jemný podíl) gravitačně odtéká do čerpací komory pod třídičem. Zde dochází ke smísení s podsítným odvodňovacím třídičem. Z této nádrže je směs (max.

Tab. 4: Náhrady struskovodů.

Elektrárna	Původní řešení	Nové řešení
BS ET	Potrubí 2 x DN 350 s čedičovým vyložením (ocel DN 400)	Pro každou elektrárnu 2x ocelová trubka bezešvá $\varnothing$ 324 x 4 mm, materiál 11 353.1, PN6, výstelka tl. 31 mm, vnitřní $\varnothing$ 254 mm, materiál tavený čedič
BS EMĚ II	Potrubí 2 x DN 350 s čedičovým vyložením (ocel DN 400)	
BS EMĚ III	Potrubí 2 x DN 500 s čedičovým vyložením (ocel DN 600)	



Obr. 3: Technologické schéma objektu SOS.

469 m³.hod⁻¹) čerpána čerpadlem do multicyclonu (6 x 418 HD/TZ/NE). Multicyklonem je struska separována na hranici 63 μm. Výnos z tohoto multicyclonu v podobě zahuštěné směsi je sveden na zadní část odvodňovacího třídiče na již částečně odvodněnou strusku. Přepad z multicyclonu je sveden do přečerpávací komory. Maximální množství směsi 780 m³.hod⁻¹ je čerpáno čerpadlem do velkého clusteru (+24,100). Výnos z velkého clusteru je veden na odvodňovací třídič. Přepadová voda z clusterů odchází do druhé komory (přepadové) vany pod odvodňovacím třídičem. Přepadová voda z clusterů obsahuje zrna menší než 0,03-0,04 mm. Z přepadové komory je voda odvedena dvěma přepadovými potrubími z PE-HD, z nichž jedno vede přímo do čerpací nádrže vratné vody. Druhé potrubí je osazeno rozbočením, které slouží k vedení vody do nádrži flokulace k dočištění. Odvodněná struska přepadá z třídiče na systém pásových

dopravníků, který umožňuje plnění 3 zásobních dovoňovacích sil. Po ukončení odvodnění strusky v silech (cca 8 hod.) je odvodněná struska dopravena vibračními podavači na pásový dopravník na úrovni 0,110 m a systémem pásových dopravníků ET dopravována do distribučního centra EMĚ. Technologické schéma objektu SOS viz obrázek č. 3.

Maximální množství hydrosměsi (instalovaný výkon), které proteče zařízením SOS (1 195 m³.hod⁻¹), je limitováno součtem maximálního výkonu čerpadel pod přijímacím zásobníkem a pod přepadovými zásobníky s ohledem na maximální průtok přes cluster. Výkon čerpadel:

- Pod přijímacím zásobníkem – max. 475 m³.hod⁻¹,
- Pod přepadovými zásobníky – max. 2x 360 m³.hod⁻¹,
- Celkem 475 + 360 + 360 = 1 195 m³.hod⁻¹.



Obr. 4: Vstupní přijímací nádrž.



Obr. 5: Přepadová nádrž.

4.3.1 Vstupní přijímací nádrž

Vstupní přijímací nádrž (+0,110) má objem 439 m³. Struska je do nádrže přiváděna struskovody a v nádrži usměrněna trychtýřovitou svislou komorou umístěnou v ose nádrže. Komora je volným dnem propojena s ostatním prostorem nádrže. Tímto směřováním pohybu suspenze je struska přivedena do čerpačního prostoru čerpadla. Hrubá struska je odsávána čerpadlem a jemná struska je proudem vody vynášena k přepadové hraně nádrže. Tímto uspořádáním je využita separační funkce vstupní nádrže. Vstupní nádrž slouží k separaci strusky hrubého zrna 0,2-30 mm od jemné strusky o velikosti zrna menšího 0,2 mm.

Ze spodní části nádrže je čerpadlem Linatex CT HHS 200 (+0,110) odčerpávána hrubá struska zrnitosti 0,2-30 mm do splittingové nádrže umístěné na podlaží +24,110. Čerpadlem je čerpána struska v maximálním množství cca 48,2 t.hod⁻¹ (množství údajů dle zrnitosti vyplývají z provedených zrnitostních rozborů) v suspenzi cca 430 m³.hod⁻¹. Přijímací nádrž je osazena vypouštěcím hrdlem DN 100 s ručním plochým uzávěrem.

Výkon čerpadla Linatex CT HHS 200 je regulován frekvenčním měničem. Při provozu všech tří elektráren je čerpadlo provozováno s výkonem cca 475 m³.hod⁻¹, při provozu dvou elektráren (z toho jedna EMĚ III) je čerpadlo provozováno s výkonem cca 470 m³.hod⁻¹ a při provozu elektrárny EMĚ II a Energotrans je čerpadlo provozováno s výkonem cca 370 m³.hod⁻¹. V případě provozu jen jedné elektrárny je čerpadlo provozováno s takovým výkonem, aby nedocházelo k přepadávání vody do přepadové nádrže. Vstupní přijímací nádrž viz obrázek č. 4.

4.3.2 Přepadová nádrž

Rozdíl v množství přiváděné suspenze nad 720 m³.hod⁻¹ do přepadové nádrže (cca 13,8 t.hod⁻¹ strusky a 693,4 m³.hod⁻¹ vody) a výkonem čerpadla pod přijímacím zásobníkem je veden přepadem do žlabu nádrže a plastovým potrubím do havarijní jímky (+0,110). Přepadová nádrž o objemu cca 51 m³ je osazena dvěma čerpadly Linatex IIIr 200/150 s výkonem 360 m³.hod⁻¹. Čerpadla nejsou řízena frekvenčním měničem. Tato čerpadla jsou v činnosti v případě, že jsou v provozu všechny tři elektrárny. V případě provozu pouze dvou elektráren pracuje jen jedno čerpadlo. Je-li v provozu pouze jedna elektrárna, jsou všechna čerpadla odstavena.

Přepadová nádrž je vybavena vypouštěcím hrdlem, osazeným ruční uzavírací armaturou DN 100.

Dále je nádrž osazena sondami, které sledují max. a min. hladinu v nádrži a slouží k zapnutí a vypnutí čerpadla v případě, že suspenze klesne pod stanovenou úroveň v nádrži. Tyto sondy chrání čerpadlo před nasáváním vzduchu a tím před možností jeho poškození. Stavem hladiny v zásobníku je přes frekvenční měnič řízeno čerpadlo pod přijímací nádrží. Tento stav řízení umožňuje kontinuálně udržovat provoz se stabilním výkonem na multicyklonu a clusterech. Přepadová nádrž viz obrázek č. 5

4.3.3 Nádrž splittingu

Hrubá frakce je dopravována do nádrže splittingu (+24,110), kde je suspenze rozdělena na dvě části, a to spodní výpustí pro



Obr. 6: Nádrž splittingu.

hrubý materiál a horním přepadem pro redukované množství vody. Maximální přepad suspenze je $125 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ (tj. $3,5 \text{ t} \cdot \text{hod}^{-1}$ strusky zrnitosti $0,2-4,0 \text{ mm}$ a $118 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ vody). Nádrž splittingu, viz obrázek č. 6.

4.3.4 Odvodňovací třídič, clustery

Hrubý materiál, včetně vody $350 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ (tj. $44,7 \text{ t} \cdot \text{hod}^{-1}$ strusky zrnitosti $0,2-30 \text{ mm}$) ze spodní výpusti splittingové nádrže, je veden přímo rozprostírací lištou na odvodňovací třídič (+18,610). Suspenze z přepadu splittingové nádrže je vedena do čerpací

komory vany pod třídičem. V čerpací komoře pod třídičem je sloučeno množství přepadu ze splittingové nádrže ($80 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$), propad přes síťovou plochu třídiče ($305,3 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$) a vyrovnávací množství hladin z druhé komory. Toto celkové množství (max. $465 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$) je čerpáno čerpadlem do multicyklonu ($6 \times 418 \text{ HD/TZ/NE}$) (+24,100). Každý multicyklon je na vstupu i přepadu osazen nožovým uzávěrem, který slouží pro odstavení hydrocyklonu při jeho poškození. Z 6 kusů hydrocyklonů je činných vždy 5 kusů, 1 kus je jako rezerva. Přepadová voda z multicyklonu ($6 \times 418 \text{ HD/TZ/NE}$) je vedena do třetí (zadní přecherpací) komory pod třídičem. Multicyklon slouží k separaci



Obr. 7: Odvodňovací třídič.



Obr. 8: Technologie hydrocyklonů na patře +24,610.

jemných podílů strusky z vody a je osazen 6 kusy hydrocyklonů 418 HD/TZ. Multicyklonem je struska separována na hranici 63 μm .

Souběžná cesta dopravy jemnozrnného podílu strusky vede výtlačným potrubím (hadice Linacut) od dvou čerpadel přepadové čerpací nádrže (+0,110) do přečerpávací komory (+18,610). Kapacita čerpadel navazujících na tuto čerpací nádrž je v souladu s velkým clusterem (22x Genesis) cca 780 $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ a malým clusterem (12x Genesis) cca 445 $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$. Každý hydrocyklon je na vstupu osazen nožovým uzávěrem, který slouží pro odstavení hydrocyklonu při jeho poškození. Z 22 kusů hydrocyklonů je činných 21 kusů a z 12 kusů hydrocyklonů menšího clusteru je činných 12 kusů. Jestliže se činný hydrocyklon poškodí a je nutné ho opravit, přívod do cyklonu se uzavře nožovým uzávěrem a dojde k opravě. Odstavení jednoho cyklonu nemá větší vliv na provoz clusteru s ohledem na provozní stav.

Maximální množství 780 $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ je čerpáno čerpadlem do velkého clusteru (+24,100).

Přečerpávací komora vany pod třídícím je osazena čerpadly Linapump IIIr 250/200 a Linapump IIIr 200/150. Čerpadlo IIIr 250/200 čerpá suspenzi dopravovanou z čerpací nádrže dále na velký cluster (+24,110). Toto čerpadlo je v provozu pouze v případě, že jsou v provozu dvě nebo tři elektrárny. Čerpadlo Linapump IIIr 200/150 o výkonu 445 $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ čerpá suspenzi z přečerpávací komory vany do malého clusteru (12 cyklonů G4-150). Toto čerpadlo je v provozu pouze v případě, že je v provozu jedna elektrárna.

Přepadová voda z obou clusterů je vedena do druhé komory (přepadové) vany pod odvodňovacím třídícím. Přepadová voda z clusterů obsahuje zrna menší než 0,03-0,04 mm.

Mezi druhou komorou a čerpací komorou vany je ocelová přepážka, v níž je osazena mechanická klapka sloužící k automatickému vyrovnávání hladin v obou komorách při poklesu

hladiny v čerpací komoře. Tato klapka se využívá pouze při provozu jedné elektrárny pro dotování množství hydrosměsi kvůli kapacitě malého clusteru. Čerpadlo malého clusteru totiž nemá frekvenční měnič a musí se udržívat konstantní množství hydrosměsi. Štěrbina této klapky se může regulovat ručně dle potřeby. Komora je osazena sondou minimální hladiny, která chrání čerpadlo před nasátím vzduchu a analogovou sondou, na které je nastavena úroveň potřebná k najetí čerpadla při zahájení provozu, případně pro znovunajetí celé linky.

Z přepadové komory je voda vedena dvěma přepadovými potrubími z PE-HD. Jedno potrubí vede přímo do čerpací nádrže vratné vody. Druhé potrubí je osazeno rozbočením, které slouží k vedení vody do nádrží flokulace k dočištění. Odvodňovací třídič viz obrázek č. 7.

5 Závěr

Druhá část článku pojednávající o úpravě a čerpání technologické vody, distribuci strusky a dokumentaci výstavby SOS bude uveřejněna v příštím čísle Zpravodaje č. 4/2012.

Literatura

- [1] CHYTKA, L. a kol.: *Technicko-ekonomická rešerše strojního odvodnění strusky z EMĚ III, II a ET*, 45 str., 2007, Most.
- [2] TÄUBER J. a kol.: *Odvodnění strusky z EMĚ III, II a ET metodou hydrocyklonů na elektrárnách Mělník*, 2010, Most.