

Automatizace úpraven

VŠB - TU Ostrava

Hornicko-geologická fakulta

Institut ekonomiky a systémů řízení

© 2017

ŘÍZENÍ A REGULACE

Komentář [RD1]: Až po šestou stranu by to chtělo doplnit a rozšířit jakožto podstatnou část předmětu.... Michal

ŘÍZENÍ

Řízení - cílevědomá činnost, při níž se hodnotí a zpracovávají informace o řízeném systému i o dějích vně tohoto procesu.

Řízení je cílevědomé působení řídicího systému na řízený systém k dosažení stanoveného cíle.

Jako automatické řízení je označováno řízení bez účasti člověka. Automatickým řízením se zabývá kybernetika (neboli teorie řízení).

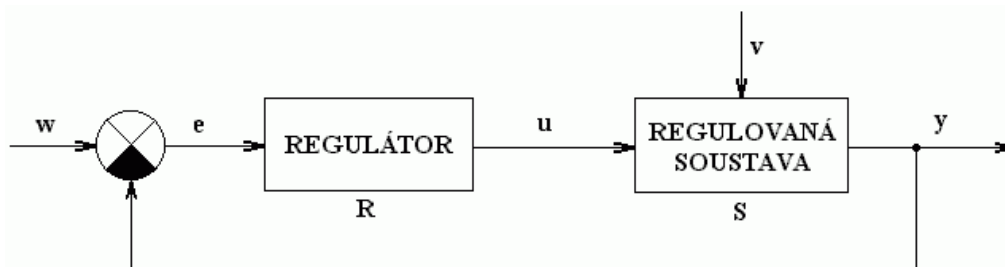
Řízení může být analogové nebo číslicové (diskrétní).

OVLÁDÁNÍ

U **ovládání** nejsou účinky řízení porovnávány s očekávaným výsledkem, tj. jedná se o řízení bez zpětné vazby. Mluvíme také o systému otevřeného řízení.

REGULACE

Regulace je automatické vyrovnávání odchylek od žádané hodnoty podle určitého kritéria. Regulace využívá zápornou zpětnou vazbu.



Obr. 1 Schéma řídicího systému se zpětnou vazbou

Na obr. 1 vidíme základní schéma regulačního obvodu. **Požadovaná veličina w** je vstupem **regulátoru (R)**, který působí **akční veličinou (u)** na **řízenou soustavu (S)**. Řízená soustava má na výstupu veličinu, kterou se snažíme regulovat. Na řízenou soustavu dále působí **poruchová veličina v** . **Výstupní veličinu y** měříme a přivádíme na vstup regulátoru (zpětná vazba). Rozdíl mezi požadovanou veličinou (w) a skutečnou hodnotou na výstupu (y) tvoří **regulační odchylku (e)**, na základě které regulátor nastavuje akční veličinu (u). Při kvalitním řízení je trvalá regulační odchylka (e) minimální (nulová).

PŘÍKLAD AUTOMATICKÉ REGULACE.

Požadovaná veličina W je teplota v místnosti, kterou chceme v místnosti mít. Y je aktuální teplota v místnosti, měřená teploměrem. Jestliže je teplota nižší (tj. $W-Y > 0$), regulátor spustí ohřev, který bude pracovat tak dlouho, dokud nebude platit, že $W-Y=0$.

REGULÁTORY

Regulátory dělíme podle jejich chování na proporcionální (P), integrační (I), derivační (D) a kombinace těchto typů (PI, PD, PID). Volba typu regulátoru je určena dynamickými vlastnostmi regulované soustavy.

Proporcionální regulátor je nejjednodušší, přesnost závisí na zesílení, reaguje na velikost odchylky, integrační regulátor reaguje na dobu trvání odchylky a derivační na rychlost změny odchylky.

Integrační regulátor umí zcela odstranit trvalou regulační odchylku (ta je regulátorem integrována), ale zpomaluje regulační děj. Výstupní veličina je úměrná integrálu vstupní veličiny. Hodí se pro regulace systémů, kde poruchy nejsou příliš časté nebo při velké setrvačnosti regulované soustavy. Vhodný je také pro regulaci statických soustav bez setrvačnosti. Je ze všech typů nejvhodnější pro regulaci statické soustavy s dopravním zpožděním. Nelze použít pro astatické soustavy (soustavy, kde při změně vstupu se výstup trvale mění), v tomto případě hrozí rozkmitání.

Derivační regulátor zrychluje regulaci a zvyšuje stabilitu. Výstupní veličina derivačního regulátoru je úměrná derivaci vstupní veličiny (reaguje tedy na rychlost změn). Nereaguje ale na trvalou regulační odchylku, při konstantním vstupu (nulová frekvence) je derivace nulová a tedy má nulový přenos. Nelze ho proto použít samostatně a musí být v kombinaci s proporcionálním nebo integračním regulátorem. Derivační regulátor má význam pro odstranění krátkodobých a četných poruch.

PD regulátor neodstraní trvalou regulační odchylku, pouze zmenší, rychle potlačuje četné poruchy a tlumené kmity (vznikají v regulovaných soustavách vyšších řádů). PD regulátor je vhodný tam, kde se používá regulátor P, a potřebujeme potlačení rychlých překmitů.

PI regulátor je vhodný pro regulaci soustav vyšších řádů.

PID je vhodné použít, jestliže požadujeme úplné odstranění regulační odchylky a rychlou kompenzaci poruch.

Tab. 1. Příklady použití jednotlivých typů regulátorů

Regulace	Vhodný regulátor
Regulace teploty	PI
Výška hladiny (=astatická soustava)	PI, P
Regulace otáček	P, I, PI
Tlak plynů	PI, PID
Průtok kapalin	I
Vlečná regulace, servomechanismy	PI, PID

Podle způsobu regulace můžeme systémy automatické regulace rozdělit na:

- regulace na konstantní hodnotu
- programová regulace – řídicí veličina se mění v čase dle předem daného programu
- vlečná regulace – řídicí veličina se mění v závislosti na měřené fyzikální veličině nebo na základě předchozí hodnoty řídicí veličiny
- poměrová regulace
- extrémální regulace – optimalizační systém
- adaptivní regulace – zajišťuje adaptaci regulace při změnách vlastností regulované soustavy

OPTIMALIZACE

Cílem optimalizace je dosažení nejlepšího možného stavu (řešení). Při optimalizaci musí být definována účelová funkce, určující, co je cílem optimalizace. Optimalizační kritérium je pak dosažení maxima nebo minima účelové funkce.

U extrémální regulace je nezbytným předpokladem, aby statická charakteristika (závislost výstupu na vstupu v ustáleném stavu) regulované soustavy vykazovala extrém (maximum nebo minimum). Regulátor pak musí vyhledat a udržovat tento extrém.

FUZZY ŘÍZENÍ

Pro fuzzy řízení je charakteristické používání empirické znalosti člověka, uložené v bázi znalostí (báze dat + báze pravidel). Fuzzy řízení umožňuje zpracování nepřesných údajů.

SYNTÉZA REGULAČNÍHO OBVODU

Syntéza (návrh) regulačního obvodu spočívá v zajištění:

- a) Stabilita
- b) Přesnost řízení
- c) Přesnost regulace
- d) Kvalita regulace

STABILITA

Stabilita znamená, že po řídicím zásahu se systém ustálí na nové (požadované) hodnotě. Nestabilní systém se může rozkmitat. Pro určení stability existují matematické metody – algebraické (např. Hurwitzova nebo Routh-Schurova) nebo frekvenční (Nyquistovo kritérium). U systému, jehož řízení je popsáno charakteristickým polynomem, musí kořeny tohoto polynomu ležet v levé (záporné) polovině komplexní roviny (nutná a postačující podmínka stability). U Hurwitzova kritéria musí být determinant matice vytvořené z konstant charakteristické rovnice kladné a větší než nula.

PŘESNOST ŘÍZENÍ

Přesnost řízení je dáno tím, jak přesně se nastaví regulovaná veličina dle požadované hodnoty. Je-li řízení přesné, je trvalá regulační odchylka v ustáleném stavu rovna nule. Pro větší přesnost řízení potřebujeme vyšší stupeň astaticnosti, což ale zase může vyvolat problém v oblasti stability.

PŘESNOST REGULACE

Přesnost regulace je dán tím, jak přesně je vyregulován vliv poruchové veličiny v ustáleném stavu. Pro odstranění trvalé regulační odchylky musí být v obvodu astatismus.

KVALITA REGULACE

Kvalitou regulace rozumíme dynamickou optimalizaci regulačního pochodu. Požadavkem na regulaci je krátká doba přechodového děje a malý překmit.

Kritéria kvality se zjišťují výpočtovými metodami (např. metoda ITAE – regulační plochy co nejmenší, počítá se integrací) nebo experimentálními metodami (např. Ziegler-Nichols).

TECHNICKÉ PROSTŘEDKY AUTOMATIZACE - SNÍMAČE

Snímače slouží k měření fyzikálních veličin.

Podle charakteru měřené veličiny dělíme na:

- analogové
- binární
- inkrementální

Podle typu měřené veličiny:

- snímače elektrických veličin – napětí, proud, účinník, frekvence...
- snímače neelektrických veličin – tlak, teplota, průtok, vlhkost ...

Podle fyzikálního principu funkce dělíme snímače na:

- odporové
- ionizační
- emisní
- magnetické
- kapacitní
- indukční
- piezoelektrické
- termoelektrické
- snímače světelného záření
- Hallovy snímače

Z hlediska kontaktu čidla s měřenou veličinou:

- dotykové
- bezdotykové

Z hlediska využitého principu měření:

- pasivní
- aktivní (termoelektrické, indukční, ...)

Fyzikální veličina je snímačem interpretována jako elektrická veličina (napětí, proud). Např. u binárních snímačů se používá výstup 4 a 20 mA, tato hodnota proudu interpretuje logickou nulu nebo logickou jedničku (např. stav otevřeno/zavřeno, v provozu/zastaven). Proud 0 mA pak indikuje, že snímač neměří nebo je v poruše.

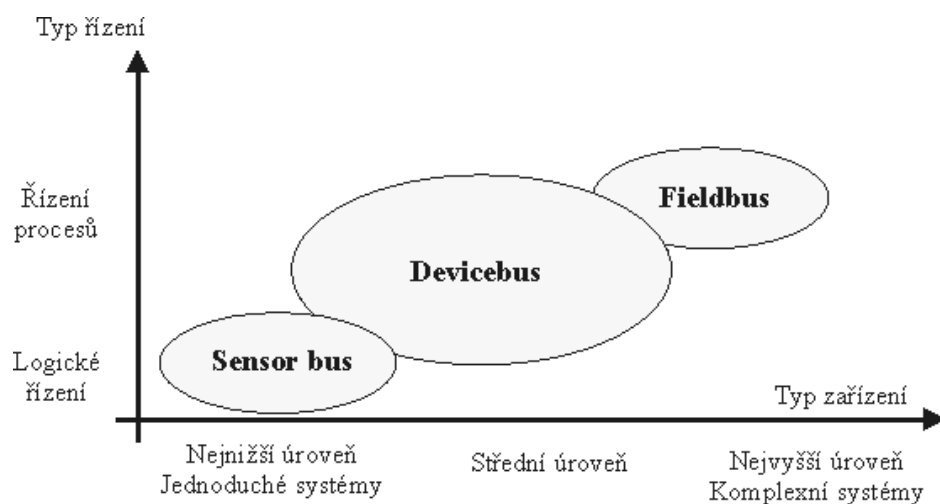
Analogová hodnota pak je v počítači zpracovávána jako numerická hodnota (v případě bajtové interpretace je to hodnota v rozsahu 0 až 255), kterou je pak nutné přepočítat na její fyzikální interpretaci (např. při měření teploty mohou hodnoty 0 až 255 odpovídat např. rozsahu teplot 0-100°C).

PLC

PLC (Programmable Logic Controller, <http://www.plc-automatizace.cz/>) je malý průmyslový počítač používaný pro automatizaci procesů v reálném čase. Program se vykonává v cyklech, periferie jsou přizpůsobeny pro napojení na technologické procesy. Z hlediska konstrukce dělíme PLC na **kompaktní** a **modulární**.

PRŮMYSLOVÉ SBĚRNICE

Průmyslové sběrnice slouží pro přenos dat a pro zajištění síťové komunikace v průmyslových provozech. Mají zajistit zvýšenou robustnost a zpracování dat v distribuovaných systémech řízení. Různí výrobci automatizační techniky podporují různé sběrnice a různé komunikační **protokoly** (protokol je soubor pravidel, kterými se komunikace mezi účastníky přenosu řídí, tj. jak lze zahájit přenos, jak ho provést a jak ho ukončit).



Obr. 2 Rozdělení průmyslových sítí
[Zdroj: <http://www.e-automatizace.cz>]

Příklady průmyslových sběrnic: Foundation Fieldbus, CAN, DeviceNet, Modbus, Profibus (od firmy Siemens), HART,...

Zařízení mohou také komunikovat po **sériové lince** (RS-232 nebo v průmyslovém prostředí standard RS485). V průmyslové automatizaci se také používá komunikace prostřednictvím **proudové smyčky** 4-20 mA.

AKČNÍ ČLENY

Akční členy jsou prvky, určené k využití informací v regulačním obvodu k zásahu do regulované soustavy. Jsou to především pohony a regulační orgány (ventily, klapky, šoupátka, kohouty...).

AUTOMATIZACE V ÚPRAVĚ ČERNÉHO UHLÍ

Hlavním smyslem úpravny je upravit (zlepšit) jakostní parametry nějaké suroviny tak, aby surovina byla lépe využitelná a také lépe ekonomicky zhodnotitelná.

Oblasti, kde se můžeme setkat s úpravami:

- úprava černého uhlí
- úprava hnědého uhlí
- úprava rud a nerudných surovin
- úprava vod
- čistírny odpadních vod

ÚVOD DO TECHNOLOGIÍ ROZDRUŽOVÁNÍ ČERNÉHO UHLÍ

Při dobývání uhlí je těženo surový produkt, který následně musí projít procesem úpravy. Uhlí těžené z dolu se ukládá do zásobníků surového uhlí. Před samotnou úpravou je surovina v **třídírně** rozdělena a upravena na požadované zrnitostní třídy (obvykle drcením a tříděním na sítích). Hlavním technologickým procesem úpravy uhlí je **rozdružování**, při kterém dochází k rozdělení vstupní suroviny na dva nebo více kvalitativně odlišných produktů. Cílem je oddělit uhelnou hmotu od nespalitelných hlušin a balastních podílů. Výsledkem činnosti úpravny uhlí je tedy prané uhlí určité zrnitostní třídy s požadovaným obsahem popelovin a dále odpad ve formě hlušin. Kromě těchto dvou výstupních produktů – praného uhlí a hlušiny – produkuje některé technologie rozdrůžování ještě tzv. meziprodukt, který může být dále zpracováván pomocí jiných technologií nebo využit k homogenizaci výstupních produktů.

Obvykle používané rozdrůžovací technologie v uhelných úpravárnách v OKD:

- rozdrůžování v těžké suspenzi (dříve se používal pojem „těžká kapalina“)
- rozdrůžování v hydrocyklonech
- rozdrůžování v sazečkách
- rozdrůžování flotací

Uhlí vyšší zrnitostní třídy se upravuje v těžké suspenzi, střední zrnitostní třída v sazečkách a nejjemnější podíly ve flotaci.

Protože procesy rozdrůžování obvykle probíhají ve vodním prostředí, výsledný produkt je nutné **odvodnit**. Používá se odvodňování mechanické nebo sušení. Mechanické odvodňování je realizováno buď filtrací (tlakové filtry – kalolisy nebo tlakové kontinuální kotoučové filtry rakouské firmy Andritz) nebo sedimentací (např. kruhové zahušťovače Dorr).

ROZDRUŽOVÁNÍ V TĚŽKÉ SUSPENZI

Tato technologie využívá rozdílných fyzikálních vlastností uhelné hmoty a hlušiny. Díky rozdílné měrné hmotnosti dochází v těžké suspenzi k rozdělení produktů. Obvykle se používají dva dělicí řezy (řez je měrná hmotnost, při které dochází k rozdělení produktu na dvě složky). V těžké suspenzi o měrné hmotnosti 1300 – 1500 kg.m⁻³ se rozdělí surovina na prané uhlí a meziprodukt

s hlušinou, které jsou poté rozděleny při měrné hmotnosti těžké suspenze 1600 – 2000 kg.m⁻³. V OKD se používá rozdrůžování v rozdrůžovačích Drewboy nebo v SM-vanách.

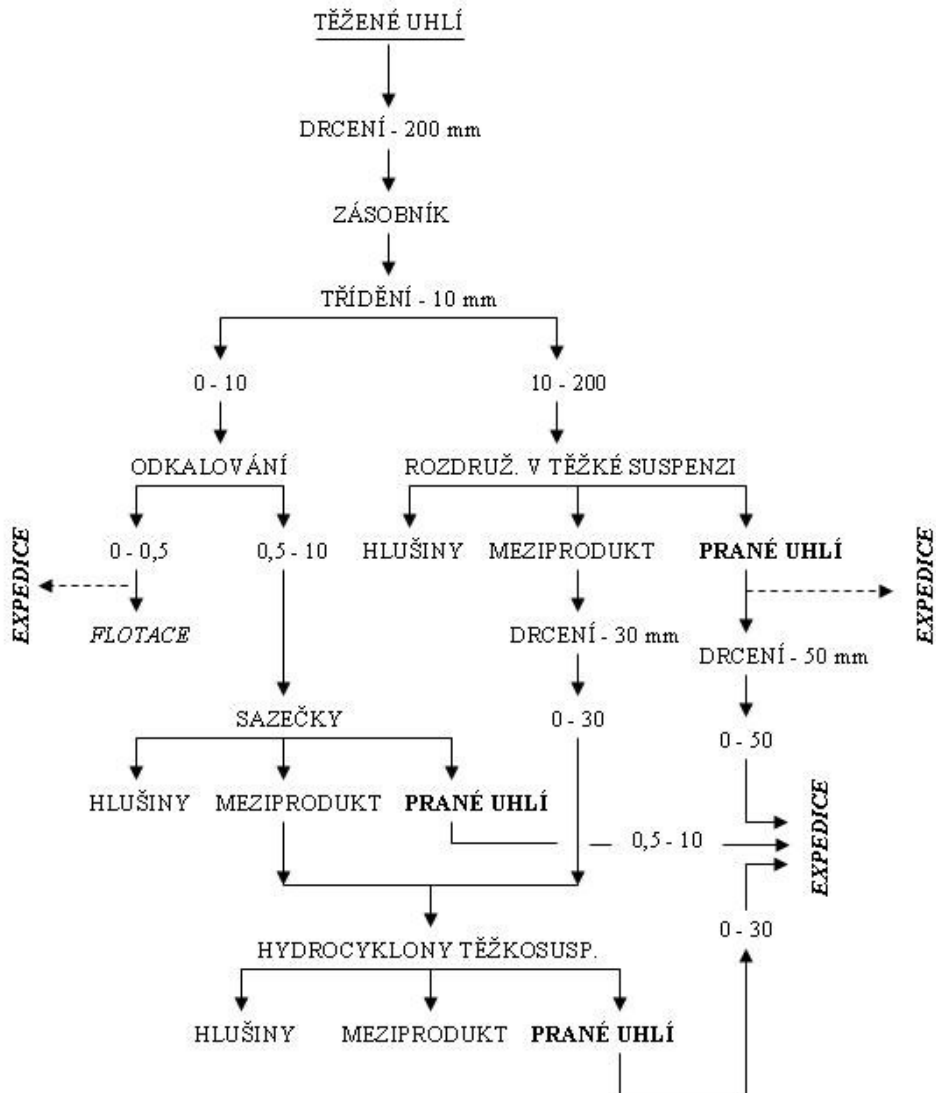
ROZDRUŽOVÁNÍ V SAZEČKÁCH

Proces rozdrůžování v sazečkách patří do skupiny dynamického gravitačního rozdrůžování. Je založen na rozdělování zrn suroviny podle měrné hmotnosti a velikosti ve střídavém vzestupném a sestupném vertikálním proudu vody při současném horizontálním posunu vrstvy. Proud je vyvolán vpouštěním a vypouštěním tlakového vzduchu do vzduchových komor pod hladinou sazečky za současného horizontálního posuvu vrstvy rozdrůžovaného materiálu působením průtoku spodní vody. Ta současně přemísťuje podíly s nižší měrnou hmotností do následných sekcí sazečky a nakonec splavuje prané uhlí – hlavní produkt rozdrůžování.

Rozdrůžovací proces v sazečkách je ovlivněn:

- měrnou hmotností materiálu
- velikostí a tvarem rozdrůžovaných částic
- amplitudou, tvarem a frekvencí pulzů vodního prostředí
- výškou vrstvy rozdrůžovaného materiálu

Při průchodu sazečkou dojde k rozložení částic různých měrných hmotností a velikostí do horizontálních kvalitativně rozdílných vrstev. Kleslé podíly s největší měrnou hmotností jsou vynášecím zařízením ze sazečky vyneseny, poté jsou odvodněny a tvoří výsledný produkt konkrétního pole sazečky. Podíly s nižší měrnou hmotností jsou splaveny do dalšího pole, kde probíhá podobný proces. Na výstupu sazečky vytéká voda, která unáší nejlehčí uhelný produkt. Sazečky pro úpravu uhlí jsou většinou tříproduktové (hlušina, meziprodukt a prané uhlí). V podélném řezu může mít sazečka několik polí. V každém poli lze získat konečný produkt jiné kvality. Pro vyvolání pulzace vody se používá stlačený vzduch vpouštěný do a vypouštěný ze vzduchových komor sazečky.

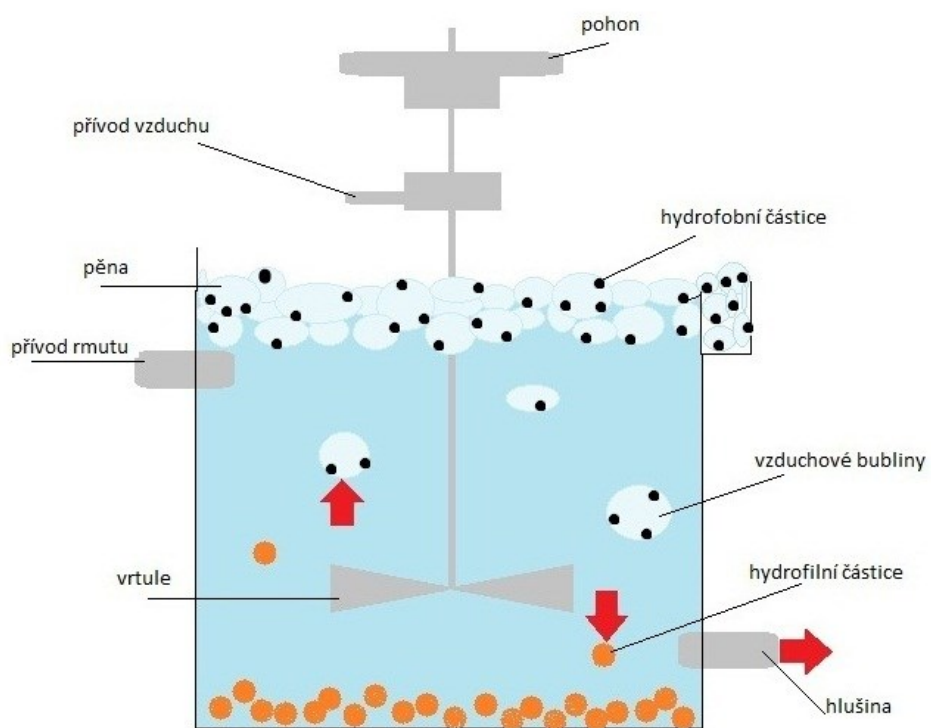


Obr. 3 Přehled technologií úpravy černého uhlí

[© J. Nováček]

ROZDRUŽOVÁNÍ VE FLOTACI

Při flotační úpravě je zpracováván nejjemnější podíl (do 1 mm). Technologie využívá rozdílné smáčitelnosti povrchů zrn praného uhlí a hlušiny (rozdílné fyzikálněchemické vlastnosti povrchů rozdrůžovaných zrn). Po dodání pěničů a smáčedel dochází k vzplavování lehčí části upravované suroviny (uhlí) bublinkami vzduchu ve formě pěny na hladinu. Flotace je dražší než gravitační způsoby úpravy, z hlediska kvality flotačních koncentrátů však ostatní způsoby úpravy předstihuje.



Obr. 4 Princip flotace

[Zdroj: P. Pipreková, bakalářská práce, 2012]



Obr. 5 Linka flotace, úpravna Dolu Darkov

[Foto: P. Pipeková, 2011]

ODVODŇOVÁNÍ

Protože úpravnické procesy probíhají ve vodním prostředí, je výsledný praný produkt nasycen vodou. Před jeho expedicí zákazníkům se proto musí obsah vody snížit.

Odvodňování může být řešeno pomocí některé z následujících technologií:

- pomocí odstředivé síly - odstředivky
- využitím přetlaku - hyperbarické filtry
- podtlakem
- termickým sušením (např. úpravna Dolu Darkov, technologie firmy Babcock)
- působením gravitace

ÚPRAVNY ČERNÉHO UHLÍ (OKD)

Z hlediska technologie rozdrůžování můžeme úpravny v OKD a.s. rozdělit do tří typů:

- těžkosuspenzní úpravny – Lazy, 9. květen (již uzavřena)
- sazečkové úpravny – dříve úpravna ČSA, úpravna Dolu 1. máj (již uzavřena)
- kombinované úpravny – Dukla (již uzavřena, 2006), Jan Karel (ČSA), Paskov, Darkov

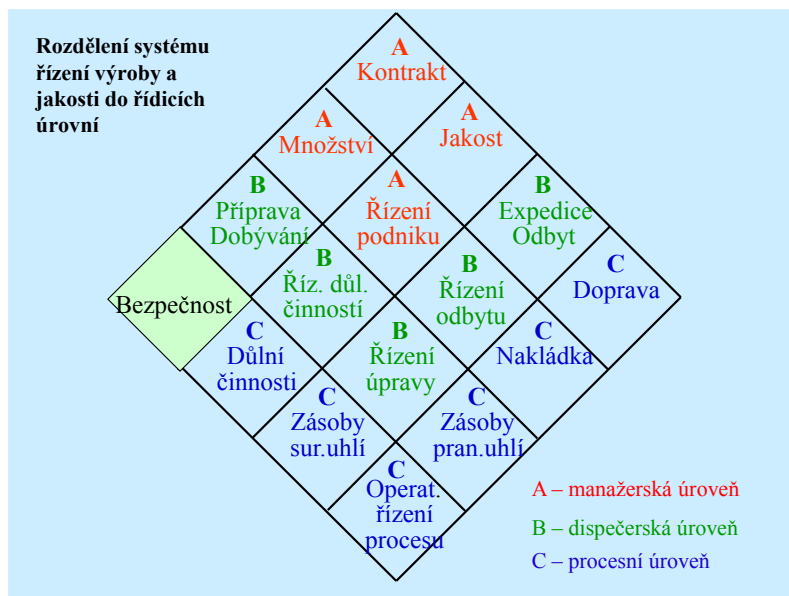


Obr. 6 Úpravna Dolu Darkov v Karviné

[Foto: R. Danel, 2011]

ANALÝZA ŘÍZENÍ V ÚPRAVNĚ ČERNÉHO UHLÍ

Na obr. 6 je rozkreslen systém řízení v důlním podniku jako soubor vzájemně propojených a spolupracujících bloků - subsystémů.



Obr. 7 Subsystémy řízení důlního podniku a členění řízení do řídicích úrovní

[© Emil Soukup – ATP Soukup s.r.o.]

Zakreslíme-li do schématu na obr. 6 tok informací a tok materiálu (suroviny) jak je uvedeno na obr. 7, vyplyne nám logické rozdělení řízení výroby a jakosti důlního podniku do řídicích úrovní:

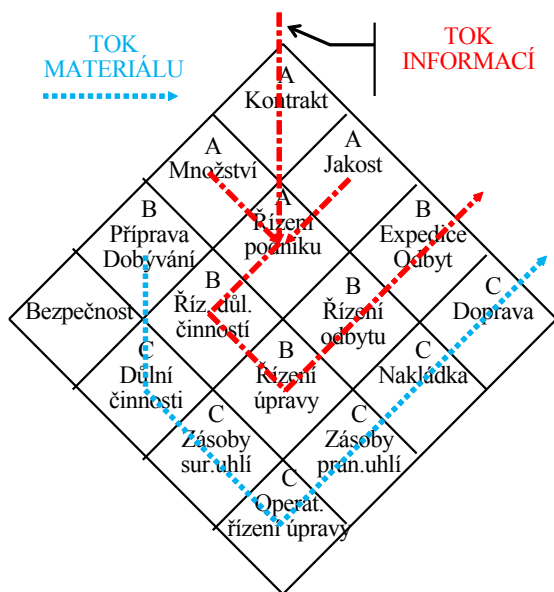
- procesní řídicí úroveň (označená písmenem „C“) – operativní řízení
- dispečerská řídicí úroveň (označená písmenem „B“) – taktické řízení
- manažerská řídicí úroveň (označená písmenem „A“) – strategické řízení

Manažerská řídicí úroveň se dále vrství k vyšším orgánům řízení, její charakteristika se však na rozdíl od procesní a dispečerské úrovně již nemění.

Pojmenování řídicích úrovní vychází z míry účasti člověka na řídicím procesu. Rozvrstvení do řídicích úrovní nemá bezprostřední souvislost s architekturou realizovaných řídicích systémů z hlediska konfigurace technických prostředků nebo se strukturou programového řešení řídicích systémů.

Procesní úroveň řízení je bezprostředně spojena s technologickým procesem. Účast člověka je omezena na dohled a nastavování parametrů řízení. Jde zde zejména o přímé řízení technologických uzlů v distribuovaných řídicích jednotkách a automatizovaný sběr dat.

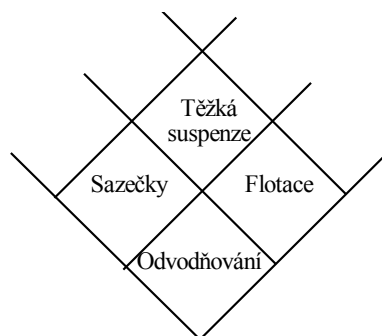
Centrem **dispečerského řízení** úpravy jsou pracoviště velínů, dispečinků, řízení nakládky nebo pracoviště vedoucích směny. Uživatelé mají k dispozici informace o průběhu řízeného procesu.



Obr. 8 Materiálový tok a tok informací
 [© E. Soukup & J. Skotnica]

Manažerská řídicí úroveň je obvykle přiřazována na úrovni řízení podniku. V rámci velkého podniku, jakým je akciová společnost OKD, je možné manažerskou úroveň v oblasti řízení úprav rozšířit i na nižší řídicí struktury, tj. na řídicí pracovníky úprav a odboru odbytu.

Řízení úpravny je ve výše uvedeném schématu tvořeno čtyřmi bloky. Základní je blok „Operativní řízení úpravny“. Tento blok lze dále rozčlenit podle řízení rozhodujících technologických procesů (obr. 8).



Obr. 9 Základní subsystémy operativního řízení úpravny

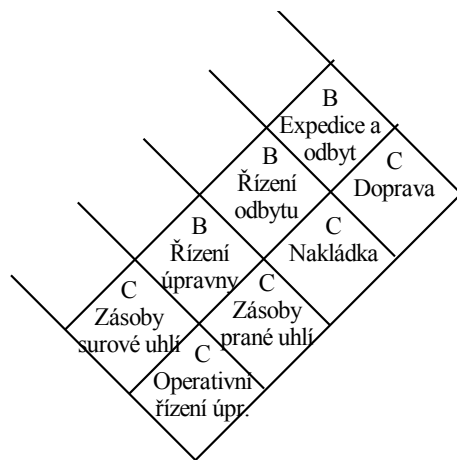
Vyřešení automatizace a řízení lokálních technologických uzlů umožňuje řešit automatizaci řízení úpravny jako celku (obr. 9). Součástí je sledování výkonu a výnosů jednotlivých technologií, základní sledování jakostních parametrů, sledování hodinových, směnových a denních výkonů za celou úpravnu (tj. sledování základních ekonomických ukazatelů výroby).



Obr. 10 Subsystem řízení úpravny jako celku

Na řízení úpravny navazuje řízení odbytu. Technologický proces skladování praných produktů přímo navazuje na proces nakládky a dopravy, a ve spolupráci s expedicí se vytváří úsek řízení odbytu (obr. 10).

Na řízení expedice pak přímo navazuje řízení jakosti a prochází zpětně proti toku materiálu celým úpravárenským procesem. Jakost prodávaných produktů jakož i jejich množství musí respektovat parametry, dohodnuté v rámci jednotlivých kontraktů. Aby bylo možné tento požadavek realizovat, musí být řízení jakosti uplatňováno v průběhu celého technologického procesu. Tento požadavek je respektován v technologickém procesu úpravy uhlí a v dnešní době chybí k úplnému uzavření řídicího schématu na obr. 6 části „Řízení důlní činnosti“, „Příprava, dobývání“ a „Důlní činnosti“. O ně snad bude vzniklý podnikový útvar řízení v budoucnu doplněn a tím se uzavře systém řízení důlního závodu a nebude, jako dosud, počátkem procesu řízení až informace o stavu zásob surového uhlí.



Obr. 11 Subsystem řízení úpravny a odbytu

K řízení důlních činností patří samozřejmě řízení bezpečnosti. Je to systém, jehož provoz je řízen souborem explicitně daných pravidel. Stojí jakoby vně systému řízení jakosti, je však pro jeho provoz nepostradatelný.

ISO A ŘÍZENÍ JAKOSTI

Tlak odběratelů na stále vyšší kvalitu výrobků vede při řízení produkce uhlí a jeho odbytu k nutnosti řízení a kontroly jakosti. Pojem **jakost** definujeme jako **schopnost výrobku nebo služby uspokojit potřebu zákazníka a tím dodavateli přinášet zisk**. Jakost v tomto smyslu není chápána jako technická dokonalost.

Jakost se týká i předpokládaných potřeb zákazníka. **Systém řízení jakosti** je definován jako soubor rozhodnutí a povinností jednotlivých stupňů řízení v podniku, zaměřených na splnění stanovených cílů (Taguchi, Japonsko).

Při posuzování řízení jakosti na důlním podniku lze konstatovat, že rozhodující vliv na jakost konečných produktů při výrobě uhlí má proces úpravy a systém kontroly prováděný odborem odbytu nebo odborem řízení a kontroly jakosti (OŘKJ). Přesto by systém řízení jakosti měl zahrnovat i důlní a obchodní činnost.

Řízení jakosti by mělo obsáhnout výrobní proces od okamžiku vytěžení suroviny z dolu až do naložení konečného produktu do železničních vozů a vyexpedování vlakové soupravy ze závodu. Z hlediska objektů se jedná o zásobníky surového uhlí, úpravnu, zásobníky praných produktů a nakládací koleje, z hlediska řízení se jedná o spolupráci důlního dispečinku, velínu úpravny, laboratoří a expedice se všemi vazbami na obchodní a dopravní společnosti.

V případě rozsáhlých dodávek upravovaných nerostů, kde jsou dodavatelé i velkoodběratelé vybaveni kvalitními laboratořemi, existuje při zkoušení jakosti uhlí taková jednotnost a shodnost postupů podle ČSN, že reklamace odběratelů jsou většinou oprávněné. Jejich množství

Komentář [RD2]: Nutná revise, zastaralé....

lze omezit jedině opatřeními ve výrobě, která zamezí expedici uhlí nevyhovujícího kupní smlouvě daného odběratele a výše uvedenému pocitu nespokojenosti.

V ČR byly v roce 1987 zveřejněny normy ISO 9000 (odpovídají evropským normám EN 29000). V naší zemi byly plně převzaty v roce 1991 v ČSN. Normy byly následně aktualizovány (ISO 9000:2000). Tyto ISO normy definují dodavatelsko odběratelské vztahy. Mají dopad na zajišťování jakosti, jsou přijímány jako základ pro definování požadavků na systémy řízení jakosti a jako důležitý nástroj k zajištění trhu. Budování systému řízení jakosti obvykle vychází z postupů užívaných v podniku a jejich modifikací vyvolaných požadavky normy. Tento postup se považuje za optimální z hlediska rychlosti zavedení a přípravy systému k certifikaci. Realizaci příznivě ovlivňuje jasná a konkrétní strategie podniku, ze které se odvíjí politika jakosti. Dále je to vhodná organizační struktura, postupy odpovídající efektivnímu řešení a dokonalý tok informací (jak to zdůrazňuje norma ČSN ISO 9004).

Jakost neznamená jen jakost výrobků. V širokém pojetí jakost znamená jakost práce, jakost informací, jakost procesů, jakost služeb, jakost „lidí“ (dělníků, techniků, vedoucích pracovníků i členů vrcholového vedení), jakost systému, jakost organizace. Právě tak nemůže existovat řízení jakosti, které by ignorovalo cenu, zisk, řízení nákladů a koneckonců i řízení objemu produkce.

Nasazení řídicích systémů úpravny a odbytu vytváří předpoklady pro zajištění řízení jakosti podle požadavků norem ISO 9000 při výrobě a prodeji uhlí.

ČSN ISO 9000

Pod označením ISO 9000 se rozumí normy pro řízení a zabezpečení jakosti - řada pěti standardů ISO 9000 až 9004. U hodnocení je nutné rozlišovat, je-li hodnocena jakost výrobního procesu nebo je certifikován určitý výrobek. Výše uvedené standardy stanovují základní pravidla pro zajištění jakosti.

ISO 9000 znamená pro daný produkt (proces), že prošel dobře definovaným, dobře vykonaným a dobře kontrolovaným procesem výroby. Vlastní standard ISO 9000 rozpracovává celkovou filozofii standardů pro systémy jakosti, jejich charakteristiku a existující druhy a předepisuje jak je nejlépe využít.

ISO 9001 zahrnuje sféry vývoje, výroby, instalaci a servis výrobků.

ISO 9002 pokrývá řízení jakosti ve výrobě.

ISO 9003 pojednává o závazcích zajištění jakosti na straně dodavatele při testování a předávkách.

ISO 9004 je soubor základních stavebních kamenů pro nasazení standardů jakosti a pro jejich zohlednění vzhledem ke skutečné situaci. Je stěžejním prvkem při budování systému jakosti pro dané podmínky pracovního procesu.

Například podle expertů British Standards Institution (BSI) lze hodnocení vzhledem k ISO 9000 shrnout do osmi základních kroků:

- vyhodnocení stávajících jakostních parametrů a prvků
- identifikace prvků nápravy pro zajištění souladu se standardy ISO

- příprava programu zajištění jakosti
- definice, dokumentace a implementace nových postupů
- příprava kompletní jakostní dokumentace
- předběžná jednání s agenturou pověřenou prováděním hodnocení
- vlastní hodnocení
- certifikace.

Pro realizaci řízení jakosti výroby v úpravně je vhodné se dále věnovat podstatným podmínkám a požadavkům dle normy ČSN ISO 9002 a postupům dle normy ISO 9004.

OŘKJ

Sledování jakosti uhlí patří v důlním podniku do působnosti **odboru řízení a kontroly jakosti (OŘKJ)**. Pracoviště důlní kontroly zajišťuje odběr vzorků z rubání a příprav a jejich zpracování pro analýzu. Mezioperační kontrola procesu úpravy provádí odběr vzorků materiálu za jednotlivými technologickými uzly úpravny, jejich zpracování a stanovení obsahu vody a zahuštění. Dále jsou prováděny třídící zkoušky a plavící rozbory uhlí do měrné hmotnosti 1600 kg.m⁻³. Výstupní kontrola zajišťuje odběr vzorků (v některých úpravnách pomocí automatických vzorkovacích stanic) a jejich zpracování z expedovaných druhů paliva. Provádí stanovení obsahu vody a zrnitostního složení. V laboratoři jsou prováděny základní rozbory uhlí, stanovení prašnosti, stanovení obsahu hořlavých látek ve směsi uhelného a inertního prachu a v plynové laboratoři jsou prováděny základní rozbory důlního ovzduší.

V případě nesouhlasu výsledku analýzy expedovaného uhlí v laboratoři důlního podniku a v laboratoři odběratele jsou prováděny **rozbory arbitrážních vzorků** dodavatele v laboratoři, na které se obě strany dohodnou. Výsledky arbitrážních rozborů jsou zahrnuty do konečné fakturace za jakost uhlí, případně mohou sloužit jako podklad pro nepřevzetí dodávky nebo odstoupení od kupní smlouvy.

Zatím chybí možnost zpětného využití produktů nevyhovující jakosti. Kromě úpravny Darkov chybí možnost homogenizace a případné selektivity produktů s ohledem na požadavky odběratelů. Důsledkem jsou výkyvy v jakosti expedovaných produktů.

Jakostní parametry uhlí, které nelze stanovit v laboratoři a jsou požadovány odběrateli v kupních smlouvách, při jednáních s odběrateli nebo jsou vyžadovány ČBÚ (např. stanovení obsahu škodlivin, typové a macerátové rozbory koksovateľného uhlí, stanovení radioaktivity, plasticity apod.) jsou stanovovány v cizích laboratořích.

Mluvit o přímém sledování množství materiálu na dopravnících jako o parametru jakosti se zdá nelogické, přesto tento údaj v systému řízení jakosti hraje významnou roli. Na vstupu se podle váhy řídí zatížení rozdrůžovačů (významný vliv na jakost), na výstupu má údaj význam pro bilanční hodnocení, sledování stavu zásob, jakostní směřování a zejména pro řízení odbytu.

MEZIOPERAČNÍ KONTROLA

Zajišťuje vzorkování produktů úpravy uhlí za jednotlivými technologickými uzly a zpracování těchto vzorků pro analýzu. Je sledován **pouze obsah vody a popela** ve vyrobených produktech, nikoliv jejich koksovací vlastnosti nebo obsahy škodlivin (síry, fosforu). Tyto parametry nejsou ovlivnitelné úpravou uhlí a je možné je regulovat pouze skladbou těžných slojí. Řídí se technologickým předpisem pro odběr vzorků. Výsledky rozborů jsou k dispozici v polovině směny následující po směně, ve které byly odebrány (v případě obsazení vzorkoven a laboratoře ve třísměnném režimu). Při zvýšené absenci nejsou mnohdy výsledky některých produktů známy vůbec, protože veškeré odběry se provádějí ručně. Výsledky jsou tedy k dispozici vlastně až v době, kdy je uhlí už vyexpedováno a jakékoliv operativní řízení výroby je téměř nemožné.

Výsledky analýz jsou dávány k dispozici vedení úpravný a velínům úpravný na jednotlivých technologických uzlech. Výsledky speciálních analýz (třídící zkoušky, plavící rozborů), eventuálně zvláštních odběrů a analýz, jsou předávány písemnou formou vedení úpravný.

VÝSTUPNÍ KONTROLA

Výstupní kontrola zajišťuje vzorkování expedovaných druhů uhlí a zpracování těchto vzorků pro analýzu. Výsledky slouží pro konečnou fakturaci za dodané uhlí a ke kontrole plnění kupních smluv. Řídí se komplexním technologickým předpisem pro odběr a zpracování vzorků.

U vybraných odběratelů se provádí vzorkování po tzv. skupinkách, tzn. že se naloží část dodávky, vzorek se zpracuje, analyzuje se na obsah vody a popela a určí se, zda takto naložena část dodávky vyhovuje kupní smlouvě pro příslušného odběratele. V případě, že palivo nevyhovuje, řeší se otázka "kam s ním".

SYSTÉM ŘÍZENÍ JAKOSTI NA ÚROVNI ŘÍZENÍ ÚPRAVNY

Na této úrovni se provádí přímé řízení jednotlivých technologických uzlů, sběr a ověřování základních informací z technologického procesu. Součástí systému na této úrovni je i vyhodnocování, prezentace a archivování odchylek od požadovaného stavu technologického procesu. Vyhodnocování odchylek výrazně pomáhá při analýze porušování technologické kázně a příčin poruch, které mají zásadní vliv na vznik neshodných výrobků.

Součástí dispečerské úrovně řízení je i vyhodnocování doby chodu strojů (nebo prostojů strojů), které je možné doplnit o identifikaci poruch. Tyto údaje mohou být klíčové pro pozdější zavedení některého ze systému péče o základní prostředky.

MĚŘENÍ JAKOSTNÍCH PARAMETRŮ UHLÍ

Z obchodního hlediska mají nejdůležitější význam pro prodej uhlí jakostní (kvalitativní) parametry.

Základní jakostní parametry černého uhlí jsou:

- obsah popela (popelnatost) v sušině A [%]
- obsah vody W [%]
- obsah prchavých hořlavin [%]
- spalné teplo Q_s [MJ.kg-1]
- výhřevnost Q_{ir} [MJ.kg-1]

- index puchnutí (spékavost) – SI [bezrozměrný, v rozpětí hodnot 1 až 9]
- dilatometrický ukazatel (koksovateľnost) [%]
- obsah síry S [%]
- obsah fosforu P [%]

Poslední čtyři parametry jsou důležité pouze u uhlí vhodného pro koksování, u energetického uhlí většinou nejsou uváděny.

Jednotlivé parametry se často uvádějí s indexy. Nejčastěji používané indexy mají tento význam:

- d bezvodý stav paliva
- r původní stav paliva
- a analytický stav paliva
- daf hořlavé prchavé látky - organická hmota paliva (u spalného tepla, výhřevnosti)

takže např. A^d je hodnota obsahu popela při bezvodém stavu vzorku.

Pro klasifikaci uhlí do obchodních tříd se dosud používá tří kódová klasifikace x y z dle normy ČSN 44 1391 „Klasifikace černých uhlí kódovými čísly“, kde

- x 1. kódové číslo - obsah prchavé hořlaviny – rozsah 0 až 9
- y 2. kódové číslo - index puchnutí – rozsah 0 až 3
- z 3. kódové číslo - dilatace - 0 až 5

Podle této klasifikace se uhlí člení do dvou hlavních skupin: na **energetické uhlí** a **uhlí vhodné pro koksování (UVPK)**. Ostatní státy používají klasifikace jiné.

Pro obchodní účely se jakostní kvalitativní parametry uvedené výše zjišťují laboratorně. Ceny jednotlivých sortimentů jsou smluvní

Pro provozní technologické účely (řízení výroby a odbytu) se sleduje zejména obsah popela a vody kontinuálně v průběhu výroby.

Pro měření jakostních parametrů v provozech se používají

- kontinuální popeloměry (Enelex, Sojka)
- kontinuální vlhkoměry (Berthold)
- analyzátory jakosti (např. polský rychloanalyzátor Wilpo).
- Kontinuální síroměry



Obr. 12 Rychloanalyzátor Wilpo pro rychlou analýzu obsahu popela, vody, síry a výhřevnosti, používaný v OKD, výrobce Polsko (Katowice)

[Zdroj: <http://www.wilpo.pl/apache2-default/labor.htm>]

PRINCIP MĚŘENÍ OBSAHU POPELA

Principem měření obsahu popela jsou radioaktivní zářiče a snímače, umístěné nad a pod pásovým dopravníkem. Měření je prováděno na základě měření zeslabení gamazáření o dvou různých energiích procházejícího přes projíždějící vrstvu uhlí. Nízkoenergetický ^{241}Am se při průchodu látkou zeslabuje v závislosti na jejím středním protonovém čísle a také na plošné hmotnosti prozařované vrstvy. Pro kompenzaci vlivu plošné hmotnosti vrstvy je současně měřeno gamazáření o střední energii ^{137}Cs , které je zeslabováno pouze vlivem vrstvy. Rozdíl obou signálů dává informaci o středním protonovém čísle prozařovaného uhlí nezávisle na šířce vrstvy a nerovnosti povrchu. Za předpokladu, že nedochází k větším a rychlým změnám v chemickém složení, existuje jednoznačná závislost mezi středním protonovým číslem a obsahem popela v uhlí.

Komentář [RD3]: Doplnit obrázek Enelex

Kontinuální vlhkoměry Berthold pracují na principu mikrovlnného měření. Mikrovlnné záření prochází měřenou vrstvou materiálu a uvádí volné molekuly vody do rotace. Tím je způsoben fázový posuv a útlum mikrovlnného záření, což slouží jako základ pro určení obsahu vody. Vyhodnocovací jednotka je řízená mikroprocesorem. Mikroprocesor analýzou měřené hodnoty potlačuje rušivé rezonanční vlivy.

Měření kontinuálními popeloměry a vlhkoměry nedosahuje ani zdaleka přesnosti laboratorních měření, avšak výsledky měření jsou k dispozici ihned, on-line, což má zásadní vliv na operativní řízení výroby.

MĚŘENÍ KVANTITATIVNÍCH VELIČIN

V oblasti úpravy surovin se setkáváme také s nutností měřit kvantitativní hodnoty, nejčastěji se jedná o:

- měření hmotnosti
- měření průtoku nebo množství prošlé suroviny
- měření výšky hladin

MĚŘENÍ HMOTNOSTI

Z hlediska použití můžeme vážní systémy rozdělit na:

- technologické
- obchodní

Obchodní váhy se používají k vážení expedovaných produktů (vagónů, aut) a oproti technologickým se pohybují ve vyšší třídě přesnosti. Jsou součástí všech obchodních operací vztahujících se k množství. Metrologický dohled provádí podle Zákona o metrologii stát. Přesnost vážení obchodních vah je do 0,5 %.

Technologické váhy jsou součástí technologických procesů. Maximální povolená chyba vážení bývá definována relativní chybou vztaženou k vážicímu rozsahu a pohybuje se v rozmezí 0,1-5 %.

Z hlediska přesnosti členíme dle normy (EN 45 501 Metrologické aspekty vah) váhy do čtyř tříd přesnosti na jemné, přesné, běžné a hrubé. Snímače zatížení se dělí podle normy OIML IR 60 do čtyř tříd přesnosti (A, B, C, D). Jsou to téměř výhradně kovové tenzometry.

Dále můžeme vážní systémy rozdělit na:

- kontinuální
- diskontinuální

Kontinuální váhy se používají pro zjišťování hmotnosti sypkých materiálů při transportu a plnění funkcí spojených s řízením toku materiálu.

Těžiště činnosti spočívá v zjišťování okamžité hodnoty přepravovaného materiálu, udávané v $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$. Je-li systém vybaven regulačními prvky s regulací na předem zvolenou hodnotu, můžeme hovořit o **dávkovacím systému**.

Kontinuální vážní systémy mají kromě snímače zatížení obvykle také snímač rychlosti.

Diskontinuální váhy jsou váhy zásobníkové, silniční nebo kolejové.

V OKD jsou nejdůležitější kolejové váhy, neboť převaha expedice je realizována přes železnici. Základem je jeden nebo několik vážních mostů uložených v základové vaně. Kolejové váhy mohou být statické nebo určené k měření za pohybu (dynamické vážení). V OKD se používají vážní systémy od výrobců Schenck, Wesico, RVS, Tenzona. Podrobnější informace o vážních systémech najdete v knize „Automatizace v úpravkách černého uhlí“ (Danel, 2009).



Obr. 13 Kolejová váha Tenzona.

[Zdroj: <http://www.tenzona.cz/prumyslove-vahy/kolejove-vahy>]



Obr. 14 Silniční váha Schenck. Využívá se např. v úpravně ČSM k vážení hlušiny pro rekultivační účely.

[Zdroj: <http://www.calibra2000.cz/vahy>]

MĚŘENÍ HLADIN

Nejvíce používané snímače hladin v úpravkách OKD jsou:

- plovákové
- odporové
- ultrazvukové
- pneumatické

Plovákové a pneumatické se používají při měření výšky hladin kapalin. Plovák stavoznaku plave na hladině a jeho pohyb je přenášen na indikační zařízení. Pneumatické snímače využívají závislosti hydrostatického tlaku měřené kapaliny na výšce sloupce.

Ultrazvukové stavoznaky využívají útlum ultrazvukových vln při průchodu měřenou látkou nebo odrazu vln od hladiny a výpočtu vzdálenosti od času návratu podle vztahu

$$L = \frac{c \cdot \tau}{2} \quad [\text{m}]$$

kde τ - čas návratu odražené ultrazvukové vlny [s]

c - rychlost šíření ultrazvuku v měřeném prostředí [m.s⁻¹]

V úpravkách se používají například ultrazvukové stavoznaky firmy Level Instruments.

AUTOMATIZACE ÚPRAVÁRENSKÝCH TECHNOLOGIÍ PŘI ÚPRAVĚ ČERNÉHO UHLÍ

Komentář [RD4]: Převzato z mé knihy z roku 2009, konzultace s ATP, zda to ještě je aktuální...

AUTOMATIZACE ROZDRUŽOVÁNÍ V TĚŽKÉ SUSPENZI

V OKD se pro rozdrůžování v **těžké suspenzi** (dříve se používal také termín „těžká kapalina“) používají těžkosuspenzní rozdrůžovače Drewboy, rozdrůžovače typu SM a těžkosuspenzní cyklóny.

Těžkosuspenzní rozdrůžovače Drewboy jsou používány v úpravkách Jan Karel, ČSM, Darkov a Paskov. V úpravně Jan Karel je na rozdrůžovačích Drewboy pouze originální pneumatická regulace od výrobce – francouzské firmy Venot-PIC.

Pro řízení rozdrůžování v těžké suspenzi se používá regulace měrné hmotnosti, vyvinutá firmou ATP Soukup s. r. o., založená na principu měření množství feromagnetického zatěžkávadla (magnetit Fe₃O₄) v suspenzi. Tento způsob je vhodný pro těžké suspenze vytvářené z látek s magnetickými vlastnostmi.

Řízení rozdrůžování v rozdrůžovačích Drewboy firmy ATP Soukup v úpravně Darkov obsahuje několik regulačních smyček. V systému jsou čtyři rozdrůžovače s obvody pro regeneraci suspenze. V každé jímce je zavedena regulace hladiny, některé mají navíc regulaci měrné hmotnosti. Pro měření měrné hmotnosti se používá hustoměr MHS-5 (vyvinutý firmou

ATP Soukup) založený na principu změny indukce. Měrné hmotnosti odpovídá přítomnost zatěžkávadla – je-li měrná hmotnost v cirkulačním obvodu s nejhustší suspenzí menší než požadovaná hodnota, přidává se suspenze.

V Darkově je rozdružování v rozdružovači Drewboy nastaveno na vysokou měrnou hmotnost a používá se v technologickém uzlu odkamenění (pro odstranění hlušiny). Výstup včetně proplásku je vstupní surovinou pro rozdružování pomocí sazeček.

V úpravně ČSM byl původní hydrostatický způsob měření měrné hmotnosti prací suspenze rovněž nahrazen systémem MHS. Výstupem měření množství zatěžkávadla je elektrický signál, který po ocejchování reprezentuje hodnotu měrné hmotnosti suspenze a je základní veličinou řízení – připouštění čerstvé prací suspenze nebo vody. Součástí řízení je také regulace hladin v cirkulačních jímkách I. a II. dělicího řezu a v jímce zředěné suspenze. Nastavené hodnoty dělicího řezu jsou dodržovány v toleranci 0,01 kg.dm⁻³ a systém řízení umožňuje jejich kontrolu a dokumentování.

Systémy řízení rozdružování v těžké suspenzi jsou vybaveny regulací měrné hmotnosti suspenze. Automatické řízení rozdružování v těžké suspenzi vede k optimalizaci procesu a k stabilizaci prostředí. Z hlediska optimalizace výkonu by byla výhodnější regulace obsahu popela na výstupu, což by ovšem vyžadovalo instalaci kontinuálních popeloměrů na výstupu. Tento předpoklad není v žádné úpravně splněn.

Při úpravě v **těžkosuspenzním rozdružovači typu SM (SM-vana)**, používaných v úpravně Lazy (dříve také v úpravně 9. květen a Dukla) je jednoduchá regulace od hodnoty snímače, umístěného přímo ve vaně. Akční člen je servopohon pro přidávání suspenze. Není zde regulace hladiny, připouštěním vody dochází ke zředování a k doplňování hladiny suspenze, která odchází s produkty. Přepad z vany a suspenze z prvního stupně sprchování se odvádí na separátory k regeneraci magnetické složky suspenze.

V Darkově je SM-vana využita v technologickém uzlu odkamenění a je včetně drtičů řízena lokální automatikou na bázi Simatic S7.

Rozdružování v **těžkosuspenzních cyklonech** je použito v úpravně Lazy (cyklony HIRST). Při úpravě jemnozrnných podílů a kalů na cyklonech jsou sledovány cirkulační okruhy a řízeny hladiny v jímkách.

V roce 2008 byl zahájen projekt rekonstrukce úpravny Dolu ČSM. V rámci rekonstrukce byla úpravna vybavena těžkosuspenzními rozdružovači. Automatizaci technologie, na bázi PLC řízení Simatic (propojen přes sběrnici Profibus), zajišťuje firma Temex s. r. o. Nová linka úpravny byla uvedena do provozu během roku 2010.

AUTOMATIZACE ROZDRUŽOVÁNÍ V SAZEČKÁCH

Rozdružování v sazečkách se v OKD provádí většinou sazečkami typu OM-18 a OM-24. Výjimkou jsou úpravny Jan Karel a ČSM se sazečkami typu Škoda. Od výrobce jsou vybaveny pouze ovládací elektronikou. Prototyp řízení sazečky s řízením firmy **ATP Soukup s. r. o.** (s vícenásobnou pulzací) byl uveden do provozu v úpravně Dukla a později byl instalován ve většině úprav v OKD.

V úpravě ČSM bylo v letech 1994 – 1996 postupně rekonstruováno pět sazeček typu Škoda a ty byly vybaveny řídicím systémem ATP Soukup. Aby bylo možné zavést vícenásobnou pulzaci, nahradily se rotační šoupátka talířovými ventily, které jsou řízeny membránovými ventily. Jejich otevírání a zavírání řídí technologický počítač podle algoritmu „pomalý vzestup rychlý pokles“. Technologický počítač umožňuje, kromě volby jednoduché, dvojnásobné a trojnásobné pulzace, také automatizované řízení tlaku přívodního vzduchu, množství vody a výšky lože pro každé pole sazečky. Počítač umožňuje i automatické řízení vnosu, to je však při současném technologickém uspořádání sazečky nepoužitelné. V roce 1996 provedla katedra úpravnictví a technologií pro životní prostředí HGF, VŠB TU, pod vedením profesora J. Nováčka a doc. O. Bláhové srovnávací vyhodnocení, v němž se, kromě jiného, konstatuje zvýšení výnosu praného uhlí v sazečkách s automatickým řízením až o 1,9 %.

Systém řízení vyvinutý firmou ATP Soukup pro řízení a regulaci sazečky OM 24 v uhelné úpravě Dolu Darkov (uvedený do provozu v říjnu 2000) je založen na modulárním systému ADIS od české firmy AMiT s. r. o. [<http://www.amit.cz>]. Realizace řízení spočívala ve zvládnutí několika regulačních smyček.

Rozdružovací proces v sazečce je ovlivněn:

- měrnou hmotností materiálu
- velikostí a tvarem rozdružovaných částic
- amplitudou, tvarem a frekvencí pulzů vodního prostředí
- výškou vrstvy rozdružovaného materiálu

Prioritní regulace, která tvoří samostatný celek, je automatické řízení pulzace. Pulzací rozumíme střídavé vypouštění a vypouštění pracovního vzduchu do vzduchových komor sazečky. To způsobuje vznik vertikálního proudu vody v sazečce, který zrna suroviny nadnáší a rozdružuje. Systém umožňuje výběr z několika typů pulzace:

- jednoduchá pulzace s možností nastavení počtu pulzů za minutu (pod pojmem pulz rozumíme dobu otevření vypouštěcího ventilu, jeho uzavření, pauza, otevření vypouštěcího ventilu, jeho uzavření, pauza). V případě, že jednotlivé vypouštěcí a vypouštěcí ventily lze ovládat samostatně, lze časovým posuvem mezi začátky pulzů v jednotlivých polích vyvolat postupné vzduť hladiny v podélné ose sazečky, což napomáhá k posuvu materiálu a rozdružení.
- vícenásobná pulzace s možností nastavení doby cyklu v sekundách – vzduch je do vzduchových komor dávkován ve dvou (nebo více) za sebou následujících intervalech, mezi nimiž existuje definovaná prodleva. Po určeném časovém úseku je celý objem vzduchových komor vypuštěn a celý cyklus se opakuje.

Systém řízení může dále provádět:

- automatickou regulaci vynášení těžkých produktů
- automatickou regulaci vnosu lůžka

Pro zajištění výše uvedených regulačních smyček se ovládá:

- tlak vzduchu v kolektorech jednotlivých polí sazečky – podle požadované hodnoty
- průtok spodní vody – podle požadované hodnoty

- regulace množství vstupní suroviny podle údaje pásové váhy (zpracovaný signál ovládá polohu akčního členu např. pluhu na přísunu vstupní suroviny do sazečky)

Řízení a regulace zajišťuje modulární řídicí systém s mikroprocesorem AMiT AD-CPU167 (jednotka je vybavena rozhraním RS232 i RS485 a umožňuje připojit 16 vstupně/výstupních komunikačních modulů s možností dalšího rozšíření pomocí expanzních jednotek). Mikroprocesor je vybaven českým operačním systémem ADIS, který je určen k řízení a regulaci průmyslových technologických procesů. Řídicí systém pro regulaci sazečky je vybaven binárními vstupy, analogovými vstupy, relé, binárními výstupy, průmyslovým terminálem (připojeným přes sériové rozhraní) a převodníky pro odporový vysílač 100 Ω (výstup 4 – 20 mA).

Systém je dále pro potřeby řízení vybaven těmito snímači a akčními členy:

- akční člen k regulaci vynášení kleslých frakcí (hydraulické válce HM 63/32 180, včetně hydraulického agregátu s příslušenstvím od firmy Hydac s. r. o.)
- snímače výšky hladin a vzhosu (ultrazvukové snímání T 30 UINA, dodává Turck)
- limitní snímače otevření hydraulického servopohonu vynášení (Bevaro)
- tenzometrické snímače tlaku vzduchu v kolektorech jednotlivých polí – DMP 31 (BD Sensors)
- akční členy regulace tlaku vzduchu v jednotlivých kolektorech (servoklapky M1-11E firmy Mapol s. r. o.)
- magneticko-indukční průtokoměr Altoflux IFM 4080D/F (Krohne CZ s. r. o.)
- klapa pro regulaci průtoku spodní vody
- dva hladinoměry (BOS/L) k signalizaci zahlcení sazečky a následné blokáde přísunových cest (ZAM-servis)
- solenoidní ventily pro vpouštění a vypouštění vzduchu (součást polské dodávky ventilové sekce sazečky vybavené ventily firmy Festo).
- popeloměr na výstupu praného uhlí ze sazečky
- klapa pro regulaci celkového vzduchu
- váhy na přísunových pásech

PŘEHLED NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH REGULAČNÍCH SMYČEK PŘI ŘÍZENÍ SAZEČKY

Prioritní je regulace vpouštění a vypouštění pracovního vzduchu do vzduchových komor jednotlivých polí sazečky prostřednictvím elektropneumatických rozvaděčů vzduchových talířových ventilů. Ventily podle podkladů výrobce vyžadují napájení stlačeným vzduchem o tlaku 600 kPa a jsou akčním členem řízení pulzace.

Řídicí systém vydává povel do jednotlivých solenoidových ventilů v sekcích vpouštění vzduchu a do solenoidových ventilů v sekcích pro vypouštění vzduchu. Typ pulzace lze zvolit a systém ji pak udržuje bez ohledu na ostatní regulační smyčky.

Regulace vynášení kleslých frakcí probíhá následovně (pro jednoduchost je popsána regulace jednoho oddělení sazečky):

Na hladině kleslých frakcí je plovák, který má pracovní zdvih 360 mm a je mechanicky zavěšen 150 mm od roštu (dna) sazečky. Pohyb plováku je snímán ultrazvukovým snímačem a je

převeden na normalizovaný signál 4 – 20 mA. Vyhodnocovací rychlost snímače umožňuje zachytit vertikální pohyb plováku v průběhu jednoho pulzačního cyklu a tím dává informaci o velikosti vznosu. Poloha plováku odpovídající výšce lože a pohyb odpovídající vznosu jsou řídicím programem ošetřeny a vstupují jako řídicí veličina pro pohyb akčního členu - hydraulického válce. Tento hydraulický válec je mechanicky spojen s vypouštěcím šoupátkem, které řídí množství vnesených kleslých podílů.

Regulace množství spodní vody: je nastaven potřebný průtok a jeho hodnota je podle údaje průtokoměru regulační klapou udržována na požadované hodnotě. Průtok spodní vody je zobrazen na displeji vyhodnocovací jednotky průtokoměru, která také poskytuje údaj o celkovém protečeném množství.

Řídicí software, umožňující činnost a regulaci sazečky, zobrazuje důležité parametry a informace prostřednictvím zabudovaného displeje APT 100. Zaškolená obsluha sazečky může sledovat zobrazované údaje a měnit dle potřeby zadávané parametry, vypínat nebo zapínat základní funkční prvky, případně měnit způsob činnosti celé regulace sazečky. Automatická regulace celého procesu úpravy uhlí v sazečkách modulárním systémem ADIS je monitorována v technologickém panelu velínu úpravný. Od prosince 2000 do roku 2003 proběhla realizace tohoto systému řízení sazeček na osmi strojích typové řady OM na třech uhelných úpravnách OKD.

Další sazečky typu OM v úpravně Darkov byly původně vybaveny pouze ovládacím systémem od výrobce, později po dodatečných technologických úpravách doplněny řídicím systémem polské výroby. Sazečky v úpravnách Jan Karel a Paskov původně nebyly vybaveny řídicím systémem, v úpravně Paskov byl v sazečkách v červenci 2001 nasazen systém řízení ATP Soukup na bázi mikroprocesoru ostravské firmy AMiT a s vizualizací pomocí systému Promotic (Microsys).

AUTOMATIZACE FLOTACE

Řízení procesu flotace spočívá v automatickém dávkování flotačních činidel v závislosti na obsahu popela na výstupu, na velikosti objemového průtoku a na měrné hmotnosti vstupního rmutu.

Řízení flotace používané v OKD prošlo mnohaletým vývojem. Původní lokální řízení flotace bylo realizováno analogovým regulátorem TRS vyráběným firmou ZPA Ekoerg Ústí nad Labem; výstup pro ovládání servopohonu je zde nespojitý - třípolohový. Toto řešení bylo ještě donedávna používáno v již uzavřené úpravně Dolu 9. květen. V dalších realizacích byla lokální analogová regulace nahrazena přímým řízením počítačem. To přineslo výhody snadného nastavování technologických parametrů nebo změny algoritmu při zásadních změnách suroviny. Přímé řízení flotace počítačem od firmy ATP Soukup je nasazeno např. v úpravnách Jan Karel, Paskov nebo Darkov.

Starší systémy řízení flotace jsou v úpravnách Dukla a ČSM (1993). V úpravně ČSM z původní dvoustupňové flotace byly ponechány v provozu čtyři pětibuňkové flotátory. Tyto flotátory byly vybaveny komplexní automatizací a zapojeny do centrálního systému řízení úpravný (řídicí počítač ALPHA DS-20 s operačním systémem VMS - jedná se o přímé řízení, technolog zadává v systému konstanty regulace flotace).

V úpravně Paskov je v provozu dříve realizovaný systém řízení, s regulací hladiny a obsahu popela. Systém nemá automatickou regulaci měrné hmotnosti, ta se zde pouze měří.

Flotátory v úpravně Darkov jsou vybaveny automatickým ovládním od polského výrobce. Jde o jednoduché řízení výkonného členu podle množství vstupního materiálu. Polský systém nesnímal hodnoty na výstupu, regulační smyčka byla tedy otevřená. Firma ATP Soukup vybavila flotační linku v úpravně Darkov měřením obsahu popela hlušin na výstupu z linky (popeloměrem RAP) a regulací hladiny ve flotačních vanách. Vizualizace technologického uzlu flotace pro obsluhu je řešena pomocí software **SCADA / HMI** (Supervisory Control and Data Acquisition / Human Machine Interface) systému Promotic ostravské firmy Microsys.

Jako příklad regulace a automatizace řízení flotace lze uvést realizaci firmy ATP Soukup v úpravně Jan Karel (dříve ČSA). V rámci OKD se jedná o nejkompexnější řešení automatizovaného řízení této technologie úpravy.

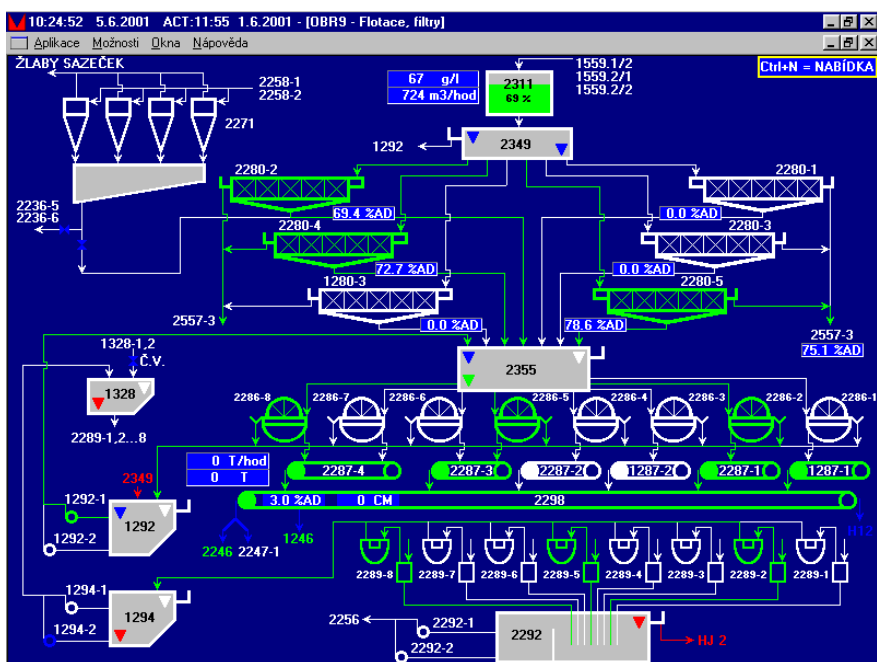
S flotací zde souvisí poměrně specifický systém řízení, realizovaný v úpravně Jan Karel a v úpravně Darkov. V těchto úpravnách dochází k vytěžování kalových rybníků, kde je uložena surovina, která v minulosti nemohla být zpracována a byla považována za odpad. Těžená surovina z kalových rybníků je přidávána do vstupní suroviny z dolu na flotační lince v poměru 1:1. Těžba z kalových rybníků (úprava Jan Karel) je prováděna třemi sacími bagry, odkud je sváděna do vstupní jímky čerpací stanice. Zde dochází k určité homogenizaci surových kalů a regulaci na konstantní měrnou hmotnost. Reguluje se také hladina v jímce. Z jímky se surové kaly čerpají do úpravně a upravují se na flotační lince. Akčním zásahem regulačního obvodu je přípouštění vody. Pokud hladina ve vstupní jímce klesne pod určitou úroveň (kterou nastavuje obsluha), přechází se na regulaci hladiny, aby bylo zajištěno zavodnění čerpadla. Systém je na vstupní cestě do úpravně, kde převýšení činí 40 metrů, vybaven tlakoměrem (tenzometrický tlakoměr BD Sensors). Dále je v systému zapojen kontinuální průtokoměr s lokální řídicí smyčkou, umožňující chod technologie i bez řízení počítačem (při dosažení spodní meze hladiny je čerpadlo vypnuto). Regulace je realizována počítačem pomocí SCADA systému Promotic. Celý řídicí systém je zcela autonomní. Počet snímaných hodnot je asi sedmdesát (z toho asi deset je analogových, zbytek binární).

Řízení flotace v úpravně Jan Karel se skládá ze tří regulačních smyček:

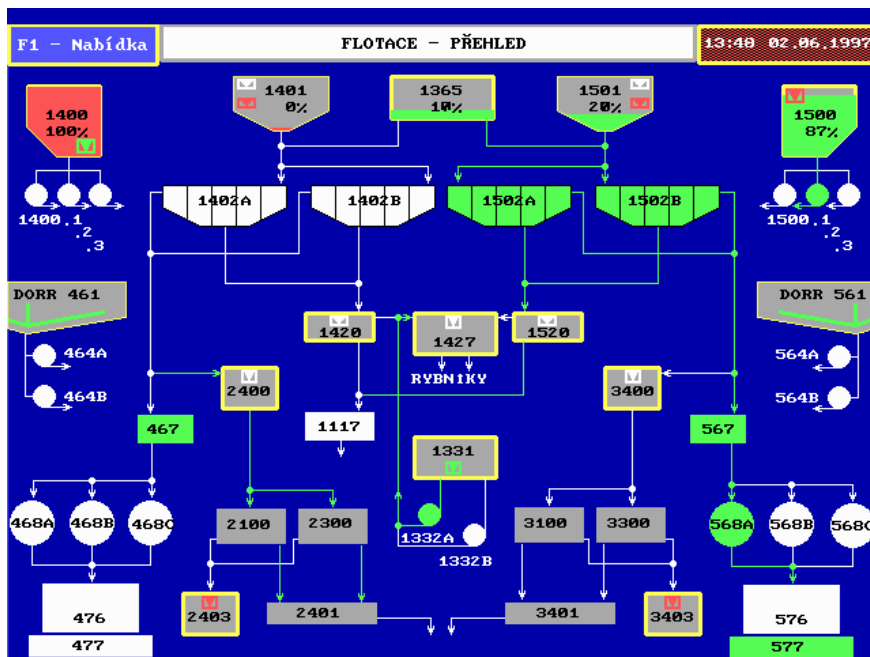
- regulace měrné hmotnosti surových kalů
- regulace požadované hladiny ve flotační vaně
- regulace požadovaného obsahu popela flotačních hlušin

Řízení počítačem umožňuje přepínat mezi ručním řízením nebo plně automatickým provozem regulace měrné hmotnosti. Nastavuje se požadovaná měrná hmotnost. Při regulaci hladiny je použit snímač hladiny MVH. Snímač MVH je tvořen pneumatickou trubicí s pasivním vzduchem - stoupající kapalina zvyšuje tlak, který je tenzometrickým převodníkem převeden na hodnotu napětí. Regulační smyčka na požadovaný obsah popela je řízena na základě měření popeloměrem RAP (vyvinutým firmou ATP Soukup). Princip snímače vychází z toho, že obsah popela je úměrný množství odraženého světla od flotačních hlušin, které obtékají snímač. Regulační smyčky jsou řešeny softwarově v systému Promotic. Výstupem je napěťový signál 0-10 V, který řídí analogový regulátor TRS (vlečná regulace). Akčním členem regulační smyčky je dávkovač pro přípouštění flotačního činidla, ovládaný elektrickým servopohonem.

Systém řízení flotace v úpravně Jan Karel je instalován ve čtyřech flotátorech. Koncentrát z flotace vstupuje do odstředivky nebo do hyperbarického filtru, k odvodnění. Řídicí systém prezentuje obsluze kromě vlastní regulace flotace také důležité technologické údaje, jako například stav havarijní jímky, odpady vody a chod čerpadel.



Obr. 15 Technologické schéma flotace, SCADA systém Promotic, úpravna Darkov
[© ATP Soukup s.r.o.]



Obr. 16 Vizualizace technologického uzlu flotace, úpravna ČSM

[© ATP Soukup s.r.o.]

AUTOMATIZACE ZAHUŠŤOVÁNÍ

Zahušťování je proces, jehož cílem je oddělení tuhých částic ze rmutu. Nedochází však k úplnému odvodňování a i ve vyčerené vodě zůstává část nejjemnějších zrn. Nejrozšířenějším způsobem zahušťování je sedimentace. Hlušiny z flotace se v OKD zahušťují sedimentací v kruhových zahušťovačích DORR. Pro zlepšení procesu sedimentace se do zahušťovačů přidávají chemická činidla nazývaná **flokulanty**.

Flokulant je látka, která způsobí srážení částic do větších shluků, takže lépe sedimentují; působí tedy chemickou cestou. Práškový flokulant se rozpouští ve vodě za stálého míchání, které však nesmí být příliš intenzivní, aby nedocházelo k rozbití molekul. Účinnost flokulace se snižuje jak nízkým tak vysokým dávkováním.

Účinnost kruhových zahušťovačů je posuzována podle stupně zahuštění kalů a podle čistoty slivu. U uhelných kalů lze dosáhnout zahuštění přes 300 g.dm^{-3} , u flotačních hlušín i přes 500 g.dm^{-3} . Výkon zahušťovače je závislý na zrnitosti materiálu a obsahu tuhých částic v přívodu.

Pro zvýšení účinnosti sedimentace flotačních hlušín v zahušťovačích DORR a zvýšení jakosti vratné prací vody byly firmou ATP Soukup vyvinuty a nasazeny zařízení pro měření zahuštění (zákalu) vratné prací vody. Volitelný rozsahem měření je $0 - 2$ a $0 - 6 \text{ g.dm}^{-3}$. Dále je DORR vybaven snímačem hladiny MVH-5T. Zákal (obsah pevného podílu) je vyhodnocován v elektronických obvodech průsvitoměru a přes regulátor TRS se **řídí dávkování flokulačního činidla**. Regulační smyčka není uzavřená, čím větší zákal je změřen, tím víc flokulačních činidel se dávkuje. Realizace uzavřené smyčky s regulací na požadovanou hodnotu nebyla možná kvůli značným dopravním zpožděním (řádově v hodinách) a je předpoklad, že systém by s danými akčními členy vykazoval kmitání. Systém řízení dávkování flokulantů je v provozu v úpravně ČSM a v úpravně Darkov.

AUTOMATIZACE ODVODŇOVÁNÍ

Jemné podíly praných produktů z flotace nebo kaly se odvodňují v **odstředivkách**. V OKD se pro řízení zatížení odstředivek typu KHD se používají distribuované řídicí jednotky firmy ATP Soukup. Jsou v provozu v úpravnách Dukla, Jan Karel, Darkov a Lazy.

Novější systém řízení odstředivek ATP byl nasazen v roce 2001 v úpravně Darkov. Jako základní snímač je v regulačním obvodu snímač zatížení „LOAD-BEAM“ na vynášecím rotoru. Cílem regulace je optimální výkon odstředivky, tj. regulace zatížení tak, aby využití odstředivky bylo maximální a přitom nedošlo vlivem přetížení k zablokování nebo poškození zařízení. Optimální zatížení je kolem 60 %. Při řízení odstředivky se při zatížení 70 % uzavírá vstup suroviny. Druhá mez je zatížení na 80 %, kdy se odstředivka odpojuje od napětí. Meze pro odstavení jsou nastavitelné parametricky a na různých lokalitách jsou nastaveny odlišně.

Požadované zatížení při nájezdu odstředivky nemá lineární průběh (je krokováno), z důvodu plynulého zatížení odstředivky tak, aby nedošlo k překmitu a odstředivka se rázově nepřetížila. Regulaci na nastavené požadované zatížení provádí počítač. Kromě řízení počítačem obsahuje systém odstředivky další ochranné prvky. Při zatížení na 100 % pojistný kolík vypne odstředivku bez ohledu na stav materiálu (který se poté ovšem musí ručně ze zastavené odstředivky vybrat; tomu se právě snaží regulace zabránit). Smyslem této pojistky je zabránění poškození keramického vyložení odstředivky. Výsypka je chráněna snímačem (kapacitní,

Pointec) proti ucpání při zastavení dopravníku nebo při vzniku nálepů. Materiál by při nálepu začal brzdit rotor odstředivky aniž by se to projevilo na zatížení (hrozí poškození řemenů).

Podobný systém řízení odstředivek byl nasazen v úpravně Lazy. Zde je situace komplikovaná tím, že ze vstupní nádrže jde materiál na dvě odstředivky a na **hyperbarický filtr Andritz**. Proces odvodnění v odstředivkách je řízen počítačem vybaveným SCADA systémem Promotic. Jestliže je hyperbarický filtr v provozu, má přednost před odstředivkami. Hyperbarický filtr je vybaven lokální automatikou Simatic (vizualizace je od výrobce, na počítači PC a software InTouch). Čerpadla hyperbarického filtru Andritz jsou řízena frekvenčním měničem. Další regulační smyčky jsou mezi odstředivkami (regulace hladiny). Při malém nátoky a poklesu hladiny pod určitou mez se snižuje požadované zatížení odstředivky. Klesne-li hladina pod určitou mez, vypínají se nejdříve odstředivky a při dalším poklesu se odpojuje čerpadlo hyperbarického filtru, aby nedošlo k nasátí vzduchu.

Odvodňování hyperbarickými filtry s řídicím systémem od výrobce je využíváno také v úpravnách Jan Karel a Paskov.

Uzavření kalového hospodářství, vylučující dřívější nežádoucí uskladňování kalů v kalových rybnících, je záležitostí technologických úprav. Uzavřený kalový oběh je v úpravně Darkov, realizovaný pomocí **termického sušení kalů v bubnové sušárně Babcock**. Systém je řízen lokální automatikou Simatic S5. Tvůrcem programového vybavení je firma Temex s. r. o. Z ekologických důvodů je systém od roku 2015 odstaven.

ŘÍZENÍ PROFYLAXE NAKLÁDKY PROTI ZAMRZÁNÍ

Profylaxe expedovaných produktů proti zamrznání spočívá v **přidávání nemrznoucích prostředků do produktů před nakládáním do vagónů**. Složitost řízení spočívá v tom, že prostředky se dávkuje podle odhadované teploty u koncového odběratele (aby vozy nezamrzly a šly vyklopit). Jako směsi se používá například Reaflot firmy FLOTALEX (zředěný 1:1 s vodou). Dávkuje se přibližně 1 dm³ na tunu pro teplotu -20 °C.

V OKD jsou nasazeny dva systémy řízení profylaxe firmy ATP Soukup, v úpravně Darkov a druhý v úpravně ČSM. Systém v úpravně ČSM je komplexnější. Řízení je realizováno počítačem se systémem Promotic. Do systému se podle odhadu zadá teplota u odběratele. Měří se množství materiálu na pásu buď pásovou vahou nebo přepočtem z výšky vrstvy měřené kontinuálním popeloměrem (radionuklidovou metodou). Systém je vybaven blokovacími podmínkami, nesplněním kterékoliv z těchto podmínek dojde k přerušení regulace a uzavření trysek nad dopravníkem.

Vlastní regulace probíhá podle změny výšky vrstvy na dopravníku matematickým výpočtem potřebného průtoku směsi a následným otevřením tří ventilů, regulujících množství zkrápějící nemrznoucí směsi. Reguluje se bez uzavřené smyčky – čím více materiálu tím více kapaliny se přidává (v poměru 1 : 1000). Tři solenoidové ventily dávají sedm kombinací průtoku podle toho, který ventil je otevřen. Kontrola se provádí měřením průtoku nemrznoucí směsi. Průtok musí být úměrný počtu otevřených trysek a je konstantní, což je dáno konstrukcí. Menší průtok signalizuje ucpání trysek, větší mechanické poškození.

System umožňuje přepnout mezi automatickým a ručním řízením, signalizovat alarmní stavy (včetně zvukové signalizace), sledovat vybrané technologické poruchy, provozní stavy a evidovat historický průběh zvolených měřených veličin nebo analyzovat trendy.

SELEKTIVNÍ TĚŽBA A HOMOGENIZACE

Ekonomiku výroby v úpravně může příznivě ovlivnit použití **selektivní těžby**. Ta je využívána např. v Dole Lazy (kvůli výskytu antracitu zhoršujícího koksovateľné vlastnosti uhlí) a v Dole Darkov. Selektivní těžba znamená, že uhlí z konkrétního porubu o známých jakostních parametrech, je dopravováno selektivně do zásobníků surového uhlí, aniž dojde k jeho pomíchání s uhlím z jiných porubů. Na vstupu do úpravny je tedy uhlí o známé kvalitě, což lze využít při dalším zpracování. Tato metoda ovšem vyžaduje **dostatečnou kapacitu zásobníků** v dole a také na vstupní straně úpravny (což například není splněno v úpravně ČSM, kde kapacita zásobníků na vstupu je poměrně malá), s možností řízení zavážení zásobníků. Významnou roli také hraje složení těžných produktů a skladba expedovaných sortimentů uhlí. Přířnos selektivní těžby v Dole ČSM, kde se těží uhlí přibližně stejné kvality a kde je výstupem z úpravny především sortiment UVPK s parametry v určitých mezích, by byl relativně malý. Naproti tomu v případě úpravny Darkov, produkující UVPK i celou škálu energetického uhlí, má selektivní těžba na výkon úpravny zásadní vliv. V Darkově jsou pro to splněny technické předpoklady, včetně dvou samostatných skipových zařízení a značné kapacity zásobníků surového uhlí jak v dole, tak na povrchu.

Další metodou pro zlepšení ekonomiky výroby je technologický uzel **homogenizace energetického uhlí**. V úpravně Darkov bylo firmou ATP Soukup realizováno směšování energetického prachu ze zásobníků surového uhlí s meziproduktem ze sazeček. Úpravárenský komplex Darkov produkuje energetický prach, přičemž u 80 % produkce je požadavek na obsah popela 26-28 %. Vyráběný energetický prach však má podstatně lepší kvalitu. Cílem homogenizace je dosáhnout směsi prachu s proplástkem tak, aby byla dodržena zákazníkem požadovaná kvalita energetického prachu. To vede ke zlepšení ekonomiky výroby a prodeje energetického prachu.

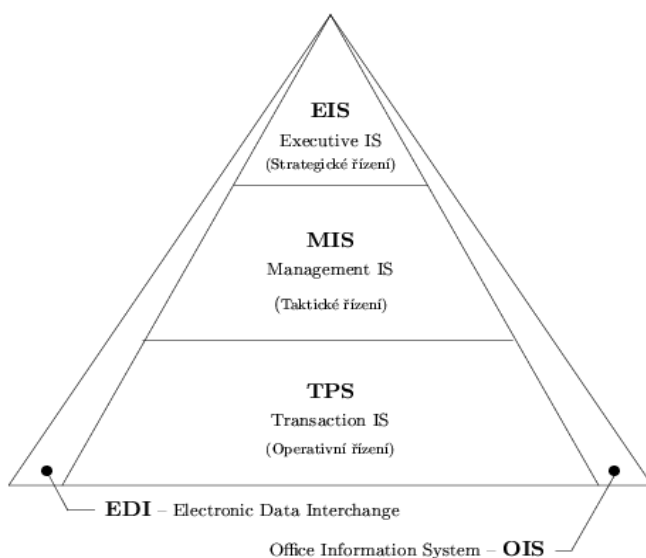
ŘÍDICÍ A INFORMAČNÍ SYSTÉMY V ÚPRAVNICTVÍ

Pojmy informační a řídicí systém nemají dnes ostré hranice. Informační systém poskytuje informace, ovšem takto poskytované informace jsou podporou pro řízení, hovoříme tedy o řízení nepřímém.

Při analýze řídicích systémů hraje roli, na jaké **řídicí úrovni** systém posuzujeme. Principiálně můžeme rozlišit tři řídicí úrovně:

- operativní (nebo také procesní) řízení
- taktické řízení
- strategické řízení

Podle toho, zda informační systém funguje na operativní, taktické nebo strategické řídicí úrovni, dělíme informační systémy do tří skupin.



Obr. 17 Rozdělení informačních systémů dle řídicí úrovně

Subsystém **OIS (Office Information System)** vytváří systém pomocí standardních kancelářských a komunikačních prostředků pro podporu kancelářských prací (editory, tabulkové procesory, Access, pošta, icq...) a prostupuje všemi úrovněmi řízení. Stejně tak systém **EDI (Electronic Data Interchange)**, což je v podstatě standard pro elektronickou výměnu dat.

Operativní řízení se zabývá řízením v daném okamžiku, řízením technologií, procesů, často v reálném čase. Jedná se o rozhodování v krátkých časových okamžicích. Pro operativní řízení jsou rozhodující časově krátkodobé data.

Taktické řízení postihuje větší časový okamžik, obvykle směnu nebo den. Pracuje často s trendy, bilančními hodnotami, historickými daty. Na této úrovni plníme plán výroby na směnu, plán prodeje za den atd.

Strategické řízení pracuje s větším časovým horizontem, na této úrovni řešíme strategické plány, dlouhodobé rozhodování. Pracujeme zde s daty pořízenými ve větším časovém horizontu, které jsou často nějakým způsobem agregována nebo jinak předzpracována. Na této úrovni se také hodně využívají statistické metody zpracování dat.

MES SYSTÉMY

Systémy pro řízení výroby, do kterých patří i informační systémy úpraven, se označují jako **MES - Manufacturing Execution Systems**. Existuje mezinárodní organizace sdružující výrobce MES systémů, MESA (<http://www.mesa.org/en/>). MESA definovala některé standardy pro MES systémy, a také 11 funkčních oblastí, které spadají do této kategorie informačních systémů.

Základním cílem MES systémů je:

- dosažení nižších nákladů
- zvýšení kvality
- pružnější reagování

MES systémy souvisí s těmito pojmy:

KVALITA – PRODUKTIVITA – EFEKTIVITA

Nasazení MES systému v podniku by mělo:

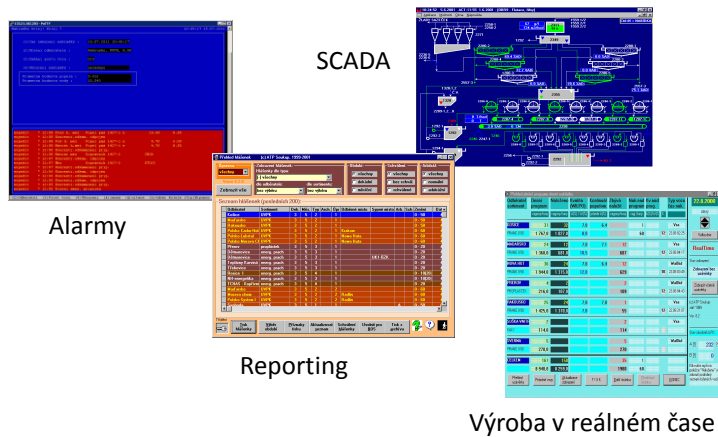
- umožnit říditelnost procesů
- garantovat termíny plnění zakázek
- optimalizovat stav výroby
- optimalizovat logistické procesy
- zkrátit dobu průchodu výrobku výrobou na minimum
- dávat k dispozici prostředky pro rychlou reakci na okamžitou situaci
- sledovat kvalitu včetně její archivace
- snižovat náklady na manipulaci s materiálem ve výrobě
- automatizovat administrativní činnosti

MES systémy se liší podle **druhu výroby**:

- a) Kusová (diskrétní) výroba
- b) Dávková (šaržová) výroba
- c) Kontinuální

Úprava uhlí spadá spíše do kategorie kontinuální výroby.

MES – ukázky aplikací



Obr. 18 Ukázky prezentační vrstvy v IS MES

FUNKČNÍ OBLASTI MES DLE DEFINICE ORGANIZACE MESA

1. Krátkodobé rozvrhování
2. Přidělování zdrojů a kapacit
3. Dispečerské řízení
4. Správa dokumentace
5. Sledování toku materiálu
6. Analýza výkonnosti
7. Řízení pracovních sil
8. Řízení údržby
9. Řízení procesu
10. Řízení jakosti
11. Sběr dat

KATEGORIE INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ PODLE ZAMĚŘENÍ

- ERP – podnikové informační systémy (např. SAP, Infor, IBM, Oracle, K2...)
- MES – systémy pro řízení výroby
- CRM – systémy pro správu zákazníků
- ECM – systémy pro digitalizaci dokumentů a informací
- EAM – systémy pro technickou diagnostiku a správu zařízení
- HRM – personalistika
- SCM – systémy pro logistiku dodavatelsko-odběratelských vztahů
- APS – systémy pro pokročilé plánování výroby (výroba typu JIT - Just In Time)

ŘÍDICÍ SYSTÉMY V ÚPRAVNÁCH ČERNÉHO UHLÍ

V úpravkách černého uhlí prošly informační a řídicí systémy dlouholetým vývojem, od 80. let 20. Století. Můžeme je rozčlenit do několika etap (generací):

- a) Éra sálových počítačů - SMEP, ADT
- b) 1. generace – první polovina 90.let – počítače PDP s operačním systémem RSX
- c) 2. generace – 1997-2006 – počítače ALPHA s operačním systémem VMS
- d) 3. generace – od 2006 – Intel, Windows nebo Linux, SQL databáze

Podrobnější popis těchto systémů najdete v knize „Automatizace a řídicí systémy v úpravkách černého uhlí“.

VRSTVY INFORMAČNÍHO SYSTÉMU ÚPRAVNY

Informační a řídicí systémy úpravny jsou z pohledu koncepce charakteristické svou **vrstevnatostí a modularitou**. Aplikační vybavení je rozděleno do několika vrstev, které jsou relativně nezávislé.

Systém řízení úpravny se skládá z těchto vrstev:

- vrstva sběru dat
- vrstva technologických výpočtů
- vrstva výstrah
- prezentační vrstva
- vrstva komunikace
- vrstva diagnostiky a údržby systému.

Standardní moduly v systému řízení úpravny jsou:

- modul pásových vah
- modul analogových veličin (zpracovává vybrané analogové veličiny, které mají vypovídací schopnost o průběhu výroby produktů úpravny)
- modul sledování stavu zásob
- modul sledování chodu strojů
- modul popeloměrů (vyhodnocuje také vážené průměry a kde je to možné obsah popela uhlí v zásobnících)
- modul řízení flotace (umožňuje nastavit konstanty pro regulátory)
- modul vyhodnocení odstředivek
- modul operativního řízení nakládky

Zobrazované sestavy lze v zásadě rozdělit na dvě skupiny:

- operativní - zobrazení okamžitých hodnot
- směnové (tzv. „shift reporty“)

STRUKTURA INFORMAČNÍHO SYSTÉMU ÚPRAVNY

- Snímače
- Koncentrátory dat
- Řídicí počítač
- Terminálová skupina (velín, dispečink)
- Aplikace pro vedení úpravny

SNÍMAČE

Snímače z pohledu zpracování v IS dělíme na:

- a) Analogové
- b) Binární (dvouhodnotové)
- c) Inkrementální (čítačové, impulsní)

Analogové snímače měří analogovou (spojitou) veličinu. Příkladem analogového měření je měření tlaku, teploty, napětí. Měřená veličina je vyhodnocovací jednotkou snímače převáděna na bitovou hodnotu (např. v rozsahu 0-255 bitů), která se následně musí přepočítat na odpovídající fyzikální veličinu.

Binární snímače obvykle poskytují proud 4 mA nebo 20 mA (nebo dvě hodnoty napětí), které odpovídají logické 0 nebo logické 1. Těmito snímači se snímají veličiny, které nabývají dvou stavů. Příkladem může být chod pásu (stojí – jede), stav klapky (otevřená – zavřená), stav kontaktu (sepnut – rozpojen).

Poznámka: hodnota 4 mA pro logickou nulu se používá z toho důvodu, aby se odlišil stav, kdy snímač neměří nebo je v poruše od hodnoty 0, což je měřená veličina.

Inkrementální snímače načítají impulsy, které odpovídají určitému množství měřené veličiny. Příkladem může být měření průtoku, kde 1 impuls odpovídá určitému objemu, nebo vážení u vážních systému (1 impuls je nárůst váhy o určité množství).

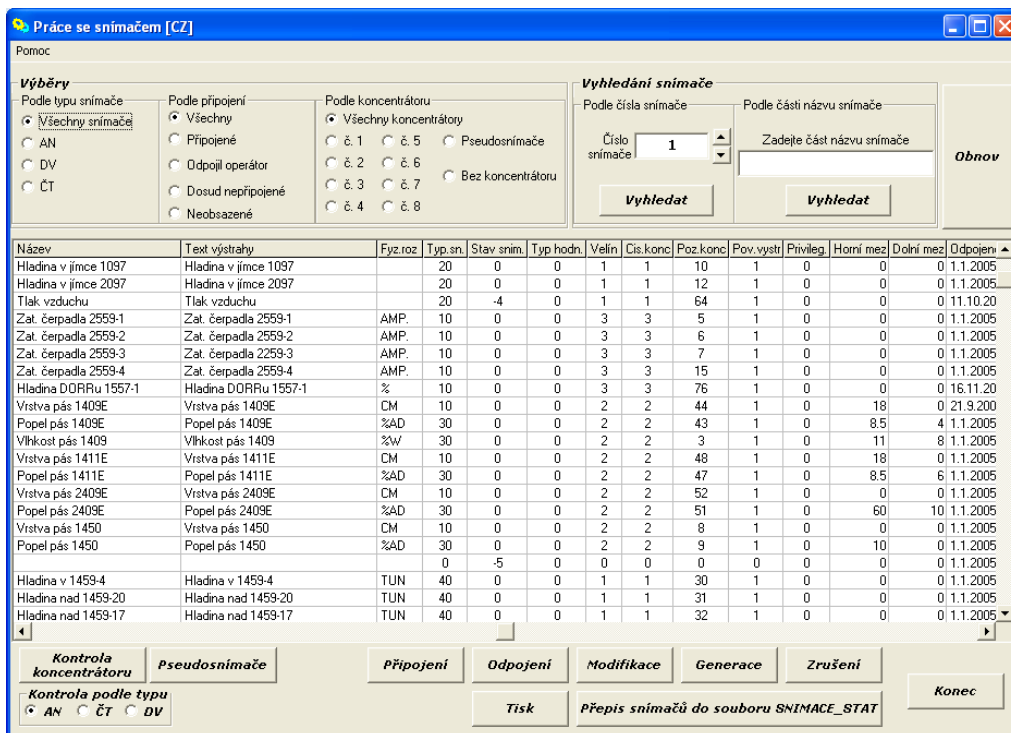
Poznámka. V praxi se místo pojmu snímač často používá „čidlo“. Dle technických norem je čidlo část snímače, která je v kontaktu s měřenou veličinou. Provozní pracovníci ovšem pojem čidlo používají ve významu snímač.

Úpravny černého uhlí v OKD obvykle mají 1200 – 1600 snímačů.

PROPOJENÍ TECHNICKÝCH PROSTŘEDKŮ

Jednotlivé snímače, akční členy a další technické prostředky automatizace je třeba nějakým způsobem propojit. K propojení se používá buď centralizované řešení s využitím proudových smyček, optických kabelů nebo pomocí průmyslových sběrnic.

V průmyslových systémech se můžeme setkat s různými typy sběrnic, dle výrobce. Jako příklad můžeme uvést Profibus (<http://cs.wikipedia.org/wiki/Profibus>), EthernetIP a další.



Obr. 19 Ukázka aplikace pro administraci databáze snímačů – analogové snímače

[© Skotnica – Danel, 2006]

KONCENTRÁTORY DAT

Koncentrátory dat slouží jako mezistupeň při předávání informací měřených snímači do řídicího počítače. Používají se u rozsáhlejších systémů, které jsou vybaveny větším množstvím snímačů. Jejich úkolem je předzpracování informací, jejich základní verifikace a také mohou sloužit ke koncentrací informací nebo zasílání informací v dávkách. Cílem je také zmenšit datový objem předávaný sítí.

Alternativou ke koncentrátorům dat je použití distribuovaného systému řízení (řízení pomocí PLC nebo autonomních řídicích PC).

ŘÍDICÍ POČÍTAČ

Řídicí počítač v pravém slova smyslu neřídí, poskytuje informace řídicím pracovníkům a tím zlepšuje jejich rozhodování při řízení. Jeho úkolem je zpracovávat měřené hodnoty, provést jejich verifikaci (např. je-li soustava tří pásů, nemůže být stav kdy první a poslední stojí, prostřední jede a je na něm měřeno množství – takovou situaci musí systém odchytil jako chybu měření).

Obsahuje technologické moduly, které informace v kontextu přepočítávají a připravují k prezentaci. Součástí může být výpočet vážených průměrů, bilanční vyhodnocování, vzorkování hodnot a ukládání hodnot do databáze.

Jednou z velmi důležitých činností je hlídání mimolimitních stavů – překročení technologických mezí nebo reakce na poruchy – na základě těchto stavů je velinářům a dispečerům zobrazena tzv. výstraha (alarm), kde obsluha obvykle musí potvrdit přečtení.

Další důležitou součástí je prezentace stavu výrobního procesu v reálném čase. Kromě sestav hodnot snímačů je nejčastějším výstupem **vizualizace technologického procesu** pomocí schémat v tzv. **SCADA systému** (Supervisory Control and Data Acquisition). V OKD se nejčastěji používá SCADA systém Promotic ostravské firmy Microsys. Často používaný SCADA systém je InTouch firmy Wonderware, systém od firmy Siemens, nebo IGSS a další. Systém v reálném čase zobrazuje stav technologie, např. zeleným částí, které jsou v chodu, bílé části, které stojí a červeně částí v poruše. SCADA systémy se využívají také k vykreslování grafického průběhu měřených veličin nebo výpočtu trendů.

TERMINÁLOVÁ SKUPINA

Jako „terminálová skupina“ je označována sada technických prostředků, které tvoří vybavení jednoho velínu nebo dispečinku. Obvykle se jedná o počítač s výpisem alarmů, technologických sestav a počítač s vizualizací řízení technologie pomocí SCADA systém. Časté je řešení s více monitory, aby obsluha nemusela „přepínat“ mezi zobrazením. Požadavkem na prezentaci informací je jednoduchost, přehlednost a relevantnost. Příliš mnoho prezentovaných informací vede k nepřehlednosti. Plusem řešení software pro dispečink je také jednoduchost a přehlednost ovládání (většinou je preferováno ovládání přes klávesnici). Důvodem je také fakt, že při vzniku kritické situace je velinář pod časovým tlakem a nemá čas řešit složité ovládání.

PŘÍNOSY Z NASAZENÍ INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ ÚPRAVNY

Hovoříme-li o řídicím systému úpravny, máme na mysli především nepřímé řízení na základě informací poskytovaných systémem.

Hlavní přínosy nasazení řídicího systému úpravny:

- zvýšení informovanosti řídicích pracovníků a jejich objektivnější rozhodování
- zvýšení technologické kázně ve výrobním procesu
- zvýšení výnosů – optimální využití suroviny
- zajištění dodržení parametrů kvality
- energetické úspory – např. registrací chodů strojů naprázdno
- zvýšení hodinových výkonů, zkrácení doby provozu úpravny
- sledování jakosti v reálném čase v průběhu výroby

Nová generace informačních systémů úpraven od společnosti Kovo, informační systémy a.s. navíc přináší:

- důraz na bezporuchový chod systému (zdvojení serverů, zajištění přepínání systému z produkčního na záložní v případě poruchy, odstranění využití proudových smyček pro přenosy dat na velkou vzdálenost, databázový mirroring)
- díky použití SQL databáze neomezené možnosti archivace technologických dat
- sofistikovaná správa databáze snímačů a technologických znalostí
- využití standardních HW a SW komponent přináší snazší údržbu a delší životnost systému
- nižší cena při vyšším výkonu
- díky modulární koncepci systému lze bezproblémově připojovat další snímače, datové zdroje, pracoviště pro vizualizaci, SCADA systémy nebo realizovat výstupy do systému nadřídící úrovně

OPERATIVNÍ ŘÍZENÍ EXPEDICE A ODBYTU

Zde se už pohybujeme v oblasti, která je na rozhraní mezi operativním a taktickým řízením. V úpravách černého uhlí funguje několik samostatných informačních a řídicích systémů pro řízení expedice a odbytu uhlí.

Bližší popis stávajících systémů řízení odbytu a expedice najdete v knize „Automatizace a řídicí systémy v úpravách černého uhlí“.

Při operativním řízení expedice a odbytu jde především o **řízení nakládky a průběžnou kontrolu jakostních parametrů nakládaných produktů**. Cílem je, aby jakostní parametry se čím jak nejvíce blížily jakostním parametrům požadovaným zákazníkem (odběratelem). Tyto požadavky jsou specifikovány v uzavřených smlouvách na dodávku uhlí. Jedná se hlavně o obsah popela a vody, které jsou měřeny kontinuálními popeloměry a vlhkoměry. Už v průběhu nakládky tak velinář řídicí nakládku vidí měřenou hodnotu. Místo okamžitého stav je důležitější informace trend – vidí-li obsluha, že jakostní parametr se zvyšuje (jeho průměrná hodnota jakožto vlečený průměr), znamená to, že může dojít k překročení požadovaných hodnot. To umožňuje dělat řídicí zásahy ještě v průběhu nakládky. Bez informačního systému jsou informace o jakostních parametrech známy z laboratorních měření, ovšem v době, kdy už je uhlí naloženo ve vagonech a řídicí zásahy jsou už v této chvíli nemožné.

Překročení jakostních parametrů znamená pro výrobce hrozbu arbitrážního řízení a v případě prohry jakostní odpočty nebo dokonce penále, podkročení jakostních parametrů (včetně dodávky „kvalitnějšího“ uhlí než je požadováno ve smlouvě) znamená pro podnik ekonomickou ztrátu.

Informační systém odbytu a expedice dále poskytuje pracovníkům úpravy:

- přehled o stavu prázdných vozů pro nakládku
- stav zásob v zásobnících
- informace o okamžitém stavu nakládky
- bilanční výstupy
- možnost tisku nákladních listů a jiných přepravních dokumentů
- sledování laboratorních měření jakostních parametrů včetně vytvoření a tisku hlášení o jakosti paliva
- evidence arbitrážních měření.

Přehled plnění programu denní nakládky

Odběratel sortiment	Denní program	Naloženo vagonů/tuny	Kvalita (WILPO) A[%] / W[%]	Kontinuál popelom. průměr A[%]	Zbývá naložit vagonů/tuny	Nak.nad program vag./tuny	Kv.nad prog. A[%]W[%] K.	Typ vozu čas nak.	22.8.2000	
									úterý	Volba dne
KOSICE	31	32	7.0	6.4		1		Vsa		
PRANE 0-50	1 767,0	1 827,0	8.0			60	12	23.08 02:25		
MADARSKO	24	12	7.0	7.1	12			Vsa		
PRANE 0-50	1 368,0	681,0	10.5		687		12	23.08 04:17		
NOVA HUT	36	24	7.0	6.4	12			Wa0kd		
PRANE 0-50	1 944,0	1 315,0	12,0		629		10	23.08 03:49		
PEREROV	4	2			2			Wa0kd		
PROPLASTEK	216,0	107,0			109		12	23.08 04:43		
BAKOUSKO	25	24	7.0	7.0	1			Vsa		
PRANE 0-50	1 425,0	1 370,0	7,0		55		12	22.08 21:07		
SUŠKA-VNITR	2				2			Vsa		
KALY	114,0				114					
SVERMA	5				5			Wa0kd		
PRANE 0-50	270,0				270					
CELKEM	161	150			35	1				
	8 940,0	8 259,0			1980	60				

22.8.2000
 úterý
 Volba dne
RealTime
 Stav zobrazení:
 Zobrazení bez uzávěrky
 Zobrazit včetně uzávěrky
 (c) ATP Soukup září 1999
 Ver. 8.2
 Stav zásobníků PU:
 A [t] 232 ?
 B [t] 0
 Kliknutím myši na položce "Naloženo" se zobrazí podrobný seznam ložených vozů

Obr. 20 Aplikace pro sledování plnění denního programu nakládky, úpravna ČSM

[Autor: R. Danel & ATP Soukup s.r.o.]

Podrobné informace o záznamu vozu

Klíč (identifikace) záznamu: 35048	Nosnost vozu: 54 [t]	TYP VOZU: Datum od (OKD)
Zdroj záznamu: z OKD dopravy	Hmotnost vozu: 24.95 [t]	20.6.1997 10:00:00
Číslo vozu: 845465790663	Hmotnost ložená: 54 [t]	Směna:
Datum a čas nakládky: 20.6.1997 10:33:00	Brutto: 78.95 [t]	<input type="button" value="přesunout uzávěrkou"/>
Pořadové číslo v rámci vážení: 0019	WILPO:	
Kód odběratele dle číselníku: 03	Datum měření: 20.6.1997 10:38:00	KARBONIA:
Název odběratele: NOVA HUT	Popel [%]: 7.2	Nákladní list: VYTIŠTĚN
Kód druhu dle číselníku: 01	Voda [%]: 11.6	Den expedice: 20.6.1997
Sortiment: PRANE 0-50	Síra: 0	Hmotnost korigovaná: 54
Číslo koleje (váhy): 10	Spalné teplo: 28.44	Odběratel:
		C I M: N

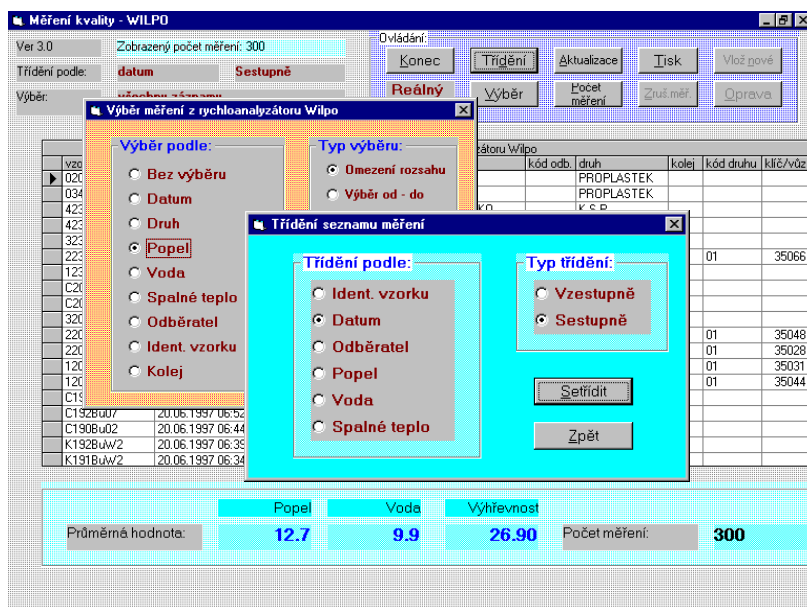
Obr. 21 Systém řízení odbytu úpravny ČSM – detail informací o loženém voze

[Autor: R. Danel]



Obr. 22 Formulář pro administraci hlášení o jakosti paliva

[Autor: R.Danel]



Obr. 23 Aplikace pro evidenci měření rychloanalyzátozem Wilpo, úpravna ČSM

[Autor: R. Danel]

Nákladní list ČD

Nákladní list ČD

Odesílatel: 389 47676787
 KARBONIA, a.s. Ostrava
 KB Ostrava č.ú. 91706-761/0100
 Nakládku provádí Dál CSM Stonava

Prohlášení: plátce přepravného
 firma MORAVIA STEEL a.s. Třinec

Číslo vozů: 84 54 6579042.4
 Vlastní hmotnost vozu v kg: 24 930
 Ložná hmotnost: 54,0
 Počet náprav: 4

Příjemce (jméno, adresa): 18050646
 63474808
 TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY a.s.
 nová koksovna
 T Ř I N E C

Informace pro příjemce a ražítka
 Informace 1: Určeno pro Moravia Steel a.s., Třinec
 Informace 2:
 Ražítka: KONTROLOVÁNO DRKJ

Požadované přepravní cesty: N722016

Stanice určení a místo dodání: 54 349241
 Název: T Ř I N E C
 vlastní vlečka:

Označení kusů / počet / druh obalu/ pojmenování zboží
 1 vůz uhlí koksovateľné 0 - 50mm
 pol. 270112

Placení přepravného
 Vybete datum: VI 1997 VI 1997
 2.6.1997
 Den expedice

Ovládání: Storno tisk, Tisk, Návrat

Obr. 24 Aplikace pro tisk „nákladních listů“ pro dopravce železničních vozů ČD

[Autor: J. Skotnica]

R e k a p i t u l a c e - 1.dek.

Datum	Směna	Počet skip	Bredf. tuny	Na prádlo	Popel 250	Popel 280	Vsázka celkem	Výroba UVPK	Výroba mezivr.	Výroba hlušiny	Nalož. Wa - PU	Nalož. Wa - MP	Výnos UVPK	Výnos MP	Výnos Bredf.
2.6.97	Ranní	340	500	5 700	26,9	56,0	4 200	2 424	217	1 634	26	2	57,7	5,2	8,1
2.6.97	Odpol.	398	500	7 200	25,2	48,3	7 000	3 994	217	2 460	71	0	57,1	3,1	6,5
2.6.97	Noční	59	0	1 100	30,4	42,8	3 200	1 637	4	1 393	48	1	51,2	0,1	0,0
	Součet	797	1 000	14 000	27,5	49,1	14 400	8 100	400	5 500	145	3	56,3	2,8	6,7
3.6.97	Ranní	335	500	6 000	22,0	50,6	4 900	2 462	170	1 423	28	0	50,2	3,5	7,7
3.6.97	Odpol.	355	300	6 700	28,2	44,9	7 900	4 424	96	3 122	75	2	56,0	1,2	4,3
3.6.97	Noční	86	100	1 700	30,4	41,2	2 600	1 339	104	915	44	1	51,5	4,0	5,6
	Součet	776	900	14 400	26,9	45,6	15 400	8 200	400	5 500	147	3	53,2	2,6	5,9
4.6.97	Ranní	318	500	5 700	27,8	50,3	4 900	2 280	94	1 433	30	0	50,7	2,1	8,1
4.6.97	Odpol.	335	300	6 600	24,9	44,5	7 700	4 054	70	2 777	80	0	58,5	0,9	4,3
4.6.97	Noční	52	100	1 000	24,4	42,0	1 100	590	61	500	27	3	61,8	5,5	9,1
	Součet	705	900	13 300	25,7	45,6	13 300	7 500	200	4 800	137	3	56,4	1,6	6,3
5.6.97	Ranní	320	300	6 000	26,1	53,3	5 000	2 551	209	1 695	28	0	51,0	4,2	4,8
5.6.97	Odpol.	264	200	5 200	25,6	44,6	6 000	3 483	92	2 737	60	0	58,1	1,5	3,7
5.6.97	Noční	49	0	900	33,2	42,1	1 100	677	114	353	28	3	61,5	10,4	0,0
	Součet	633	500	12 100	28,3	46,7	12 100	6 700	400	4 800	116	3	55,4	3,3	4,0
6.6.97	Ranní	315	500	5 600	24,7	42,1	5 000	2 633	303	1 483	38	0	52,7	6,1	8,2
6.6.97	Odpol.	405	200	7 000	23,9	59,9	7 000	4 202	96	2 972	63	0	54,9	1,2	2,5
6.6.97	Noční	80	100	1 400	28,1	42,3	2 100	1 168	18	972	37	0	55,6	0,9	6,7
	Součet	800	800	14 000	25,6	45,1	14 000	8 100	400	5 400	138	0	54,4	2,7	5,1
7.6.97	Ranní	223	200	4 100	25,0	45,3	0	0	0	0	0	0	0	0	4,7
7.6.97	Odpol.	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
7.6.97	Noční	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	Součet	223	200	4 100	25,0	45,3	0	0	0	0	0	0	0	0	4,7
8.6.97	Ranní	300	300	5 600	32,6	45,7	6 700	4 062	584	2 429	70	0	60,9	7,5	5,2
8.6.97	Odpol.	325	300	6 000	32,1	39,9	6 700	4 223	128	2 442	67	4	63,0	1,9	4,8
8.6.97	Noční	91	0	1 800	32,3	40,3	4 000	2 392	199	1 014	58	0	59,8	5,0	0,0
	Součet	716	600	13 300	32,3	41,6	17 400	10 700	800	5 900	185	4	61,5	4,6	4,3
10.6.97	Ranní	257	300	4 600	29,6	53,9	4 100	2 254	274	1 766	44	3	55,0	6,7	6,1
10.6.97	Odpol.	175	300	3 100	0,0	50,1	3 400	1 799	-19	1 653	29	0	52,9	-0,6	8,8
10.6.97	Noční	28	0	600	37,5	53,1	800	498	27	543	21	0	62,3	3,4	0,0

Obr. 25 Ukázka bilančních výstupů v Microsoft Excel

[Zdroj: ATP Soukup s.r.o.]

Provozní výkaz realizace uhlí vhodného pro koksování.

Realizace v měsíci:

Květen 1997

Měsíční DTP:

166 300 tun

Cílový úkol:

170 000 tun

Datum	Den	DTP	Skutečná denní realizace	od začátku měsíce	Denní rozdíl	Rozdíl od začátku měsíce	Počet dní do konce měsíce	real.do konce měs.	realizace do konce měs.	Cílový úkol	Denní rozdíl k cil. real	Rozdíl od zač. měs. k cil. real	real.do konce měs.	realizace do konce měs.
1.5.	Čtvrtek	0	0,0	0,0	0,0	0,0	19	166 300,0	8 753	0	0,0	0,0	170 000,0	8 947
2.5.	Pátek	0	0,0	0,0	0,0	0,0	19	166 300,0	8 753	0	0,0	0,0	170 000,0	8 947
3.5.	Sobota	0	0,0	0,0	0,0	0,0	19	166 300,0	8 753	0	0,0	0,0	170 000,0	8 947
4.5.	Neděle	0	0,0	0,0	0,0	0,0	19	166 300,0	8 753	0	0,0	0,0	170 000,0	8 947
5.5.	Pondělí	8700	9 208,5	9 208,5	508,5	508,5	19	157 091,5	8 727	8 700	508,5	508,5	160 791,5	8 933
6.5.	Úterý	8700	8 293,0	17 501,5	-407,0	101,5	18	148 798,5	8 753	8 700	-407,0	101,5	152 498,5	8 971
7.5.	Středa	8700	9 321,5	26 823,0	621,5	723,0	17	139 477,0	8 717	8 700	621,5	723,0	143 177,0	8 949
8.5.	Čtvrtek	0	0,0	26 823,0	0,0	723,0	16	139 477,0	8 717	0	0,0	723,0	143 177,0	8 949
9.5.	Pátek	0	0,0	26 823,0	0,0	723,0	16	139 477,0	8 717	0	0,0	723,0	143 177,0	8 949
10.5.	Sobota	0	0,0	26 823,0	0,0	723,0	16	139 477,0	8 717	0	0,0	723,0	143 177,0	8 949
11.5.	Neděle	0	0,0	26 823,0	0,0	723,0	16	139 477,0	8 717	0	0,0	723,0	143 177,0	8 949
12.5.	Pondělí	9000	10 756,0	37 579,0	1 756,0	2 479,0	16	128 721,0	8 581	9 000	1 756,0	2 479,0	132 421,0	8 828
13.5.	Úterý	9000	9 891,0	47 470,0	891,0	3 370,0	15	118 830,0	8 488	9 500	391,0	2 870,0	122 530,0	8 752
14.5.	Středa	9000	8 043,5	55 513,5	-956,5	2 413,5	14	110 786,5	8 522	9 500	-1 456,5	1 413,5	114 486,5	8 807
15.5.	Čtvrtek	9000	11 201,5	66 715,0	2 201,5	4 615,0	13	99 585,0	8 299	9 500	1 701,5	3 115,0	103 285,0	8 607
16.5.	Pátek	9000	8 929,5	75 644,5	-70,5	4 544,5	12	90 655,5	8 241	9 000	-70,5	3 044,5	94 355,5	8 578
17.5.	Sobota	9000	6 783,5	82 428,0	-2 216,5	2 328,0	11	83 872,0	8 387	9 000	-2 216,5	828,0	87 572,0	8 757
18.5.	Neděle	0	0,0	82 428,0	0,0	2 328,0	10	83 872,0	8 387	0	0,0	828,0	87 572,0	8 757
19.5.	Pondělí	8600	9 226,0	91 654,0	626,0	2 954,0	10	74 646,0	8 294	9 000	226,0	1 054,0	78 346,0	8 705
20.5.	Úterý	8600	10 385,5	102 039,5	1 785,5	4 739,5	9	64 260,5	8 033	9 000	1 385,5	2 439,5	67 960,5	8 495
21.5.	Středa	8600	7 308,5	109 348,0	-1 291,5	3 448,0	8	56 952,0	8 136	9 000	-1 691,5	748,0	60 652,0	8 665
22.5.	Čtvrtek	8600	7 170,0	116 518,0	-1 430,0	2 018,0	7	49 782,0	8 297	9 000	-1 830,0	-1 082,0	53 482,0	8 914
23.5.	Pátek	8600	11 004,5	127 522,5	2 404,5	4 422,5	6	38 777,5	7 756	9 000	2 004,5	922,5	42 477,5	8 496
24.5.	Sobota	0	0,0	127 522,5	0,0	4 422,5	5	38 777,5	7 756	0	0,0	922,5	42 477,5	8 496
25.5.	Neděle	0	0,0	127 522,5	0,0	4 422,5	5	38 777,5	7 756	0	0,0	922,5	42 477,5	8 496
26.5.	Pondělí	8600	8 302,0	135 824,5	-298,0	4 124,5	5	30 475,5	7 619	8 800	-498,0	424,5	34 175,5	8 544
27.5.	Úterý	8600	8 592,0	144 416,5	-8,0	4 116,5	4	21 883,5	7 295	8 600	-8,0	416,5	25 583,5	8 528
28.5.	Středa	8600	7 556,5	151 973,0	-1 043,5	3 073,0	3	14 327,0	7 164	8 600	-1 043,5	-627,0	18 027,0	9 014
29.5.	Čtvrtek	8600	7 510,5	159 483,5	-1 089,5	1 983,5	2	6 816,5	6 817	8 600	-1 089,5	-1 716,5	10 516,5	10 517
30.5.	Pátek	8800	6 486,5	165 970,0	-2 313,5	-330,0	1	330,0	#DIV/0!	8 800	-2 313,5	-4 030,0	4 030,0	#DIV/0!
31.5.	Sobota	0	4 226,0	170 196,0	-4 226,0	-4 556,0	0	-3 896,0		0	4 226,0	196,0	-196,0	

Obr. 26 Ukázka bilančních výstupů (MS Excel), úpravna ČSM

[Skotnica – Zbončák]

V knize „Automatizace a řídicí systémy úpraven černého uhlí“ (Danel, 2009) je dále uveden popis informačního systému řízení odbytu, vyvinutého pro společnost BOS a.s. (dceřiná společnost OKD, která zajišťuje pro OKD obchodní činnost).

KOMPLEXNÍ ŘÍZENÍ ODBYTU

Zatímco u operativního řízení odbytu a expedice šlo o řízení průběhu nakládky tak, aby byl co nejlépe pokryt zadaný plán nakládky (v OKD označovaný jako „program“ nakládky) při splnění požadovaných jakostních parametrů, komplexní řízení odbytu je posunuto více do ekonomiky a řeší problematiku odbytu v kontextu s těžbou, plánováním, dlouhodobou prognózou, DTP a činností obchodního oddělení. Cílem je optimalizovat produkci uhlí tak, aby podnik dosahoval maximálního zisku.

Pro zajištění komplexního řízení odbytu je nutné vybudovat informační systém, který by zahrnoval:

- Operativní řízení odbytu a expedice
- Řízení úpravny
- Řízení stavu zásob s využitím selektivní těžby
- Propojení na databázi zásekových zkoušek (= orientační znalost jakostních parametrů uhlí těženého v budoucnu z rozfáraných porubů)
- Systém sledování těžby a postupu porubů (v OKD již realizováno, IS firmy ProSystem)
- Model důlní dopravy (včetně sledování stavu zásobníků)
- Propojení na informační systém organizační jednotky zajišťující obchod (uzavřené smlouvy a objednávky)

Na základě znalosti důlně geologických podmínek (získaných rozborů vzorků ze zásekových zkoušek) je sestavován důlně technický plán (DTP), ze kterého víme jaké poruby budou rozfárané v průběhu následujícího roku a jaké budou přibližně jakostní parametry těženého uhlí. Obchodní oddělení disponuje znalostí uzavřených smluv a objednávek na dodávku paliv (s velkými zákazníky se uzavírají na rok dopředu) s požadovanými jakostními parametry.

Z těchto dvou informačních celků při existenci nástrojů, které modelují stav a činnost těžebního podniku, lze vytvořit informační systém, který umožní optimalizovat těžbu, úpravu a expedici uhlí tak, aby uzavřené smlouvy byly realizovány při co nejnižších nákladech, nejnižších provozních ztrátách a při maximálním využití výkonu úpravny.

Pokud nemáme takový systém k dispozici, jakost uhlí těženého v porubech nemusí postupovat v korespondenci s právě požadovanou jakostí uhlí dle aktuálně realizovaných smluv. V případě markantního nesouladu pak dochází buď k změně pořadí těžby porubů (důlní podnik může přednostně rozfárat jiný porub, což nemusí být optimální) nebo k předisponování plnění smlouvy na jiný závod.

Cílem operativního řízení odbytu na úrovni úpravny je tedy splnit plán nakládky daný denním programem nakládky.

Úlohou dolu z pohledu řízení odbytu je tedy plnění podnikatelského záměru (DTP), který je rozpracován na menší časové úseky ve formě měsíčních (nebo dekadních) režimů.

Úlohou úpravny z pohledu řízení odbytu je **optimálně upravit surovinu podle požadavků odbytu**. Jak již bylo řečeno v úvodu této kapitoly - s maximální efektivitou úpravy při minimalizaci nákladů a spotřeby zdrojů.

Hlavním kritériem komplexního řízení odbytu jsou požadavky obchodu a cílem je maximalizace zisku.

Poruchovou veličinou vstupující do řízení odbytu jsou změny v programu nakládky. Dochází k nim vlivem snahy obchodní organizace OKD o maximální pružnost při dodávkách.

Jedním ze základních pilířů obchodního úspěchu OKD je spolehlivost dodávek – dodržení dodacích lhůt. Tato skutečnost hraje z ekonomického hlediska významnou roli, i když je přínos obtížně vyčíslitelný. Díky přesnému dodržování dodacích lhůt (přesnost dodávek produktů v OKD je až na den) odběratelé nemusí objednávat velké množství paliv s předstihem a vykazují tak úspory (nemusí řešit skladování apod.).

Zajištění spolehlivosti dodávek a garance dodacích lhůt vyvolává značný tlak na vyšší operativnost důlních podniků oproti situaci před deseti a více lety. V ideálním případě by řízení odbytu, pokud by bylo realizováno v reálném čase, mohlo umožňovat on-line vstup objednávek od zákazníků přímo v informačním systému.

Odběratelé v současné době rovněž stále více zvyšují nároky na kvalitu výrobků. Proto je stále větší tlak, aby expedice uhlí splňovala podmínky podle norem ISO 9000. I toto klade zvýšené nároky na řízení odbytu. Cílem je zajištění jakosti a zabránění vzniku neshodných výrobků, jak již bylo analyzováno v kapitole věnované řízení jakosti podle ISO norem.

Poslední důležitou poruchovou veličinou vstupující do řízení odbytu jsou změny na straně expedice v oblasti dopravy.

Poruchy zde můžeme rozdělit na:

- systémové
- technologické

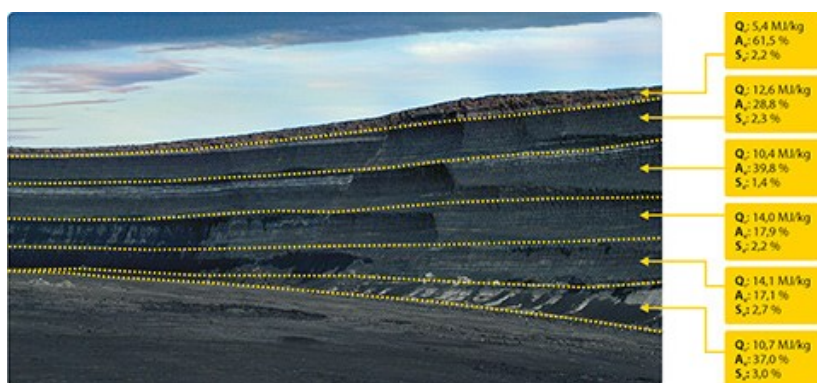
Systémové poruchy dopravy jsou zapříčiněny přepravcem (např. nedostatek požadované skladby vozů). To vede úpravnu k plnění těžby do zásobníků, po jejich vyčerpání je těžba směřována na havarijní skládku - ať už surového uhlí nebo výsledných produktů, v případě UVPK (uhlí vhodné pro koksování) pak dochází při dlouhodobém skladování k nežádoucí oxidaci. Po zaplnění havarijní skládky dochází k zastavení těžby a tím ke značným finančním ztrátám. Je tedy zřejmé, že systémové poruchy dopravního charakteru mohou vést k závažným důsledkům.

Jako technologické poruchy vstupují poruchy na železničních vozech (nutnost vyřazování, opravy, apod.), havárie (vykolejení vlaku) nebo např. potřeba profylaxe proti zamrznání suroviny vyžadovaná některými zákazníky, což vyvolává dodatečné náklady.

ÚPRAVA HNĚDÉHO UHLÍ

Při těžbě a zpracování hnědého uhlí se s automatizací úpraven setkáme v menším měřítku než u uhlí černého. Větší část produkce, těžená v povrchových lomech, se expeduje bez procesu úpravy. Hnědé uhlí se spotřebovává hlavně pro energetické účely, kde požadavky na jakostní parametry uhlí nejsou tak striktní, a dosažení požadované kvality je upravováno mísením (homogenizací) několika sort uhlí známé kvality uložených na skládkách. Samotná těžba a doprava uhlí disponuje celou řadou automatizačních prvků, provozy jsou pro kontrolu jakosti vybaveny kontinuálními popeloměry a síroměry.

V ČR se produkuje **tříděné hnědé uhlí** (pro malospotřebitele) a **energetické hnědé uhlí** (elektrárny, teplárny).



Obr. 27 Vrstvy uhlí různé kvality v hnědouhelném lomu

[Zdroj: http://www.enelex.cz/cqms_aplikace.htm]

Komentář [RD5]: Kvalita obrázku....



Obr. 28 Těžební stroj

[Zdroj: http://www.enelex.cz/cqms_aplikace.htm]

ŘÍZENÍ TĚŽBY UHLÍ

V povrchových dolech je těžba běžně plánována na základě geologických map. V praxi se skutečná kvalita uhlí v jednotlivých vrstvách může výrazně lišit. Řízení těžby efektivně zajistí rovnoměrnou kvalitu dodávek z dolů a výrazně se tak snižuje náročnost následné úpravy či homogenizace uhlí.

On-line analyzátory popele se umísťují přímo na těžební stroje, což umožňuje kontrolovat, zda kvalita uhlí odpovídá požadovaným parametrům. Výsledek měření je online zobrazován operátorovi těžebního stroje, který tak může zabránit nežádoucímu odtěžení hlušiny.

Pokud dochází k procesu úpravy (Komořany, Ledvice), je cílem úpravy sjednocení rozměrových a jakostních parametrů. Výsledný produkt je přepravován železnicí, silničními vozidly nebo přímým odtahem pasovými cestami.

ÚPRAVA UHLÍ KOMOŘANY

V severočeském regionu je v činnosti úpravna uhlí Komořany. Uhlí s obsahem popele do 12 % se neupravuje. Uhlí s obsahem 12 – 35 % se rozdužuje pomocí těžkosuspenzního rozdužování v SM vanách.

Provoz se skládá z těchto částí:

- hlubinné zásobníky
- třídírna
- těžkosuspenzní prádlo
- drtírna
- nakládací zásobník

Hlubinné zásobníky jsou dva, s kapacitou 5000 tun a 4500 tun, první má dvě části a obsahuje uhlí s obsahem popele A^d vyšším 35% a nižším 35%, druhý uskládá uhlí do 10% A^d a nad 10% A^d .

Třídírna pomocí sít a roštů třídí uhlí dle zrnitosti na 0-10 mm, 10-100 mm a 100-250 mm (uhlí, které jde na drtiče).

Expedují se následující sortimenty:

- uhlí zrnitosti 0-10 mm (hruboprach)
- uhlí zrnitosti 10-20 mm (ořech 2)
- uhlí zrnitosti 20-40 mm (ořech 1)
- uhlí zrnitosti 40-100 mm (kostka)

Vsázka o zrnitosti 10-100 mm je rozdužována v **těžkosuspenzních SM vanách** v suspenzi o určité měrné hmotnosti. Uhlí, které plave na hladině suspenze, je odváděno na odvodňovací síta, přes řadu sprch za účelem opláchnutí od jílu. Uhlí s větší měrnou hmotností klesá ke dnu vany, odkud je hrably vynášeno do přepíracích rozdužovacích van. Tam dochází k oddělení energetické uhelné vsázky od hlušiny.

Jako suspenze se používá směs vody a zatěžkávla (louženec, flotační odpad z úpravy Fe-Ni, Sered'), s měrnou hmotností kolem 4 kg.dm^{-3} . Zředěná kapalina z oplachů je z důvodu úspory regenerována v jímkách a následně v zahušťovacích hydrocyklonech.

Těžkosuspenzní rozdružování je vybaveno automatickým regulačním systémem. **Reguluje se měrná hmotnost suspenze a výška hladiny suspenze ve vanách.**

Na pásových dopravnících jsou instalovány kontinuální gamapopeloměry.

V řídicím systému jsou sledovány tyto parametry:

- funkce zahušťovacích hydrocyklonů
- regulace měrné hmotnosti a výšky hladiny ve vanách
- chod pásových dopravníků
- měrná hmotnost a výška hladiny v provozní jímce
- výška hladiny zředěné složky v jímce
- tlak čisté vody
- tlak stlačeného vzduchu
- měrná hmotnost suspenze ve vrtulovém rozplavovači

Systém poskytuje graf průběhu hodnoty měrné hmotnosti a výšky hladiny suspenze v čase, přehled činnosti hydrocyklonových baterií a zdrojů užitkové vody.



Obr. 29 Veřejně přístupný pohled na provoz úpravny.

[Zdroj: http://northtrade.cz/?page_id=197]

Úpravna uhlí Komořany je řízena z dispečinku, kde je mimo jiné výstup z řídicího systému. Řídicí a informační systém realizovaný v prostředí InTouch zajišťuje regulaci nakládky hruboprachů, výrobu aktivovaného paliva a zauhlování zásobníků hruboprachu. K dispozici jsou informace z popeloměrů (Enelex GE 1100, GE 2000, GE 3000), pásových vah, polohy klap, zapnuté pohony atd.

Odběr vzorků pro zjištění kvalitativních parametrů je zčásti prováděn automatickými vzorkovači. V laboratoři je u odebraných vzorků stanoven:

- obsah popela,
- obsah vody,
- obsah síry
- výhřevnost.

U některých denních vzorků se stanovuje také obsah arsenu, uhlíku, vodíku, dusíku a vápníku. Dále se v laboratoři připravují sesypové dekadní a měsíční vzorky, ze kterých se stanovuje obsah prchavých hořlavín. Dvakrát měsíčně se provádí rozbor a stanovení měrné hmotnosti zatěžkavala a kalové vody. Informační systém řízení výroby a software pro vážní systémy firmy Schenck dodává firma TAG Systems s.r.o. (<http://www.tagsystems.cz/>).

ÚPRAVNA UHLÍ LEDVICE

Tato úpravná se nachází nedaleko Teplic v severozápadních Čechách (<http://www.sd-bilinskeuhli.cz/upravna-uhli-animace.aspx>). Dispečerský systém úpravně využívá SCADA systém Wonderware. Dodavatelem dispečerského systému je firma ZAT a.s. (<http://www.zat.cz>).

AUTOMATICKÉ POPELOMĚRY A SÍROMĚRY

Prostřednictvím kontinuálních popeloměrů se po 5 minutách měří obsah popelovin. V těžební společnosti v provozu kolem 40 popeloměrů. Přístroje jsou instalovány na velkstrojích – už řidič rýpadla může ovlivňovat kvalitu těženého uhlí, na pásových dopravnících, v homogenizační drtárně v lomu ČSA, v Úpravně uhlí Komořany, na rýpadlech v lomu Vršany, pásových dopravnících a nakládacím zásobníku v lokalitě Hrabák.

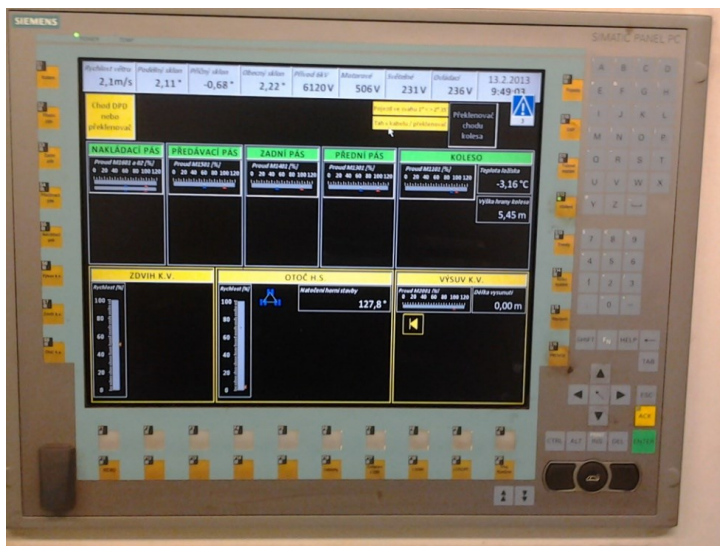


Obr. 30 Kontinuální popeloměr Enelex Chvaletice

[Zdroj: <http://www.enelex.cz>]

AUTOMATICKÉ VZORKOVAČE

K nastavení popeloměrů slouží výsledky rozborů vzorků z automatických vzorkovačů. Kontrola jakosti spočívá v odběru vzorků pro stanovení obsahu vody, popela, síry, pro stanovení výhřevnosti a granulometrický rozbor – tzv. kontrola třídnosti uhlí. V rámci zajištění naprosté objektivity při odebírání vzorků a vyloučení vlivu lidského činitele je od roku 1996 prováděna instalace a atestace automatických vzorkovačů na všech pásových dopravnících, kterými prochází uhlí těsně před nakládkou do automobilů či na vozy ČD. V rámci skupiny Czech Coal je celková produkce v současné době ovzorkována automatickými vzorkovači. Z každé dodávky uhlí je vytvořen 24-hodinový vzorek, jehož analýza je poskytována zákazníkovi jako informace k fakturaci, tento vzorek se skladuje 1 měsíc. Pro vybrané druhy produkovaného uhlí je akreditovanou laboratoří zpracována podrobná požárně technická charakteristika produktu, kterou lze na požádání odběratele v neredukované podobě poskytnout. Z jednotlivých charakteristik je zpracována zjednodušená tabulka údajů základních požárně technických charakteristik paliva, která je pro dostupnost všem odběratelům součástí Katalogu uhlí skupiny Czech Coal.

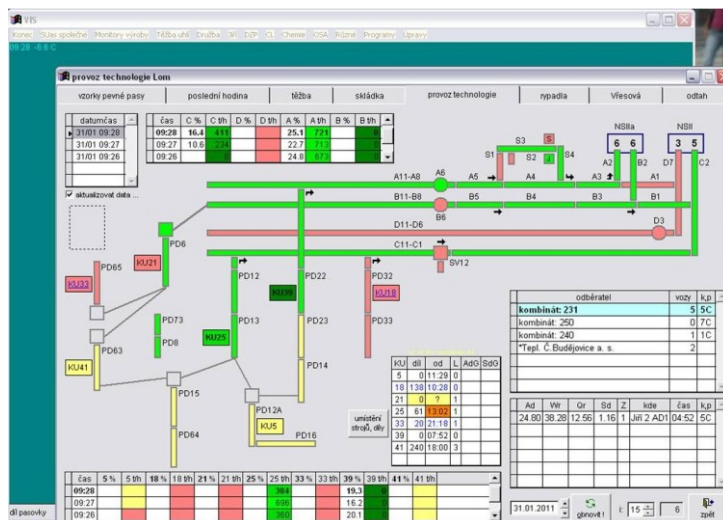


Obr. 31 Řídicí panel na těžebním stroji

[Foto: M. Brizgala]

INFORMAČNÍ SYSTÉMY PŘI TĚŽBĚ HNĚDÉHO UHLÍ

Informační systém má za úkol shromažďovat a prezentovat všechny potřebné informace pro řízení výroby (informace z popeloměrů, síroměrů, vah atd.). Poskytuje okamžité a skutečné informace o prozvozech, informace o technologických zařízeních (prostoje, poruchy atd.), evidenci úrazů, požárů a jiných mimořádných událostí, a také např. testovací databáze pro pravidelné přezkušování zaměstnanců.



Obr. 32 Informační systém VIS

DALŠÍ AUTOMATIZAČNÍ PRVKY

Na těžebních strojích a dopravních linkách jsou instalovány indikátory kovů (obr. 28), pro ochranu drtičů, dopravních linek a ostatního zařízení před poškozením kovovými částmi. Tyto části se mohou dostat na dopravníkové linky jako příměsí uhlí, a to převážně jako pozůstatky po předchozí těžbě (např. kovový odpad). Indikátory kovů slouží k identifikaci kovů v nekovové a nevodivé surovině na dopravních cestách, po indikaci kovové příměsí indikátor zastaví dopravní linku a obsluha odstraní kov.



Obr. 33 Indikátor železa

[Foto: M. Brizgala]



Obr. 34 Koncový spínač

[Foto: M. Brízgala]

Koncový snímač polohový slouží k ochraně pohonů dopravních linek - jestliže se spínač nesepe, nedojde k rozjezdu pohonu. Další využití těchto snímačů je k zajištění zdvihů, otočí a dalších pohybů, které vykonávají stroje a zařízení.



Obr. 35 Snímač otáček

[Foto: M. Brízgala]

Snímač otáček slouží k měření rychlosti dopravních linek a k porovnávání počtu otáček hnaného a vratného bubnu; chrání tyto linky před poškozením.

ÚPRAVNÝ VOD

Úprava vody je definována vyhláškou č. 428/2001 Sb. Při úpravě vody je voda surová zpracována na vodu pitnou. Jakostní požadavky na pitnou vodu určuje § 1 vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a také četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Cílem automatizace úpraven vod je optimalizace provozu z hlediska kvality a také z hlediska minimalizace nákladů.

Další oblastí automatizace je řízení dopravy vody do distribuční sítě.

V úpravnách vod v ČR se většinou používají distribuované systémy řízení a SCADA systémy pro vizualizaci provozů.

Řídicí systém v úpravnách vod zajišťuje zejména tyto funkce:

- řízení dopravy surové vody,
- úpravu vody mechanickou filtrací, dávkováním chemikálií, ozonizací a chlorací,
- měření kvality vody,
- související monitoring a ovládání rozvoden vysokého a nízkého napětí,
- regulace průtoku a výšky hladin

Autoři informačního systém uvedeného do provozu ve vodárně Plzeň uvádějí následující výhody:

- plně zdokumentovaný a spolehlivý řídicí systém,
- úspory díky vyšší efektivitě práce,
- úspory díky optimalizaci spotřeby elektrické energie,
- vyšší úroveň zabezpečení jak jednotlivých objektů, tak i celého řídicího systému,
- zpřístupnění informací z řídicího systému – usnadnění rozhodování na základě více a vzájemně provázaných informací,
- zprůhlednění jednotlivých činností,
- snadnější kontrola provozu i zaměstnanců,
- vylepšení algoritmů,
- vyřešení technologických návazností,
- nadstandardní servisní služby.

LOGISTIKA A IDENTIFIKACE PRODUKTŮ

Součástí úpraven je také řízení logistiky (dopravy a skladování) a identifikace produktů.

Pro identifikaci výrobků a produktů se používají tyto prostředky:

- Čárové kódy
- QR kódy (dvourozměrné)
- RFID
- Kamerové systémy

Čárový kód je tvořen černotiskem vytištěnými pruhy definované šířky, které lze přečíst čtečkou čárových kódů. Každá číslice či písmeno je zaznamenáno v čárovém kódu pomocí předem přesně definovaných šířek čar a mezer. Dnes existuje asi 200 standardů čárových kódů. Nejčastěji se používá kód EAN (European Article Number) a zejména EAN-13 (umožňuje zapsat 13-místný kód, první dvě nebo tři číslice tvoří systémový kód, obvykle kód země).

QR kód je dvojrozměrný, tvořený čtvercovou mřížkou bodů, může tedy obsáhnout větší množství znaků a informací. Kódy jsou definovány v 40 velikostních verzích.

RFID (Radio Frequency Identification) je identifikace na rádiové frekvenci s bezkontaktní komunikací, možnost současného čtení více tagů Pojmou až 96 KB dat. RFID čipy jsou k dispozici pro čtení nebo pro čtení a zápis. RFID tag může být z hlediska napájení pasivní (napájen čtečkou), semipasivní a aktivní (vlastní napájení).

Technologii RFID využívá novější technologie **NFC** (Near Field Communication), fungující na velmi krátkou vzdálenost s podporou šifrování.

Standardizaci v oblasti čárových kódů a RFID technologií zajišťuje organizace GS1.

LOGISTIKA

Logistika se zabývá dopravou a skladováním, dělíme ji na makrologistiku (vazba mezi podniky), mikrologistiku (podniková logistika – nákupní, výrobní, distribuční, skladová, tok informací, financování...) a nanologistiku (logistika mezi stroji a procesy).

Logistický systém se skládá z prvků:

- akumulačních – umožňují přechovávání
- transformačních – transformují tok na jinou kvalitu
- dopravních (transportních)

Z pohledu složení dopravujeme materiály:

- a) kusové
- b) sypké
- c) tekuté

Další informace k dopravě sypkých materiálů a zařízení v úpravkách najdete ve skriptech strojní fakulty dostupné na adrese <http://projekty.fs.vsb.cz/147/ucebniopory/978-80-248-2732-2.pdf>.

DOPORUČENÁ LITERATURA

1. Kebo, V., Kodym, O., Heger, M., Řepka, M., Danel, R., Gottfried, J. and Kavka, L. (2011). *Virtuální realita a řízení procesů*. (in Czech) ISBN 978-80-7225-361-6. Ostrava, MONTANEX, 238 s.
2. Danel, R. (2009). *Automatizace a řídicí systémy v úpravách černého uhlí*. ISBN 978-80-7399-666-6. Brno, Tribun EU, 80 s.
3. Nováček, J. (2000). *Technologie úpravy uhlí* (in Czech) volume I. a II., skripta VŠB TU, Ostrava.
4. Nováček, J. (1997). *Vývoj technologie a techniky úpravy uhlí v OKR od roku 1970*. (in Czech), skripta VŠB - TU Ostrava 1997

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Schéma řídicího systému se zpětnou vazbou	1
Obr. 2 Rozdělení průmyslových sítí.....	6
Obr. 3 Přehled technologií úpravy černého uhlí	9
Obr. 4 Princip flotace	10
Obr. 5 Linka flotace, úpravna Dolu Darkov	11
Obr. 6 Úpravna Darkov	12
Obr. 7 Subsystémy řízení důlního podniku a členění řízení do řídicích úrovní	13
Obr. 8 Materiálový tok a tok informací	14
Obr. 9 Základní subsystémy operativního řízení úpravny.....	14
Obr. 10 Subsystém řízení úpravny jako celku.....	15
Obr. 11 Subsystém řízení úpravny a odbytu.....	16
Obr. 12 Rychloanalyzátor Wilpo pro rychlou analýzu obsahu popela, vody, síry a výhřevnosti, používaný v OKD, výrobce Polsko (Katowice).....	21
Obr. 13 Kolejová váha Tenzona.....	23
Obr. 14 Silniční váha Schenck. Využívá se např. v úpravně ČSM k vážení hlušiny pro rekultivační účely.....	23
Obr. 15 Technologické schéma flotace, SCADA systém Promotic, úpravna Darkov	30
Obr. 16 Vizualizace technologického uzlu flotace, úpravna ČSM	31
Obr. 17 Rozdělení informačních systémů dle řídicí úrovně	35
Obr. 18 Ukázky prezentační vrstvy v IS MES.....	37
Obr. 19 Ukázka aplikace pro administraci databáze snímačů – analogové snímače	40
Obr. 20 Schéma řídicího systému úpravny třetí generace [Danel]..... Chyba! Záložka není definována.	
Obr. 21 Aplikace pro sledování plnění denního programu nakládky, úpravna ČSM	43
Obr. 22 Systém řízení odbytu úpravny ČSM – detail informací o loženém voze	43
Obr. 23 Formulář pro administraci hlášení o jakosti paliva.....	44
Obr. 24 Aplikace pro evidenci měření rychloanalyzátozem Wilpo, úpravna ČSM.....	44
Obr. 25 Aplikace pro tisk „nákladních listů“ pro přepravce železničních vozů ČD	45
Obr. 26 Ukázka bilančních výstupů v Microsoft Excel.....	45
Obr. 27 Ukázka bilančních výstupů (MS Excel), úpravna ČSM.....	46
Obr. 28 Vrstvy uhlí různé kvality v hnědouhelném lomu	49
Obr. 29 Těžební stroj	49
Obr. 30 Veřejně přístupný pohled na provoz úpravny	51
Obr. 31 Kontinuální popeloměr Enelex Chvaletice	52
Obr. 32 Řídicí panel na těžebním stroji.....	53
Obr. 33 Informační systém VIS.....	54
Obr. 34 Indikátor železa	54
Obr. 35 Koncový spínač.....	55
Obr. 36 Snímač otáček.....	55