

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
ENERGY INSTITUTE

TEPLÁRNA PŘEROV: SKLADOVÁNÍ VÍCE DRUHŮ PALIV NA  
SKLÁDCE  
COGENERATION PLANT PŘEROV: STORAGE OF MANY KINDS OF FUEL ON THE STOCKYARD

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

*AUTOR PRÁCE*  
AUTHOR

*BC. MICHAL KAPAVÍK*

*VEDOUCÍ PRÁCE*  
SUPERVISOR

*DOC. ING. JAN FIEDLER, DR.*

BRNO 2008

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá problematikou zásobování kotlů palivem. Tématicky je rozdělena na 3 části. Pro seznámení s dopravním zařízením, které je instalováno v TPŘ pro dopravu paliva je v první části uveden základní technický popis tohoto zařízení. Dále navazuje všeobecný popis plánované rekonstrukce zařízení v TPŘ. V poslední části byla provedena technická studie navržených řešení zásobování výrobního bloku palivem.

## **ABSTRACT**

Thesis engages problems of supply boilers to fuel. Theme in thesis is divided on 3 parts. For identification with traffic apparatus, which is install in heating plant Přerov for transportation of fuel, is in first part indicated cardinal technical description of this apparatus. Below takes up general description of planned reconstruction of apparatus in heating plant Přerov. In last part was practised technical pursuit of designed resolutions of supply productive block of fuel.

## **Klíčová slova**

skladování fosilních paliv, dovoz biomasy, míchání paliv, zauhlování

## **Key words**

Storage fossil fuel, biomass import, mixing of duele, coaling

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE MÉ PRÁCE

KAPAVÍK, M. *Dalkia Česká republika - teplárna Přerov*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 51 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci, na téma **Skladování více druhů paliv na skládce**, vypracoval samostatně a bez cizí pomoci. Vycházel jsem při tom ze svých znalostí, odborných konzultací a doporučené literatury uvedené v seznamu.

V Brně, dne 8. května 2008

.....

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Úvodem bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomohli při vypracování této diplomové práce, zejména vedoucímu této diplomové práce panu Doc.Ing. Janu Fiedlerovi, Dr.

Zároveň děkuji panu Michalovi Gardiánovi z firmy DALKIA Česká republika, a.s. za poskytnutí cenných informací, které byly potřebné na seznámení se s provozem Teplárny Přerov.

## Obsah

<b>Abstrakt</b> .....	2
<b>Bibliografická citace mé práce</b> .....	3
<b>Čestné prohlášení</b> .....	4
<b>Poděkování</b> .....	5
<b>1. Úvod</b> .....	<b>8</b>
1.1 Předmět.....	8
1.2 Cíl.....	8
<b>2. Technický popis zařízení</b> .....	<b>9</b>
2.1 Základní charakteristika .....	9
2.2 Skládka paliva.....	10
2.3 Palivo.....	11
2.4 Popis zařízení.....	12
2.4.1 Vyhrnovací vozíky .....	12
2.4.2 Pásové dopravníky .....	14
2.4.3 Hlubinný zásobník „Divadlo“ .....	16
2.4.4 Rozmrazovací tunel .....	17
2.4.5 Pomocná zařízení .....	18
<b>3. Situace v TPŘ a plánované změny</b> .....	<b>19</b>
3.1 Kotel K5 .....	19
3.1.1 Popis kotle.....	19
3.1.2 Parametry kotle .....	19
3.1.3 Palivo .....	20
3.1.4 Provoz.....	21
3.2 Kotel K2 .....	21
3.2.1 Popis kotle.....	21
3.2.2 Parametry kotle po rekonstrukci .....	22
3.2.3 Palivo .....	22
3.2.4 Provoz.....	22
3.3 Kotel K3 .....	22
3.3.1 Popis kotle.....	22
3.3.2 Parametry kotle po rekonstrukci .....	23
3.3.3 Palivo .....	23
3.3.4 Provoz.....	23

<b>4. Řešení problematiky fosilního paliva.....</b>	<b>23</b>
4.1 Dovoz černého a hnědého uhlí .....	23
4.2 Požadavky na skladování fosilních paliv .....	24
4.3 Faktory ovlivňující množství vyloženého a taženého paliva na kotelnu a na skládku .....	24
4.4 Kapacitní možnosti skládky fosilního paliva.....	25
4.5 Plánovaná výroba tepla a spotřeba paliva během roku .....	25
4.6 Návrh harmonogramu dovozu paliva.....	27
<b>5. Řešení problematiky biomasy .....</b>	<b>29</b>
5.1 Dovoz biomasy do skladu .....	29
5.2 Požadavky na technické vybavení skladu na biomasu.....	29
5.3 Spotřeba biomasy při jmenovitém výkonu kotle .....	30
5.4 Kapacitní možnosti skládky paliva .....	31
5.5 Návrh harmonogramu dovozu biomasy .....	31
5.6 Míchání biomasy s uhlím .....	32
5.7 Náhradní řešení dovozu a míchání biomasy s uhlím .....	33
<b>6. Zauhlování kotlů.....</b>	<b>34</b>
6.1 Zauhlování kotlů stávající zauhlovací trasou .....	34
6.2 Zauhlování kotlů stávající a novou zauhlovací trasou .....	35
6.3 Spotřeba paliva při jmenovitých výkonech kotlů .....	36
6.4 Časová a kapacitní kalkulace zauhlení zásobníků .....	37
<b>7. Návrh logistiky jednotlivých operací .....</b>	<b>39</b>
7.1 Účel .....	39
7.2 Organizace obslužné práce (současný stav) .....	39
7.3 Časový harmonogram jednotlivých činností zaměstnanců zauhlování TPŘ a zaměstnanců OKD - Doprava, a.s .....	41
7.4 Organizace obslužné práce (nový stav).....	47
<b>8. Závěr .....</b>	<b>48</b>
<b>9. Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>49</b>
9.1 Literatura .....	49
9.2 Internetové zdroje .....	49
<b>10. Seznam tabulek.....</b>	<b>50</b>
<b>11. Seznam použitých značek, symbolů .....</b>	<b>51</b>

## 1. ÚVOD

**Dalkia Česká republika - Teplárna Přerov** se zabývá výrobou a rozvodem páry, teplé vody a elektrické energie. Teplem vytápí více jak 14 000 přerovských domácností, veřejné objekty, soukromé společnosti, úřady a školy. Navíc dodává páru o specifických parametrech pro technologii průmyslových závodů. Elektrická energie je dodávána prostřednictvím distribuční společnosti do rozvodné sítě. Pro výrobu tepelné a elektrické energie využívá chemickou energii, která je obsažena v palivu fosilního charakteru.

Teplárna v Přerově byla budována v 60. a 70. letech minulého století. Postupně zde byly uvedeny do provozu 3 kotle. V 90. letech byla zahájena postupná modernizace výrobního zařízení teplárny, která spočívala v provedení generálních oprav dvou kotlů, včetně instalace moderního řídicího systému. Došlo též k výstavbě dalšího kotle a ke spuštění nové turbíny. Postupem času a s narůstajícími provozními hodinami zařízení současná technologie výroby elektrické energie nevyhovuje požadavkům jak na spotřebu energie, spolehlivost, účinnost, ale i ke splnění přísných limitních předpisů.

Z tohoto důvodu je v Teplárně Přerov v nejbližších letech plánovaná modernizace zastaralé technologie pomocí níž bude dosaženo vysoké úrovně ochrany životního prostředí s využitím nejlepších dostupných technik pro velká spalovací zařízení. Zároveň dojde k významnému zvýšení energetické účinnosti a snížení emisí, což bude ekologičtější a ohleduplnější vůči životnímu prostředí.

V plánované modernizaci nedojde jen k obnově spalovacího zařízení, ale i ke stavbě či rekonstrukci společného zařízení výrobních bloků. Bude se to týkat vnějšího a vnitřního zauhlování, odstruskování a odpopílkování a dalších pomocných zařízení. Zároveň dojde k diverzifikaci palivové základny, což bude mít zásadní vliv na provoz celé teplárny.

### 1.1 Předmět

Předmětem této práce je zpracování studie **Skladování více druhů paliv na skládce** na základě studia, sběru a zpracování materiálů, které mi byly poskytnuty společností Dalkia Česká republika a odbornou literaturou.

### 1.2 Cíl

Cílem této diplomové práce je navrhnout vhodnou logistiku jednotlivých operací, která bude řešit dovoz černého, hnědé uhlí a biomasy, jejich míchání, zauhlování kotlů a zajištění dopravy paliva na výrobní blok z hlediska lidských zdrojů.



## 2. Technický popis zařízení

### 2.1 Základní charakteristika

**Teplárna Přerov** je výhradním výrobcem a dodavatelem tepelné a elektrické energie. Jedná se o klasickou teplárnu (obr. 1) pracující v parním cyklu a spalující fosilní palivo. Pro výrobu tepelné energie jsou zde instalovány 4 parní kotle a dva turbogenerátory TG1 a TG2 pro výrobu elektrické energie. Každý kotel je vybaven dvěma zásobníky prášku, dvěma mlýnicemi a dvěma zásobníky surového uhlí. Kotle jsou konstruovány pro spalování ostravského proplásku.



*Obr. 1 Teplárna Přerov*

Pro zajištění plynulého přísunu uhlí na výrobní blok ze skládek se používá zauhlovacích cest, které jsou tvořeny hlubinnými zásobníky, vyhrnovacími vozíky a soustavou zauhlovacích pásů. Výkon zauhlovacího zařízení je dimenzován na celkový instalovaný výkon teplárny 315 MWt. Tedy pro dva vysokotlaké kotle o výkonu 88,6 MWt a pro dva středotlaké kotle o 72,2 a 65,6 MWt.

Palivo je dopravováno v samovysypných vagónech Wap po cca 53 tunách. Uhlí z Wap je poté sypáno přes mříže hlubinného zásobníku, (v tzv. „Divadle“). Pod mřížemi je železobetonová výsypka, v jejíž štěrbině je umístěn vyhrnovací vozík VV1 (záložní VV1a), za jehož pomocí dochází k vyhrnování paliva na dopravní pás T1 a přes soustavu pásů T5, T6 a reverzní T7 v přesýpací stanici, buď na pás T10 - na skládku „Přerov“ a nebo na pás T11 - na skládku „Henčlov“. Palivo je poté rozhrnováno zaměstnancem DPRŽ buldozerem po skládce „Přerov“ nebo „Henčlov“. Maximální kapacita vykládky na skládku přes pásy T 6, T 7, T 10 a T 11 je 350 t/h.

Palivo ze skládky je nahrnováno buldozerem na mříže násypky. Ve štěrbině je palivo za pomoci vyhrnovacího vozíku VV2 dopravováno na pás T8, nebo VV3 na pás T9, nebo VV4 na pás T9a a dále na soustavu pásů T2, T3 a T4 do zásobníků surového uhlí jednotlivých kotlů na výrobním bloku. Maximální kapacita pro zauhlení zásobníku surového paliva kotlů K 1,2,3,4 přes pásy T 3 a T 4 je 300 t/h.

Dle kvality vykládaného paliva je možno provést zauhlení ZSU kotlů výrobního bloku tak, že se pás T1 posune pojezdem nad T2. Tímto způsobem lze provést zauhlení ZSU přímo z „Divadla“.

## 2.2 Skládka paliva



*Obr. 2 Skládka paliva*

Skládka paliva (obr. 2) je rozdělena na část „Henčlov“ a na část „Přerov“. Kapacita skládky „Henčlov“ - cca 100 000 tun paliva a skládky „Přerov“ – cca 60 000 tun paliva.

Množství uskladněného paliva by mělo vystačit na zimní provoz tří kotelních jednotek a v období velkých mrazů pro špičkování čtvrtého kotle. Předzásobení paliva se provádí v období od měsíce března do konce října, resp. listopadu. Při nedostatku paliva v zimních měsících slouží k rozmrazování zmrzlého paliva a k jejímu snažšímu vyprazdňování z vagónů objekt rozmrazovacího tunelu. Tunel je vytápěn párou o tlaku 0,9 MPa a teplotě 250 °C. Najednou lze rozmrazit 16 vagónů Wap. Doba rozmrazování uhlí je závislá na venkovní teplotě a na době dopravy uhlí. Může se pohybovat od 120 minut až po 400 minut.

Hrnutí paliva na skládku je přípustné ve všech směrech jen do maximálního sklonu hrnutí do svahu 25 stupňů, hrnutí ze svahu do 35 stupňů. Manipulaci paliva na skládce a přihrnování paliva do štěrbinových násypek je zajištěna buldozerem CATERPILLAR D6R, (nouzově při poruše buldozerem T171).

## 2.3 Palivo

- **Hlavní palivo:** Fosilní palivo – černé uhlí, Ostravský proplástek, který je produktem vodních prádel s vyšším obsahem popele.

Vlastnost	Označení	Hodnota	Rozměr
Výhřevnost	$Q_r$	16,5 - 20	MJ/kg
Obsah vody	$W_r$	7,0 - 13,0	%
Obsah popele	$A_r$	38 - 49	%
Obsah síry	$S_r$	0,31	g/MJ
Obsah prchavé sloučeniny	$V_{daf}$	30 - 35	%
Zrnění paliva		0 - 20	mm

Tab. 1 Parametry hlavního paliva [4]

- **Přídavné palivo:** Biomasa – dřevo, cukrovarnické řízky, dřevní piliny. V kotlích K1-K4 je možné spalovat biomasu pouze ve směsi s uhlím a to v hmotnostním poměru 10% až 15% biomasy a 85% až 90% uhlí.

Vlastnost	Označení	Hodnota	Rozměr
Výhřevnost	$Q_r$	8,5 - 12,3	MJ/kg
Obsah vody	$W_r$	30,5 - 45,5	%
Obsah popele	$A_r$	0,5 - 1,8	%
Obsah síry	$S_r$	0,04 - 0,08	%

Tab. 2 Parametry přídavného paliva [4]

- **Palivo zapalovací a stabilizační:** Kapalné palivo – lehký topný olej

Vlastnost	Označení	Hodnota	Rozměr
Výhřevnost	$Q_r$	41	MJ/kg
Hustota při 20°C	$\rho_{20}$	874	kg/m <sup>3</sup>
Kin. viskozita při 40°C	$\mu$	8,34	mm <sup>2</sup> /s
Obsah síry	$S_r$	0,93	%
Obsah mech. nečistot		0,0003	%
Obsah popela po spálení	$A_r$	0,01	%
Bod vzplanutí	$T_{vz}$	102	°C

Tab. 3 Parametry zapalovacího a stabilizačního paliva [4]

## 2.4 Popis zařízení

### 2.4.1 Vyhrnovací vozíky



Obr. 3 Vyhrnovací vozík

Vyhrnovací vozíky (obr. 3) slouží k přemístění uhlí z hlubinného zásobníku na pásy. Otáčivé vyhrnovací rameno nabírá uhlí ze štěrbin příslušného zásobníku a přes násypku ho sype na pás.

Podle typu vozíku je možno regulovat rychlost pojezdu, otáčky vyhrnovacího ramene zvlášť, nebo komplexně jedním ovladačem – otáčky v závislosti na rychlosti pojezdu.

#### Technické parametry vyhrnovacích vozíků

Vyhrnovací vozík V 1 pro pás T 1 (Přerovský)	
Typ	oboustranný ČKD Dukla
Průměr vyhrnovacího ramene	2320 mm
provozní výkon	160 – 360 t/h
Motor	12,6 kW – 1745 ot./min.
Otáčky	2,23/10 ot./min.
Variátor: min. otáčky	89 ot./min.
max. otáčky	400 ot./min.
Hmotnost vozíku	6250 kg

Tab. 4 Parametry vyhrnovacího vozíku V1 [4]

<b>Vyhrnovací vozík V 1a pro pás T 1 (Henčlovský)</b>	
Typ	oboustranný 12d–380d
Průměr vyhrnovacího ramene	2500 mm
Otáčky	2,98/17,9 ot./min.
Sypná hmotnost	0,85 t/m <sup>3</sup>
Motor variátoru	11/15 kW
Regulátor otáček variátoru	0,18 kW
Motor pojezdu 2 ks	550 W – 910 ot./min.
Převodovka pojezdu	typ W 188, převod 1:355
Variátor: min. otáčky	94/1455 ot./min.
max. otáčky	564/830 ot./min.
Hmotnost vozíku	6249 kg

*Tab. 5 Parametry vyhrnovacího vozíku V1a [4]*

<b>Vyhrnovací vozík V 2 pro pás T 8 (Přerov)</b>	
Typ	oboustranný 9d – 380d
Dopravní výkon	125 – 315 m <sup>3</sup> /h 106 – 268 t/h
Sypná hmotnost	0,85 t/m <sup>3</sup>
Průměr vyhrnovacího ramene	2500 mm
Motor variátoru	15 kW
Variátor: min. otáčky	94 ot./min.
max. otáčky	564 ot./min.
Hmotnost vozíku	4350 kg

*Tab. 6 Parametry vyhrnovacího vozíku V2 [4]*

<b>Vyhrnovací vozík V 3 pro pás T 9 (Henčlov)</b>	
Typ	DUKLA - oboustranný
Dopravní výkon	125 – 250 t/h
Otáčky	1,45/6,52
Průměr vyhrnovacího kola	2320 mm
Motor	ORge67b-4
Variátor: min. otáčky	58 ot./min.
max. otáčky	261 ot./min.
Hmotnost vozíku	6250 kg

*Tab. 7 Parametry vyhrnovacího vozíku V3 [4]*

Vyhrnovací vozík V 4 pro pás T9a (Henčlov)	
Typ	oboustranný 12d –380d
Dopravní výkon	250 – 630 m <sup>3</sup> /h 213 – 536 t/h
Sypná hmotnost	0,85 t/m <sup>3</sup>
Průměr vyhrnovacího ramene	2500 mm
Motor	4 AP 112 M-4
Variátor: min. otáčky	129 ot./min.
max. otáčky	400 ot./min.
Otáčky	4,1/24,6 ot./min.

Tab. 8 Parametry vyhrnovacího vozíku V4 [4]

## 2.4.2 Pásové dopravníky



Obr. 4 Provedení pásového dopravníku

Dopravníkové pásy (obr. 4) tvoří jeden z nejdůležitějších článků při dopravě paliva z hlubinných zásobníků na skládku a ze skládky do zásobníků surového paliva. V oblasti přepravy paliva našli nezastupitelné místo jako jednoúčelová zařízení pracující kontinuálně, jejichž hlavní výhodou je zajištění nepřetržitého plynulého toku materiálu mezi místem nakládky a vykládky.

Charakteristickým rysem takového pásového dopravníku je kombinovaný tažný a nosný prvek v podobě nekonečného pryžového dopravního pásu pojíždějícího po dopravních válečcích. Základním tvarem dopravního pásu v příčném průřezu je koryto s rovným dnem a šikmými bočnicemi skloněnými v úhlu 20° nebo 30°. Výhodou takového provedení je poměrně velká přepravní kapacita na šířku dopravního pásu a jeho nenáročná údržba.

Technické parametry dopravních pásů

Parametry	Jednotka	Dopravní pás T1	Dopravní pás T2	Dopravní pás T3
Šířka pásu	[mm]	800	800	800
Osová vzdálenost bubnů	[mm]	65500	9400	95667
Rychlost posuvu	[m/s]	2	1,6	1,6
Dopravní množství	[t/h]	350	300	300
Gumový pás		140mx800mm-AA-4/2, 32N/mm	22mx800mm-AA-4/2, 32N/mm	200mx800mm-AA-4/2, 32N/mm
Pohon pásu		el.buben pr.500x950 380/50Hz	el.buben pr.500x950 380/50Hz, 10kW, IP 44	el.mot. F 25 380/50Hz, 5,5kW, IP 44

Tab. 9 Parametry dopravních pásů T1, T2, T3 [4]

Parametry	Jednotka	Dopravní pás T7	Dopravní pás T8	Dopravní pás T9
Šířka pásu	[mm]	1000	800	800
Osová vzdálenost bubnů	[mm]	5000	20000	32800
Rychlost posuvu	[m/s]	1,6	1,25	1,6
Dopravní množství	[t/h]	350	200	200
Gumový pás		16mx1000mm-AA-4/2, 32N/mm	800mm,3 vložky	72mx800mm-AA-4/2, 32N/mm,
Pohon pásu		el.motor 4AP132S4, 380V/50Hz, 5,5 kW, IP44	el.buben pr. 400/900 - 380/50Hz, 3,2 kW IP 44	el.buben 320x950x1,6/4-380V/220V, IP 44

Tab. 10 Parametry dopravních pásů T4, T5, T6 [4]

Parametry	Jednotka	Dopravní pás T4	Dopravní pás T5	Dopravní pás T6
Šířka pásu	[mm]	800	800	800
Osová vzdálenost bubnů	[mm]	78900	9000	59300
Rychlost posuvu	[m/s]	1,6	2	2
Dopravní množství	[t/h]	300	350	350
Gumový pás		175mx800mm- AA-4/2, 32N/mm,	22mx800mm- AA-4/2, 32N/mm,	145mx80mm- AA-4/2, 32N/mm
Pohon pásu		el.motor F160 LKD4 380/50Hz,7,3kW IP44	el.buben pr.500x950 380/50Hz,5,5kW IP 44	el. motor F200 LK04 380V/50Hz,30 kW IP44

Tab. 11 Parametry dopravních pásů T7, T8, T9 [4]

### 2.4.3 Hlubinný zásobník „DIVADLO“



Obr. 5 Hlubinný zásobník

Hlubinný zásobník (obr. 5) je zastřešená stavba, kombinovaná z nosníků, zdiva a oken nad kolejí č. 2. Vjezd a výjezd z budovy jsou volné, kolej č. 2 je prodloužena pod expediční silu popílků. Po obou stranách koleje v „Divadle“ jsou umístěny ochozní lávky, mezi kolejemi a lávkami je vloženo podélně 20 kusů mříží, přes které se vysypává palivo z vagónů. Pod mřížemi je železobetonová výsyпка, v jejíž šterbině je umístěn vyhrnovací vozík (VV1, VV1a), za jehož pomoci dochází k vyhrnování paliva na dopravní pás T1 a dále soustavou pásu na skládku. V úrovni nad vagóny je zbudovaná lávka s potrubím rozvodu vzduchu, ze které se



provádí dočišťování vagónů od uhlí ofukováním za pomoci tyče s tryskou. Vzduch je přiveden z kompresorové stanice. Celý prostor je vybaven osvětlením.

#### 2.4.4 Rozmrazovací tunel



*Obr. 6 Rozmrazovací tunel*

Objekt rozmrazovacího tunelu (obr. 6) slouží k rozmrazování zmrzlého paliva pro snadnější ze železničních vagónů. Rozmrazovací tunel je dlouhý 245,25 m, široký 5,7 a 6,5 m vysoký. Je vytápěn parou z parovodu o tlaku 0,9 MPa a teplotě 250°C. Vytápění je rozděleno do 4 sekcí, každá pro 4 vagóny.

Pro každou sekci je samostatná přípojka páry přes dvě ruční armatury na levou a pravou větev přivádějící páru do rozmrazovacího zařízení podél dvou stěn uvnitř tunelu. Rozmrazovací zařízení je tvořeno děrovanými trubkami, které jsou opatřeny vypouštěcími armaturami. Jako ochrana brzdového systému vagónů je nainstalováno zařízení, které studeným vzduchem vychlazuje brzdový systém pod 60°C.

## **2.4.5 Pomocná zařízení**

### Shrnovačka kabelů (pro propelerový vůz VV4)

Shrnovací vozík je pojízdný po kolejnici L 70x8mm. V délce pod zásobníkem je nosná konstrukce upevněná k ocelovým plotničkám, v místě mimo je kolejnice upevněná k ocelovým podpěrám.

### Skluz z pásu T 7 na T 10 a z T 7 na T 11

Zhotovený ze základního plechu  $s=6\text{mm}$ , materiál 11 373. Činná plocha vyložená vyměnitelným otěru vzdorným plechem  $s=10\text{mm}$ , materiál 14 320.

### Shrnovací pluhy ruční na T 10 a T 11

Pluh je složen z konstrukce pluhu, válečků a pomalé převodovky. Ovládání je ručním kolem, pomocí převodovky. Stolice je naklápěcí. Pro spád materiálu na následující pás jsou po obou stranách shrnovacího pluhu skluzy z materiálu 11 373,  $s=6\text{mm}$ , vyložené otěru vzdorným plechem, materiál 14 320,  $s=10\text{mm}$ .

### Skluz na pás T 7

Zhotovený ze základního plechu  $s=6\text{mm}$ , materiál 11 373. Činné plochy vyložené vyměnitelným otěru vzdorným plechem  $s=10\text{mm}$ , materiál 14 320.

### Skluz z pásu T 9a na T 9

Zhotovený ze základního plechu tloušťky 6mm, materiál 11 373. Činné plechy jsou vyložené vyměnitelným otěru vzdorným plechem  $t=10\text{mm}$ , materiál 14 320. Ve skluzu je zabudovaný kontrolér zahlcení RHP3.

### Hydraulické pluhy

Shrnovací pluhy pro pásy o šířce 800 mm, ovládání hydraulické, zhrnování materiálu na obě strany. Skluzy jsou z plechu  $t=5\text{mm}$ , ovládání dálkové i z místa. Vypínání a signalizace polohy pluhu je provedeno spínačem.

### 3. Situace v TPŘ a plánované změny

Teplárna Přerov má v současné době v provozu čtyři kotle K1, K2, K3 a K4. V důsledku modernizace závodu v nejbližších letech se již nyní připravují změny pro všechna tato zařízení. Stávající kotle K1 a K4 budou zrušeny a nahrazeny zcela novým fluidním kotlem K5. Kotle K2 a K3 projdou celkovou rekonstrukcí díky níž dojde ke zvýšení účinnosti.

Navrhované zařízení vychází z potřeb provozu Teplárny Přerov na nové zařízení pro zajištění dodávek tepla pro město Přerov a ostatní odběratele a současně pro výrobu a dodávku elektrické energie za výhodných ekonomických podmínek.

Celé nové zařízení musí splňovat enviromentální požadavky na nové zdroje výroby tepla. Současně i požadavky Kodexu PS na rychlou změnu výkonu při poskytování podpůrných služeb. Požaduje se certifikace PR, SR a TR celé teplárny v rámci rozsahu dodávky a schopnost ostrovního provozu.

#### 3.1 Kotel K5

##### 3.1.1 Popis kotle

Konstrukce fluidního kotle je v současné době předmětem jednání, proto nelze říci jakého bude provedení a konstrukce.

Z hlediska parametrů musí být kotel K5 schopen maximálního a minimálního výkonu a dynamiky změny výkonu dlouhodobě sám zvládnout současný provoz TG1 a TG2 při letní dodávce tepla a plném využití regulačního výkonu obou TG pro podpůrné služby. Maximální požadovaný výkon kotle K5 odpovídá stavům s minimálním denním, resp. nočním odběrem topné páry a je cca 240t/h. Z tohoto stavu jsou odvozeny ostatní provozní stavy. Minimální výkon kotle K5 který zajistí regulační rozsah TG1 + TG2 je 96t/h.

Spolu s kotlem bude dodáno a instalováno i zařízení nezbytné pro provoz kotle, tj. vnitřní zauhlování, zásobníky paliva, odstruskování, odpopílkování, aditivní hospodářství, čištění spalin a umělý tah, kouřovody a zavedení do odvodu spalin, elektrozařízení, měření a regulace a řídicí systém kotle.

##### 3.1.2 Parametry kotle

Technická data	Kotel 5
Jmenovitý výkon	185MW <sub>t</sub>
Jmenovitý hmotnostní průtok páry	260 t.hod <sup>-1</sup>
Jmenovitý tlak páry	9,41 Mpa
Jmenovitá teplota páry	540 °C + 5 - 10 °C
Provozní hodiny za rok cca	6000
Účinnost kotle dle výrobce	86,00%

Tab. 12 Parametry kotle K5 [4]

### 3.1.3 Palivo

Palivem pro fluidní kotel K5 bude černé a hnědé uhlí. Kotel však bude schopen spalovat i černouhelný proplástek (palivo současných práškových kotlů). Jeho konstrukce je však navržena tak, že je schopen spoluspalovat biomasu a hnědé uhlí. Při této dané směsi musí být dodrženy požadované emisní limity a dodavatelem dodávané výkonové charakteristiky.

- **Hlavní palivo:** Fosilní palivo – hnědé uhlí.

Vlastnost	Označení	Hodnota	Rozměr
Výhřevnost	$Q_r$	10,7 - 13,5	MJ/kg
Obsah vody	$W_r$	21,2 - 27,1	%
Obsah popele	$A_r$	27,4 - 43,1	%
Obsah síry	$S_r$	0,42 - 0,82	g/MJ
Obsah prchavé sloučeniny	$V_{daf}$	48 - 58	%
Zrnění paliva		0 - 30	mm

Tab. 13 Parametry hlavního paliva [4]

- **Zapalovací a stabilizační palivo:** LTO nízkosírnatý (lehký topný olej)

Vlastnost	Označení	Hodnota	Rozměr
Výhřevnost	$Q_r$	41- 43	MJ/kg
Hustota při 20°C	$\rho_{20}$	max. 910	kg/m <sup>3</sup>
Kin. viskozita při 40°C	$\mu$	3,2 - 18	mm <sup>2</sup> /s
Obsah síry	$S_r$	max. 1	%
Obsah mech. nečistot		max. 0,1	%
Obsah popela po spálení	$A_r$	max. 0,02	%
Bod vzplanutí	$T_{vz}$	66	°C

Tab. 14 Parametry zapalovacího a stabilizačního paliva [4]

- **Přídavné palivo:** Jako přídavné palivo pro kotel K5 se předpokládá biomasa v různé podobě.

Parametry	Jednotka	Piliny	Peleta	Cukrovarnické řízky	Štěpka	Rozměr
Výhřevnost	$Q_r$	10,5	15,6	8,5	9,5	MJ/kg
Obsah vody	$W_R$	39,5	10	35,5	43	%
Obsah popele	$A_r$	0,45	5,5	6	1,67	%
Granulometrie		0,1 - 0,3	3,0 - 10,0	0,1 - 3,0	3,0 - 5,0	cm

Tab. 15 Parametry přídavného paliva [4]

### 3.1.4 Provoz

Moderní konstrukce kotle K5, převezme podstatnou část výroby páry pro realizaci dodávek tepla i elektrické energie. Stávající kotle K2 a K3 budou po uvedení kotle K5 do provozu zrekonstruovány a budou tvořit doplňkový zdroj páry a rezervu pro případ výpadku kotle K5. Kotel K5 bude v topné sezóně provozován paralelně s kotlem K2, přičemž budou společně zásobovat TG1 a TG2. V letním provozu bude provozován pouze K5 jako samostatný zdroj páry pro TG1 a TG2. Kotel K3 bude sloužit jako špičkový zdroj tepla pro nejchladnější dny.

## 3.2 Kotel K2

### 3.2.1 Popis kotle

Jedná se o vysokotlaký parní kotel sálavý, jednobubnový, dvoutahový s přirozenou cirkulací a granulačním ohništěm.

Spalovací komora má obdélníkový tvar a je tvořena z varných trubek s praporky tak, že tvoří celokovovou stěnu. Je rozdělena mezistěnou na první a druhý tah. V horní části na boční stěně kotle jsou umístěny práškové a brýdové hořáky a probíhá zde spalování. Olejové hořáky sloužící k zapalování a stabilizaci jsou umístěny v úrovni práškových hořáků. Ve spodní části spalovací komory dohořívá uhelný prášek. Jeho zbytky padají před mezistěnou do vynašeče strusky, který je zde umístěn. Granulované zbytky jsou odváděny z výsypky kotle přes vanu a dále přes drtič jsou splavovány do bagrovací jímky.

Ve druhém tahu kotle stoupají spaliny vzhůru. Zde jsou umístěny svazky trubek sálavě konvekčního přehříváče č.4 a výstupního přehříváče č.5. Na výstupu páry z kotle je instalován hlavní parní uzávěr s obtokem. Dále je pára vedena do parního uzlu, kde je provedeno propojení kotle K1 a K2.

V posledním tahu je umístěn konvekční, dvoustupňový přehřívák č.3, v prvním stupni koutový a v druhém sálavý přehřívák č.2 a sálavý přehřívák č.1. Další teplosměnnou plochou je ocelový dvoustupňový ohřívák vody (EKO). Trubkový ohřívák vzduchu je poslední výhřevná plocha kotle. Spaliny proudí uvnitř trubek a vzduch vně trubek.

V rámci rekonstrukce kotle K2 dojde k výměně celého tlakového systému. Nový tlakový systém bude navržen tak, aby byly dosaženy požadované parametry kotle při spalování zadaných paliv.

Požadovaný výkonový rozsah kotle po rekonstrukci bude od 125 – 65 tun páry za hodinu bez stabilizace s možností krátkodobého přetížení o 10%. Rekonstrukce kotle bude probíhat výměnou poškozených, zastaralých nebo nefunkčních zařízení, popřípadě instalací nových zařízení dle současných standardů.

### 3.2.2 Parametry kotle po rekonstrukci

Technická data	Kotel 2
Jmenovitý výkon	88,6MW <sub>t</sub>
Jmenovitý hmotnostní průtok páry	125 t.hod <sup>-1</sup>
Jmenovitý tlak páry	9,41 MPa
Jmenovitá teplota páry	540 +5 -10 °C
Teplota napájecí vody	210°C s VTO 170°C bez VTO
Provozní hodiny za rok	5000 - 6000
Předpokládaná účinnost kotle	89,00%

Tab. 16 Parametry kotle K2 [4]

### 3.2.3 Palivo

Předpokládaným palivem kotle K2 bude černé uhlí i černouhelný proplástek, což je prorostlé uhlí nižší kvality, které je oddělováno ve fázi úpravy uhlí podle měrné hmotnosti. Pro zapalování a stabilizaci bude sloužit lehký topný olej. Parametry daných paliv jsou uvedené v kapitole 2.3.

### 3.2.4 Provoz

Kotel K2 bude v provozu souběžně s novým fluidním kotlem K5, a bude zásobovat turbosoustrojí TG1 a TG2 parou. Jeho provoz se předpokládá v závislosti na dodávaném elektrickém výkonu v průběhu zimního období. Předpokládaný proběh je 5000 až 6000 hodin.

## 3.3 Kotel K3

### 3.3.1 Popis kotle

Jedná se o středotlaký parní kotel sálavý, dvoububnový, dvoutahový s přirozenou cirkulací a granulačním ohništěm.

Sálavé topeniště je provedeno z membránových stěn zavěšených na nosné konstrukci kotle. V horní části na boční stěně kotle jsou umístěny práškové a brydové hořáky a probíhá zde spalování. Olejové hořáky sloužící k zapalování a stabilizaci jsou umístěny v úrovni práškových hořáků. Spodní část spalovací komory je rozdělena na dvě granulační výsyvky s drtiči strusky, rozdrčená škvára padá do splavovacího kanálu.

Ve druhém tahu kotle stoupají spaliny vzhůru. Je zde umístěn visutý přehřívák a za ním v samostatných tazích kotlový svazek. Také se z prostoru druhého tahu odsávají spaliny pro mlýnský okruh. V posledním tahu jsou umístěny další teplosměnné plochy, ocelový dvoustupňový ohřívák vody (EKO), trubkový ohřívák vzduchu a parní ohřívák vzduchu.

V rámci rekonstrukce kotle dojde k výměně celého tlakového systému, mimo ekonomiséru, který zůstane zachován a bubnu, který bude vyměněn za bubnu z likvidovaného kotle K4, pokud to jeho stav dovolí. Nový tlakový systém bude navržen tak, aby byly dosaženy požadované parametry kotle při spalování zadaných paliv.

Požadovaný výkonový rozsah kotle po rekonstrukci bude od 100 – 50 tun páry za hodinu bez stabilizace s možností trvalého přetížení o 10%.

### 3.3.2 Parametry kotle po rekonstrukci

Technická data	Kotel 3
Jmenovitý výkon	65,6MW <sub>t</sub>
Jmenovitý hmotnostní průtok páry	100 t.hod <sup>-1</sup>
Jmenovitý tlak páry	0,9 MPa
Jmenovitá teplota páry	235 °C
Provozní hodiny za rok	do 1500
Účinnost kotle dle výrobce	86,00%

Tab. 17 Parametry kotle K3 [4]

### 3.3.3 Palivo

Předpokládaným palivem kotle K2 bude černé uhlí i černouhelný proplástek, což je prorostlé uhlí nižší kvality, které je oddělováno ve fázi úpravy uhlí podle měrné hmotnosti. Pro zapalování a stabilizaci bude sloužit lehký topný olej.

### 3.3.4 Provoz

Kotel K3 bude v provozu souběžně s novým fluidním kotlem K5, a rekonstruovaným kotlem K2, a to pouze po omezenou dobu v zimních měsících při potřebě zvýšeného množství páry pro topnou síť. Bude dodávat páru přímo do topné sítě. Provoz se předpokládá v závislosti na dodávaném topném výkonu a v závislosti na požadavcích na dodávku elektrického výkonu zejména v průběhu zimního období. Současně bude sloužit jako záloha topného výkonu pro případ výpadku vysokoteplotních kotlů. Roční přeběh se uvažuje do 1500 hodin provozu.

## 4. ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY FOSILNÍHO PALIVA

### 4.1 Dovoz černého a hnědého uhlí

Dovoz obou paliv (ostravského proplásku a hnědého uhlí) pro kotle K2, K3 a K5 bude realizován po železnici v samovýšpných vagoněch Wap o kapacitě cca 53 tun. Jejich vykládka se uskuteční v současném objektu do hlubinného zásobníku „Divadla“. Palivo z vagonů bude vysypáno do železobetonové výsypky, v jejíž šterbině je umístěn vyhrnovací vozík (VV1, VV1a), za jehož pomocí dojde vyhrnování paliva na dopravní pás a na soustavu pásů na skládku, nebo na výrobní blok.

## 4.2 Požadavky na skladování fosilních paliv

Požadavky na skladování tuhých paliv jsou dány normou **ČSN 44 1315**.

Tato norma stanoví postupy skladování tuhých fosilních paliv a opatření sledující jejich hospodárné a bezpečné skladování v energetických výrobnách, průmyslových závodech, uhelných skladech, uhelnách a sklepech spotřebitelů.

Teplárna Přerov musí z důvodů skladování hnědého a černého uhlí zajistit snížení samovznícení při manipulaci a skládkování. Bezpodmínečně musí být zajištěno, aby nedocházelo ke vzájemnému míchání obou paliv. Vzdálenost mezi hromadami uhlí musí být min. 3,5 m. Ložná plocha musí být vyčištěna, aby se na nich neudržovala voda. Vhodným materiálem je beton, betonové panely s mezerami vyplněnými pískem nebo tvrdým zemitým materiálem.

U volně nasypných hromad je nutné opatrným sypaním zabránit oddělování hrubých frakcí od jemných a jejich hromadění. Maximální výška volně sypaných hromad je omezena na 4 m pro hnědá uhlí (prachová, netříděná, tříděná a praná) a 6 m pro černá uhlí (tříděná a praná).

U mechanizovaných skladů, které umožňují zhutňování paliva je přípustná výška hromad pro některá paliva 30 m a výška základny hromady 150 m. Takovéto zhutňování zmenšuje prostory mezi kusy uhlí a zabraňuje se tak přístupu vzduchu do hromady a zmenšuje se tak riziko samovznícení. U hnědých uhlí a lignitů je výška vrstvy uhlí podle druhu limitována. U hnědých uhlí a lignitů by neměla přesáhnout 7-9 m, černá uhlí 10-12 m, u antracitů a chudých černých uhlí není výška vrstvy omezena.

Nebezpečná z hlediska samovznícení je teplota 60°C. Dojde-li k vytvoření ložiska, kde teplota stoupne na 60°C je potřeba uhlí zchladit vodou, nebo vybrat ložisko a uhlí spalit.

## 4.3 Faktory ovlivňující množství vyloženého a taženého paliva na kotelnu a na skládku

Problematika vykládky paliva a dosažení co možná největší efektivity spočívá především ve sladění rychlosti otáček vyhrnovacího kola (propeleru) a rychlosti pojezdu tak, aby bylo zajištěno maximálního zatížení dopravní cesty, což je v případě vyhrnovacího vozíku VV1 a cesty při tažení na skládku 350 tun/h a 300 tun/h při tažení na kotel.

Při tažení z Divadla je toto množství závislé na **kvalitě paliva**. Při tažení ze skládky na kotelnu závislé i na způsobu dopravy uhlí na mříže.

- V případě **ideálního uhlí** (uhlí suché a kusovité), je vše v pořádku a maximální zatížení dopravní cesty je zaručeno. Při nesladění otáček může jen dojít k rychlému vybrání štěrbin. Úplné vybrání může mít za následek, že při vysypání uhlí z vagonů dojde ke krátkodobému přetížení pásů, neboť uhlí má možnost propadnout prázdnou štěrbinou až na pás.
- V případě **slepeného uhlí** (prach nebo mokré uhlí) je sesouvání uhlí pomalejší a často dochází ke klenbování. Proto je nutné rychlost vykládky zpomalit z důvodu podjíždění uhlí a nelze nikdy přesně docílit maximálního zatížení dopravních pásů.



- Problém s palivem nastává i v zimních měsících, kdy dochází k zamrzávání paliva ve vagónech při dopravě. Následná vykládka je velmi náročná, neboť v mnoha případech nestačí ruční uvolňování paliva tyčí s rukojetí a škrabkou. Pro tyto případy je možnost použít rozmrazovací tunel. Ten je však po stránce energetické i časové nevýhodný a je používán jen v nejnepříhodnějších případech.
- Zmrzlé hroudy uhlí na skládce, které nepropadávají přes mřížové násypky a je nutné je rozbít jsou též negativním jevem, který ovlivňuje množství taženého paliva na kotelnu.

#### 4.4 Kapacitní možnosti skládky fosilního paliva

Skládka paliva slouží pro krytí případných výkyvů v plynulosti zásobování palivem. Velikost skládky a celého komplexu vnějšího zahřívání je závislá především na výkonu kotelny a druhu spalovaného uhlí. Z kapacitního hlediska by měla zásoba paliva představovat zásobu na ¼ roku, ale může být i menší.

Rozloha skládky je určena výškou vrstvy skladovaného paliva. Výška vrstvy uhlí je dána vlastnostmi uhlí. Rozhodující je třídění paliva, obsah síry, obsah vlhkosti a obsah prchavých látek.

**Skládka uhlí TPŘ** se dělí na část Henčlov s plochou cca 12100 m<sup>2</sup> a udávanou kapacitou 100 000 tun a na část Přerov s plochou cca 4500 m<sup>2</sup> a kapacitou 60 000 tun (pro černé uhlí).

Kapacita skládky **Přerov** na černé uhlí bude vytížena maximálně, neboť před skladování na zimní období, bude vyžadovat skladovat cca 65000 tun uhlí.

Skládka **Henčlov** bude sloužit pro skladování hnědého uhlí. Kapacitně lze předpokládat, že by bylo možné skladovat kolem 60000 až 70000 tun hnědého uhlí. To však nebude potřeba, neboť hnědé uhlí bude dováženo v průběhu celého roku. Sice i zde nastávají problémy ze zamrznutím ve vagónech při dopravě, ale tento problém bude v nutném případě vyřešen rozmrazovacím tunelem.

Je třeba mít na zřeteli i náchylnost hnědého uhlí na samovznícení (při skladování velkého množství), které je závislé na obsahu prchavé hořlaviny, síry, vody a v neposlední řadě závislé na velikosti zrn. Delší dobou skladování ztrácí uhlí na kvalitě, neboť ztrácí prchavou hořlavinu, rozpadá se na menší kousky a na prach. Předběžně lze počítat s tím, že na skládce by se mohlo průběžně skladovat cca 40000 tun hnědého uhlí. Tato množství by mělo vystačit minimálně na dva měsíce provozu fluidního kotle K5 při jeho jmenovitém výkonu.

#### 4.5 Plánovaná výroba tepla a spotřeba paliva během roku

V následujících tabulkách 18,19 jsou uvedeny předpokládané měsíční produkce tepla a spotřeby paliv pro kotel K5 a K2, K3 po jejich rekonstrukci.

	Palivo						
	Proplástek	Hnědé uhlí MUS hp1	Hnědé uhlí MUS hp2	Biomasa bílá	Biomasa hnědá	Lehký topný olej	Spotřeba celkem
Měsíc	Teplο v palivu [GJ]						
1	336085	111996	111996	19199	76797	2278	658351
2	272556	101176	101176	17344	69378	600	562230
3	245315	112141	112141	19224	76897	528	566246
4	200277	95307	95307	16338	65353	5971	478553
5	206953	87453	87453	14992	59968	328	457147
6	0	128758	128758	22073	88291	0	367880
7	0	102892	102892	17639	70555	3074	297052
8	0	133069	133069	22812	91247	0	380197
9	200277	90703	90703	15549	62196	328	459756
10	206953	96204	96204	16835	67340	6931	490467
11	241553	108341	108341	18573	74291	928	552027
12	308948	111705	111705	19149	76597	1000	629104
Spotřeba celkem	<b>2218917</b>	<b>1281744</b>	<b>1281744</b>	<b>219728</b>	<b>878910</b>	<b>21966</b>	<b>5899010</b>

Tab. 18 Energie v přiváděném palivu [4]

	Palivo						
	Proplástek	Hnědé uhlí MUS hp1	Hnědé uhlí MUS hp2	Biomasa bílá	Biomasa hnědá	Lehký topný olej	Spotřeba celkem
Měsíc	Množství paliva [tun]						
1	18671,4	8296,0	8296,0	1919,9	7679,7	52,7	44915,7
2	15142,0	7494,5	7494,5	1734,4	6937,8	13,9	38817,1
3	13628,6	8306,7	8306,7	1922,4	7689,7	12,2	39866,4
4	11126,5	7059,8	7059,8	1633,8	6535,3	138,2	33553,4
5	11497,4	6478,0	6478,0	1499,2	5996,8	7,6	31957,0
6	0,0	9537,6	9537,6	2207,3	8829,1	0,0	30111,7
7	0,0	7621,6	7621,6	1763,9	7055,5	71,2	24133,8
8	0,0	9857,0	9857,0	2281,2	9124,7	0,0	31119,8
9	11126,5	6718,7	6718,7	1554,9	6219,6	7,6	32346,1
10	11497,4	7126,2	7126,2	1683,5	6734	160,4	34327,8
11	13419,6	8025,3	8025,3	1857,3	7429,1	21,5	38778,0
12	17163,8	8274,4	8274,4	1914,9	7659,7	23,1	43310,4
Spotřeba celkem	<b>123273,2</b>	<b>94795,9</b>	<b>94795,9</b>	<b>21972,7</b>	<b>87891,0</b>	<b>508,5</b>	<b>423237,2</b>

Tab. 19 Plánovaná spotřeba paliva během roku

Předpokládaná spotřeba paliva v tunách (tab.19) je odvozená z jednoduchého přepočtu a to podle (1).

Parametry použité pro přepočet jsou uvedeny v tabulce 1.

$$M_{pv} = \frac{Q_p}{Q_i^r} \quad (1)$$

kde

$Q_p$  (kJ) - teplo v palivu

$Q_i^r$  (kJ/kg) - výhřevnost spalovaného paliva

$M_{pv}$  (kg) - hmotnostní tok dodávaného spalovaného paliva

## 4.6 Návrh harmonogramu dovozu paliva

### Specifikace problému:

Časový harmonogram dovozu černého a hnědého uhlí je nutné navrhnout s ohledem na:

- provoz kotlů a jejich plánovanou spotřebu paliva během roku (viz. tab.19)
- množství paliva, které je možné vyložit za jeden den

Den	Vyložené množství [tun]	Počet vyložených vagónů
1	1671	33
2	1568	33
3	1616	32
4	1570	31
5	1734	32
6	1682	32
7	1504	31
8	1613	30
9	1545	30
10	1561	32
<b>Průměr</b>	<b>1606,4</b>	<b>31,6</b>

Tab. 20 Dosažené hodnoty vykládky

V tab. 20 jsou uvedeny hodnoty vyložených vagónů deseti náhodných dnů.

Z tohoto pohledu bude pro další výpočty počítáno s **30 vagóny** a možností vyložení až **1600 tun paliva**, neboť je to dolní hranice, kterou lze bez problémů splnit za 24 hodin.

Otázkou zůstává, kolik tun paliva bude při 30 vozech ve skutečnosti vyloženo. Nelze totiž nikdy zaručit, že ve vozech bude vždy cca 53 tun paliva. Všechny návrhy budou teoretické, neboť celý systém vykládky závisí na kvalitě paliva, a je tedy velmi proměnlivý.

- zimní období, kdy jsou problémy se zamrzlým palivem ve vagónech. Z tohoto důvodu je dovoz černého uhlí v zimních měsících zcela vyloučen. Množství paliva, které se spotřebuje je naskládkováno během roku.
- kapacitní možnosti skládky paliva (uvedené v kapitole 4.4)
- zajištění skládkové rezervy, pro případ krizového stavu či náhlé situace, kdy nebude možné dovést palivo
- 21 možných dnů vykládky v měsíci. Tento počet dnů odpovídá pracovním dnům v měsíci. I když je v teplárně nepřetržitý provoz a dovoz by byl možný každý den je současný dovoz navržen na již zmiňovaných 21 dnů. Dva zbývající dny v týdnu jsou určeny na údržbu zařízení.

#### Vlastní návrh harmonogramu:

Vlastní návrh harmonogramu dovozu je navržen na množství paliva, které se měsíčně spotřebuje a na množství, jenž je nutno skladovat.

V následující tabulce 21 jsou uvedeny hodnoty počtu dnů, které budou potřeba na vykládku paliva při měsíčních spotřebách paliva. **Toto množství musí být minimálně měsíčně dovezeno.**

Měsíc	Černé uhlí		Hnědé uhlí	
	Spotřebované množství [tun]	Počet dnů vykládky	Spotřebované množství [tun]	Počet dnů vykládky
1	18671,4	11,7	16592	10,4
2	15142	9,5	14989	9,4
3	13628,6	8,5	16613,4	10,4
4	11126,5	7,0	14119,6	8,8
5	11497,4	7,2	12956	8,1
6	0	0,0	19075,2	11,9
7	0	0,0	15243,2	9,5
8	0	0,0	19714	12,3
9	11126,5	7,0	13437,4	8,4
10	11497,4	7,2	14252,4	8,9
11	13419,6	8,4	16050,6	10,0
12	17163,8	10,7	16548,8	10,3

Tab. 21 Plánované měsíční spotřeby fosilního paliva

Měsíc	Černé uhlí		Hnědé uhlí	
	Dovezené množství [tun]	Počet dnů vykládky	Dovezené množství [tun]	Počet dnů vykládky
1	0	0	22400	14
2	0	0	22400	14
3	17600	11	16000	10
4	17600	11	16000	10
5	17600	11	16000	10
6	11200	7	19200	12
7	16000	10	17600	11
8	11200	7	19200	12
9	19200	12	14400	9
10	17600	11	16000	10
11	0	0	22400	14
12	0	0	22400	14

Tab. 22 Navržený dovoz fosilního paliva

V návrhu dovozu fosilního paliva (tab. 22) je zahrnuto zimní období od listopadu do února, kdy je dovoz černého uhlí zcela vyloučen. Množství paliva, které se spotřebuje, je naskládováno během roku. Výchozí situace předpokládá skládkovat v zimním období cca 65000 tun černého uhlí. Dovoz hnědého uhlí realizován celoročně. Problém se zamrzlým uhlím v zimním období bude vyřešen rozmrazovacím tunelem. V tomto tunelu budou vagóny s palivem rozmrazovány po dobu nutnou k rozmrazení. Kolik bude skladováno průběžně hnědého uhlí, to je dáno jednak bezpečnostními předpisy a tím na kolik dní budeme chtít mít zásobu paliva.

## 5. ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY BIOMASY

### 5.1 Dovoz biomasy do skladu

Pro zásobování biomasou je nutné podstatným způsobem upravit vlečku závodu, a to tak, aby byla co nejvíce usnadněna vykládka biomasy. Biomasa bude dopravena do oblasti skládky v železničních vagónech, každý o kapacitě cca 35 tun biomasy. Následně stranovými výsypkami vysypána a kolovým nakladačem zavezena buď na skládku biomasy, nebo přímo na nakládku biomasy. Ze skládky bude biomasa dopravována do bunkru kotle přes nakládku, vybavenou dvojicí šnekových podavačů a soustavou dopravních pásů.

### 5.2 Požadavky na technické vybavení skladu na biomasu

Sklad biomasy bude pravděpodobně zastřešený objekt ze železobetonové konstrukce. Ve skladu biomasy musí být umístěno technické vybavení umožňující práci s biomasou. Je navržen mostový jeřáb, který může být použit pro přesun biomasy ze skládky ke šnekovým podavačům, dopravní pás na výrobní blok, tak pro překládání biomasy z důvodu vysušování. Další navrženou mechanizací je již zmiňovaný kolový nakladač zajišťující přesun biomasy.

Pásové dopravníky na biomasu ve venkovním provedení budou vedeny na otevřených pásovéch lávkách se zakrytím horní větve dopravníku. Toto opatření chrání dopravovanou biomasu před povětrnostními nebo jinými vlivy a zabraňuje úletu lehkých částic. Přesypy budou doplněny mlžícím zařízením omezující prašnost. Všechny dopravní cesty, přesypy, skluzy navrženy tak, aby nedocházelo ke klenbování paliva nebo k ucpání dopravních cest. Prostor pásového dopravníku nad bunkrem biomasy bude vybaven odsáváním pro zamezení prašnosti.

### 5.3 Spotřeba biomasy při jmenovitém výkonu kotle

Výpočtem zjistíme, kolik biomasy by byl kotel schopen spálit při svém jmenovitém výkonu

Parametry použité pro výpočet jsou uvedeny v kapitole 3.1.2.

$$M_{PAL} = \frac{Q_V}{Q_i \cdot \frac{\eta_K}{100}} = \frac{185}{9,5 \cdot \frac{86}{100}} = \underline{\underline{22,64 \text{ kg / s}}} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{hodinově: } M_{palH} &= 3600 \cdot M_{pal} = [kg / h] \\ M_{palH} &= 3600 \cdot 22,64 = \underline{\underline{81504 \text{ kg / h}}} \end{aligned}$$

Vypočítané hodnoty jsou jako u uhlí orientační.

S biomasou se však počítá jako s palivem, které se bude přimíchávat do hnědého uhlí. Uvažovaná směs by ve skutečnosti měla pohybovat v hmotnostním poměru 0 až 10% biomasy a 90 až 100% uhlí.

pro 100% biomasy.....spotřeba 22,64 kg/s => 81504 kg/h

pro 10% hmotnostního obsahu biomasy.....spotřeba 2,264 kg/s => 8150,4 kg/h

pro 30% hmotnostního obsahu biomasy.....spotřeba 6,79 kg/s => 24451 kg/h

#### Výpočet pilin na promíchávání s uhlím

Pilina	Hnědé uhlí
1 prm = 0,25 tun	1 m <sup>3</sup> = 1,2 tun
1t = 10 GJ	1t = 13,5 GJ
1prm = 2,5 GJ	1 m <sup>3</sup> = 16,2 GJ

Tab. 23 Parametry piliny a uhlí [B]

- 1) Hmotnostní poměr piliny : hnědé uhlí, 10:90%  
10tun : 85tun, 40prm pilin : 75 m<sup>3</sup>, což je zhruba 1:1 objemově

2) Výhřevnostní poměr piliny : hnědé uhlí, 10:90%  
1 tun : 6,6 tun, 4prn pilin : 5,5 m<sup>3</sup>, což je zhruba 1:1 objemově

3) Míchání objemově (doporučeno) piliny : hnědé uhlí, 1:3  
váhově 1 tun : 14,4 tun, což je výhřevnostně 10 : 194,4 GJ

## 5.4 Kapacitní možnosti skládky paliva

Kapacita skládky je navržena s požadavkem na 7-denní zásobu biomasy při spoluspalování biomasy s uhlím do tepelného obsahu 30% v přiváděném palivu. Pro jmenovitý výkon kotle a pro výhřevnost biomasy 9,5 MJ/kg to znamená skladovat cca 4000 tun biomasy (hodnoty pro výpočet viz kap. 5.3). Pro toto množství to znamená plochu 2700 m<sup>2</sup> při maximální přípustné výšce vrstvy biomasy 2,5 m.

## 5.5 Návrh harmonogramu dovozu paliva

### Specifikace problému

Časový harmonogram dovozu biomasy je nutné navrhnout s ohledem na:

- provoz kotle a jeho plánovanou spotřebu paliva během roku (viz. tab.19)
- množství paliva, které je možné vyložit za jeden den. Kapacita vykládky je stanovena pro požadavek kontinuálního zásobení kotle K5. Současná spotřeba a tvorba zásoby na skládce biomasy vyžaduje vykládku a dopravy biomasy minimálně na 2 vagóny za hodinu, to znamená cca 70 t/h. Z tohoto pohledu je možno reálně denně vyložit, až 630 tun biomasy, což odpovídá 18 vagónům. Pro další výpočty bude tedy počítáno s **18 vagóny a celkové hmotnosti biomasy 630 tun**.  
Otázkou však zůstává, jakým systémem budou vagóny přistavovány do prostoru vykládky. Pokud bude možnost přistavit celý vlak a vykládat právě 2 vagóny je reálně vyložení požadovaného množství biomasy. Pokud však bude možné přistavit jen dva vagóny je nutno počítat s problémy, které mohou nastat. Tyto problémy mohou souviset jak s přistavováním, tak s odtahováním vagónů. Doba vykládky se tak, může podstatně prodloužit.
- kapacitní možnosti skládky paliva (uvedené v kapitole 5.4)
- zajištění skládkové rezervy, pro případ krizového stavu, kdy nebude možný dovoz paliva

### Vlastní návrh harmonogramu

Vlastní návrh harmonogramu dovozu je navržen na množství paliva, které se měsíčně spotřebuje a na množství, jenž je nutno skladovat. V následující tabulce 24 jsou uvedeny hodnoty počtu dnů, které budou potřeba na vykládku paliva při měsíčních spotřebách paliva. Toto množství musí být minimálně měsíčně dovezeno.

	<b>Biomasa</b>	
Měsíc	Spotřebované množství [tun]	Počet dnů vykládky
1	9599,6	15,2
2	8672,2	13,8
3	9612,1	15,3
4	8169,1	13,0
5	7496	11,9
6	11036,4	17,5
7	8819,4	14,0
8	11405,9	18,1
9	7774,5	12,3
10	8417,5	13,4
11	9286,4	14,7
12	9574,6	15,2

Tab. 24 Plánované měsíční spotřeby biomasy

	<b>Biomasa</b>	
Měsíc	Dovezené množství [tun]	Počet dnů vykládky
1	10710	17,0
2	9450	15,0
3	10710	17,0
4	9450	15,0
5	8820	14,0
6	11340	18,0
7	9450	15,0
8	11340	18,0
9	9450	15,0
10	9450	15,0
11	10710	17,0
12	9450	15,0

Tab. 25 Navržený dovoz biomasy

## 5.6 Míchání biomasy s uhlím

V projektu modernizace Teplárny Přerov je počítáno se spoluspalováním biomasy ve směsi s hnědým uhlím. Pro tento případ je navržen vlastní skladovací objekt, ve kterém bude biomasa skladována. Ze skládky je biomasa dopravena do prostoru nad zásobníkem hnědého uhlí. V tomto prostoru dojde ke smíchání biomasy s uhlím do požadovaného poměru.



## 5.7 Náhradní řešení dovozu a míchání biomasy s uhlím

Pokud však projekt nebude realizován, je nutné navrhnout náhradní řešení dovozu, skladování a míchání biomasy s uhlím. Případné způsoby nakládání s biomasou, skladování, doprava a manipulace je nutné řešit s využitím stávajících přístupových cest v areálu teplárny a jejich možným minimálním rozšířením. Náhradní variantou je dovoz biomasy do prostoru skládky hnědého uhlí, který se zajistí nákladní kamionovou dopravou. Úprava skládky není nutná, neboť stávající velikost plochy s betonovým povrchem je pro ukládání biomasy dostatečná.

Při skladování biomasy je však třeba zohlednit vlhkost paliva, skladbu biomasy (zda se jedná o peletu, pilinu, štěpku), způsob ukládání apod. Nebezpečí zapaření a samovznícení je dosti vysoké.

### Technologie míchání

Vlastní princip míchání bude vzpočívat v tom, že se biomasa mechanicky smíchá buldozerem typu CATERPILLAR s uhlím na skládce a to tak, aby promísení bylo maximálně rovnoměrné. Poté je nahrnována na mřížce násypky a za pomoci vyhrnovacího vozíku VV3 sypána na pás T9 a soustavu pásů T2, T3, T4 dopravována spolu s hnědým uhlím do zásobníků surového paliva příslušného kotle.

### Pozitiva

- Z pohledu ekonomického lze tento způsob míchání biomasy s hnědým uhlím považovat za nejvíce přijatelný, neboť odpadá investice do stavby skladu na biomasu a dopravních cest.
- Odpadá nutnost o údržbu celého systému skladování biomasy
- Odpadá navýšení počtu zaměstnanců

### Negativa

- Dovoz biomasy nebude možný v železničních vagónech, neboť na to není přizpůsobena vlečka závodu. Náhradní variantou je jen dovoz v kamionech, u kterého se dá předpokládat, že bude ekonomicky dražší, než dovoz po železnici.
- Skladování biomasy mimo zastřešený objekt sebou přinese problémy s povětrnostními vlivy (biomasa může navlhnout). Tento fakt bude mít zásadní vliv na kvalitu biomasy. Zhorší následné míchání, doprava do zásobníku surového paliva, podmínky spalování (sníží tepelný výkon kotle) atd.
- Míchání biomasy a černého uhlí vyžaduje buldozer a obsluhu, která bude zapotřebí při rozhrnování a zhutňování černého, nebo hnědého uhlí na skládce.
- Nedocílení požadovaného míchacího poměru biomasy a hnědého uhlí.

## Zhodnocení míchání buldozerem

Náklady na stavbu skladu, dopravních cest a příjezdové vlečky budou vysoké. Z tohoto pohledu si dovedu představit tuto variantu míchání biomasy a uhlí buldozerem. To však není nejdůležitější rozhodující hledisko o tom, zda sklad a pomocná technologická zařízení postavit, nebo ne. Osobně si myslím, že především záleží na parametrech paliva, se kterým bude pracováno a následně spalováno. Tedy záleží na míchacím poměru obou paliv (biomasy a hnědého uhlí). Toho lze však dosáhnout jen při realizaci buď míchacího centra, nebo přímého dávkování biomasy do spalovací komory.

## **6. ZAUHLOVÁNÍ KOTLŮ**

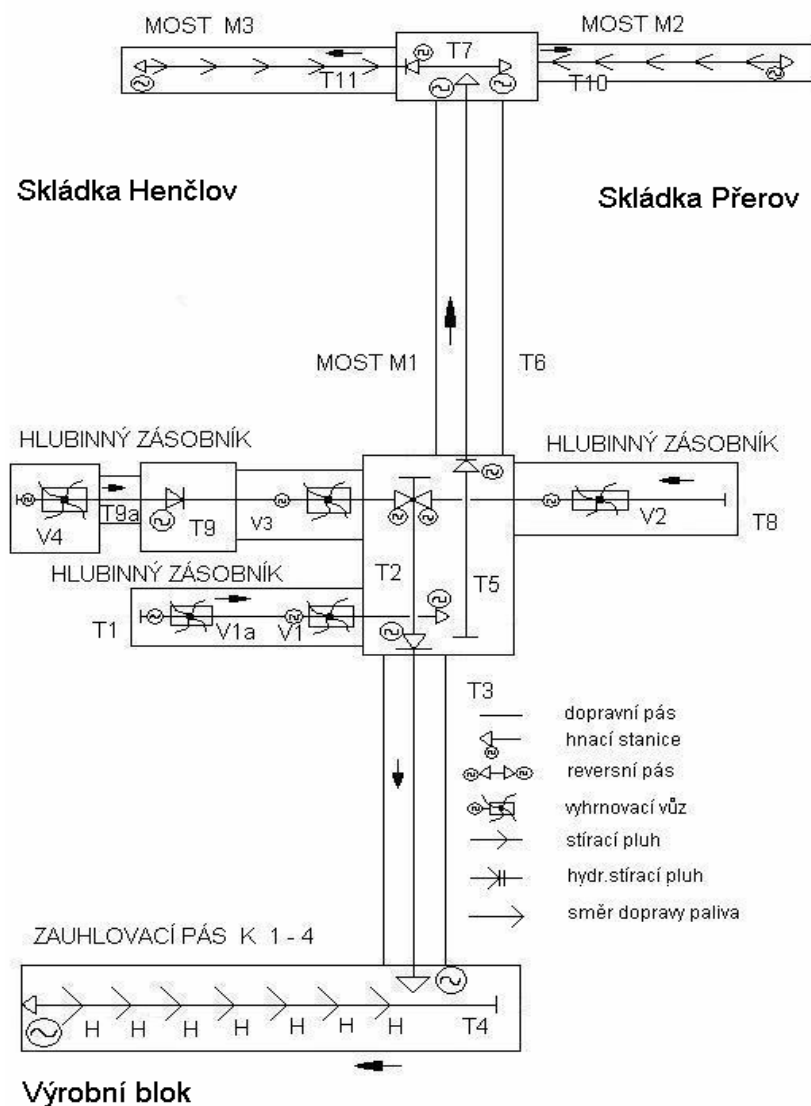
Zauhlování je místo elektrárny, které zajišťuje dopravu paliva z místa vykládky do kotelny v takovém množství, aby byla zajištěna dostatečná dodávka paliva pro zásobníky surového uhlí nad kotli výrobních bloků a tím zajištěna plynulá výroba elektrické energie.

### **6.1 Zauhlování kotlů stavající zauhlovací trasou**

Zauhlování kotlů ze skládky (obr. 7) se uskuteční pomocí vyhrnovacích vozíků VV4, VV3 a VV2 a dopravních pásů:

- T9a, T9, T2, T3, T4 pro VV4 - pro hnědé uhlí
- T9, T2, T3, T4 pro VV3 - pro hnědé uhlí
- T8, T2, T3, T4 pro VV2 - pro černé uhlí

Vlastní zauhlování uhelných bunkrů jednotlivých kotlů je možno provést přímo z Divadla přes vyhrnovací vozík VV1 a dopravní pásy T1, T3, T4. Tímto způsobem je až 50% veškerého dovezeného paliva dopraveno přímo do uhelných bunkrů jednotlivých kotlů a zbývající část je ukládána na venkovní skládky paliva. Tím je omezena manipulace s palivem a prašnost celého systému. Povolené zatížení pásů je 300 t/h při tažení na kotel a 350 t/h při tažení na skládku. Jsou to hodnoty, které zajistí bezpečný provoz dopravní cesty (skutečná hodnota je však menší, odvíjí se od kvality paliva). Surové uhlí ze skládky je dopravováno po pásech a za pomocí shrnovačů umístěných nad každým zásobníkem shrnováno do zásobníku paliva příslušného kotle. Zásobník surového uhlí je ocelový a má tvar kolmého jehlanu, kde jedna stěna na straně ke kotelně je svislá. Každý kotel (K2, K3) má dva zásobníky o objemu 160m<sup>3</sup>, což odpovídá kapacitě kolem 112 tun uhlí. Každý zásobník je plněn na cca 100 tun surového uhlí. Kotel K5 bude mít zásobník s požadavkem na zauhlení po 12-14 hodinách.



Obr. 7 Schéma zauhlovacích tras

## 6.2 Zauhlování kotlů stávající a novou zauhlovací trasou

Zauhlování kotlů K2 a K3 ze skládky bude možné stávající zauhlovací trasou za pomoci vyhrnovacího vozíku VV2 a soustavu pásů T8, T2, T3, T4.

Zauhlování kotle K5 bude uskutečněno vyhrnovacím vozíkem VV3, (VV4) a přes soustavu nových pásů. Kolik jich bude, je předmětem technického stavu. Skutečná vytíženost nové zauhlovací cesty by mohla být kolem 180-200 t/h, tak jak je tomu u stávající trasy. Podle kvality paliva by mohla být i větší.

### Výhoda dvou zauhlovacích cest

- V případě poruchy stávající zauhlovací trasy (roztrhnutí pásu, porucha hnacího motoru, zasypaní dopravní cesty.....), lze zajistit dopravu paliva do zásobníků druhou dopravní cestou.

- Při určitém provozním stavu, lze bez problémů zauhlovat oběma zauhlovacími cestami najednou.

#### Nevýhody nové zauhlovací trasy

- Vysoká pořizovací cena celého zařízení
- Značné úpravy při napojování k současným hlubinným zásobníkům a k zásobníkům surového paliva na výrobním bloku

#### Zhodnocení

Nová zauhlovací trasa by z jistého pohledu byla výhodná. Avšak z pohledu na kapacitní a časové hledisko zauhlování kotlů je možno zajistit dopravu uhlí na výrobní blok i jen stávající zauhlovací trasou (viz. kap. 6.1).

### 6.3 Spotřeba paliva při jmenovitých výkonech kotlů

Parametry použité pro výpočet jsou uvedeny v tabulce 26.

	Jednotka	Kotel K2	Kotel K3	Kotel K5
Jmenovitý výkon	[MWt]	88,6	65,6	185
Druh použitého paliva		Černé uhlí	Černé uhlí	Hnědé uhlí
Výhřevnost paliva	[MJ/kg]	17	17	13,5
Účinnost kotle dle výrobce	[%]	89	86	86

Tab. 26 Parametry kotlů [4]

#### Hmotnostní tok paliva $M_{pal}$ : Kotel K2

$$M_{PAL} = \frac{Q_V}{Q_i \cdot \frac{\eta_K}{100}} = \frac{88,6}{17 \cdot \frac{89}{100}} = \underline{\underline{5,86 \text{ kg / s}}}$$

hodinově:  $M_{palH} = 3600 \cdot M_{pal} = [kg / h]$   
 $M_{palH} = 3600 \cdot 5,86 = \underline{\underline{21096 \text{ kg / h}}}$

#### Hmotnostní tok paliva $M_{pal}$ : Kotel K3

$$M_{PAL} = \frac{Q_V}{Q_i \cdot \frac{\eta_K}{100}} = \frac{65,6}{17 \cdot \frac{86}{100}} = \underline{\underline{4,48 \text{ kg / s}}}$$

$$\begin{aligned} \text{hodinově: } M_{palH} &= 3600 \cdot M_{pal} = [kg/h] \\ M_{palH} &= 3600 \cdot 4,48 = \underline{\underline{16128kg/h}} \end{aligned}$$

**Hmotnostní tok paliva  $M_{pal}$ : Kotel K5**

$$M_{PAL} = \frac{Q_v}{Q_i^r \cdot \frac{\eta_K}{100}} = \frac{185}{13,5 \cdot \frac{86}{100}} = \underline{\underline{15,93kg/s}}$$

$$\begin{aligned} \text{hodinově: } M_{palH} &= 3600 \cdot M_{pal} = [kg/h] \\ M_{palH} &= 3600 \cdot 15,93 = \underline{\underline{57348kg/h}} \end{aligned}$$

Ovšem vypočtené spotřeby paliva za hodinu, které jsem zde uvedl, je hodnotami orientačními. Ve skutečnosti budou kolísat podle výhřevnosti paliva, které nebude konstantní.

**6.4 Časová a kapacitní kalkulace zauhlení zásobníků**

V kap. 6.3 jsou uvedeny hodnoty spotřeby paliva jednotlivých kotlů. Podle těchto hodnot, kapacitní možnosti zásobníků paliva a instalované technologie dopravních pásů je navržen časový plán zauhlení jednotlivých zásobníků.

Pro kotle K2, K3 a zásobníky o kapacitě plnění kolem 100 tun paliva (závislé na kvalitě paliva) to znamená zauhlení po 4 hodinách. Pro kotel K5 s požadavkem zauhlení po 12-14 hodinách to znamená navrhnout zásobník o objemu 420-500 m<sup>3</sup> a celkové kapacitě 500 - 600 tun hnědého uhlí. S požadavkem na dva zásobníky bude kapacita uhelných bunkrů cca 840 - 1000 m<sup>3</sup>. Při směsi biomasy a uhlí bude množství paliva v zásobníku menší, neboť obě paliva mají rozdílnou objemovou hmotnost v 1m<sup>3</sup>. Skutečné množství paliva v zásobníku by se muselo přepočítat podle poměru v jakém byly smíchány.

Parametr	Jednotka	Kotel K2	Kotel K3	Kotel K5
Kapacita zásobníku	[tun]	100	100	600
Max. vytíženost dopravní cesty	[tun/hod]	300	300	300
Doba zauhlení	[min]	20	20	120

Tab. 27 Doby zauhlování při ideálních stavech

V tab. 27 jsou uvedeny časové hodnoty zauhlení při maximálním zatížení dopravní cesty. Z pohledu reality je nelze brát jako dosažitelné. Ve skutečnosti tyto hodnoty budou jiné, neboť je nutné přihlížet i na negativní faktory, které budou množství paliva na pásu ovlivňovat a tedy i zatížení dopravní cesty. Jedním z faktorů jsou vlastnosti paliva, ale může to být i obsluha, která by nezajistila optimální chod vyhrnovacího vozíku apod.

V tab. 28 jsou uvedeny hodnoty zauhlení náhodných 5 dnů v měsících leden a srpen. Jsou to reálné hodnoty zatížení pásů, které byly změřeny pásovou váhou BOEKELES umístěnou nad pásem T3. Průměrné hodnoty pro černé uhlí za celý měsíc leden jsou 194 t/hod uhlí a 161 t/hod za měsíc srpen.

	Leden	Srpen
	<b>Tažené množství</b>	
<b>Den</b>	[t/hod]	
<b>1</b>	158,53	161,39
<b>2</b>	196,16	177,61
<b>3</b>	177,42	188,94
<b>4</b>	213,41	147,31
<b>5</b>	194,83	161,77
<b>Průměr 5 dnů</b>	188,07	167,404

Tab. 28 Skutečná vytíženost dopravní cesty

Pro další návrhy bude počítáno s vytížeností pásů 180 - 200 t/hod pro obě fosilní paliva.

V tab. 29 jsou uvedeny časové hodnoty zauhlení všech kotlů, které je přibližně dosažené skutečnosti.

<b>Parametr</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Kotel K2</b>	<b>Kotel K3</b>	<b>Kotel K5</b>
Kapacita zásobníku	[tun]	100	100	600
Skutečná kapacita zauhlení	[tun/hod]	180-200	180-200	180-200
Doba zauhlení zásobníku	[min]	33-30	33-30	200-180

Tab. 29 Doby zauhlení

Hnědé uhlí pro kotel K5 bude mít přibližně stejnou hmotnost jako černé. Ovšem při společné dopravě s biomasou bude skutečné zatížení pásu pravděpodobně nižší. Předpokládá se, že by mohlo být nižší pokud se nebude míchat v hmotnostním poměru.

V tab. 30 jsou uvedeny denní časové hodnoty zauhlení zásobníků.

<b>Parametr</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Kotel K2</b>	<b>Kotel K3</b>	<b>Kotel K5</b>
Doba jednoho zauhlení	[min]	33-30	33-30	200-180
Doba denního zauhlení	[min/den]	198-180	198-180	400-360

Tab. 30 Denní doby zauhlení

## 7. NÁVRH LOGISTIKY JEDNOTLIVÝCH OPERACÍ

### 7.1 Účel

Nejdůležitějším požadavkem v systému zauhlování je zajištění plynulosti souběžné vykládky paliva, zauhlování kotlů a míchání paliv. Pro tyto případy je nutné navrhnout časový plán jednotlivých operací tak, aby se vzájemně nepřekrývali a též aby byly dodrženy legislativní požadavky z hlediska lidských zdrojů. Dodržení časového plánu zajišťuje bezpečný a spolehlivý provoz navazujících technologických celků TPR spojených s využitím dodávaných surovin.

### 7.2 Organizace obslužné práce (současný stav)

Obslužné práce z pohledu vykládky paliva jsou uskutečňovány:

- pracovníky OKD - Doprava, a.s
- pracovníky TPŘ

#### **Pracovníci OKD - Doprava, a.s.**

##### Strojvedoucí:

- ve spolupráci se zaměstnancem pověřeným řízením posunu provádí přistavování a odsun vagónů nad hlubinný zásobník „Divadlo“
- odpovídá a společně se zaměstnancem pověřeným řízením posunu provádí vykládku samovysypných vozů v předepsané přístavné době

##### Zaměstnanec pověřený řízením posunu

- provádí vykládku paliva ve spolupráci s předákem zauhlování
- provádí dočišťování vagónů stlačeným vzduchem
- zodpovídá za čistotu pracoviště

#### **Pracovníci TPŘ**

##### Předák zauhlování

- v zauhlování organizuje práci tak, aby byla zajištěna bezpečnost práce u obsluhujícího personálu a nedošlo k poškození strojů a zařízení
- plnění ZSU jednotlivých kotlů zajišťuje po telefonické dohodě s dispečerem
- spolupracuje s firmou OKD – Doprava, a.s. při vykládce paliva
- odpovídá za včasnou dodávku paliva do ZSU jednotlivých kotlů

- stáčení topného oleje řídí tak, aby byly dodrženy MPP pro manipulaci v hospodářství topného oleje za přísného dodržování požárních a bezpečnostních předpisů při manipulaci s ropnými látkami
- provádí kontrolu stavu počítadla pásové váhy T3
- v době zauhlování zásobníků u kotlů organizuje práci tak, aby zauhlení bylo plynulé při dodržování všech provozních a bezpečnostních předpisů
- odpovídá za bezporuchový, bezpečný a ekonomický chod celého úseku zauhlování

### Zauhlovač

- je podřízen předákovi zauhlování, s kterým spolupracuje při vykládce paliva a dopravě paliva na výrobní blok
- provádí transport paliva přes vyhrnovací vozíky na zauhlovací pásy podle potřeby na kotel i na skládku
- plně zodpovídá za úklid ve vnitřních prostorách zauhlování na základě rozdělovníku úklidových prací
- kontroluje chod pásu, válečků, poháněcích stanic včetně motoru, převodovky, kontroluje napínací stanici u pásů T4, T6, T3, T9a, T10, T11, dbá o jejich čistotu a mazání točivých částí a doplňuje olej u „Askánie“ zvedacích pluhů
- dbá, aby nedošlo k přehlcení pásů palivem a jejich poškození
- kontroluje opotřebení stíračů na pluzích u pásů T4, T10, T11 a stíračů na pásech v přesýpacích stanicích
- provádí úklid pod pásem a válečky a po ukončení tažení provede úklid na celém svěřeném úseku
- zodpovídá za dostatečné množství uhlí v zásobnících surového paliva na výrobním bloku po natažení
- zodpovídá za množství paliva přiváděného na pás a jeho rovnoměrné ukládání, za funkci zabezpečovacího zařízení, funkci napínacího zařízení, stav a funkci stíračů na pásech, stav a mazání bubnů, teplotu ložisek, stav signalizace, správný chod vyhrnovacích vozíků a také pluhů na pásech T4, T10, T11 a stav a čistotu napínacích stanic pásů T3, T4, T6, T9a, T10, T11

### Strojník pracovních strojů

- provádí vykládku paliva na skládce rovnoměrným rozhrnováním uhlí po celé ploše skládky, při zauhlování kotlů přihruje uhlí na mříže pomocných hlubinných zásobníků



- je plně zodpovědný za ukládání paliva na skládku, při zakládání skládky a při dopravě paliva pro spotřebu nesmí vytvořit nebezpečné stěny hrozící sesutím nebo zasypáním zaměstnanců zauhlování
- dbá, aby vytvořená skládka nebyla opřena o stěnu vykládacího tunelu, zástřešku pásu T6 a nepřesypávala se do kolejiště
- horní část skládky udržuje bez hrází a proláklín
- provádí měření teploty skládky paliva (1x týdně na nedělní ranní směně) a provede zápis do „Provozního deníku zauhlování“

### 7.3 Časový harmonogram jednotlivých činností zaměstnanců zauhlování TPŘ a zaměstnanců OKD - Doprava, a.s

Místem předání paliva mezi dopravcem a provozovatelem je rošt nad hlubinného zásobníku „Divadle“. Pracovní činnosti obsluhy TPŘ v čase 6.00 – 18.00 je úzce spjata s časovým harmonogramem vykládky paliva pracovníků OKD - Doprava, a.s. Na tuto skutečnost nelze zapomínat.

Čas	Pracovní činnost
6.30 - 10.00	Vykládka paliva do hlubinného zásobníku
10.00 - 10.30	Přestávka na oběd
10.30 - 11.30	Technologická přestávka ve vykládce, provádění úklidových prací, případná vykládka jiných materiálů
11.30 - 13.45	Vykládka paliva do hlubinného zásobníku
13.45 - 14.30	Přestávka
14.30 - 18.00	Vykládka paliva do hlubinného zásobníku

Tab. 31 Pracovní činnosti

V tabulce 31 je uvedeno rozvržení pracovní činnosti obsluhy OKD-Ostrava. Podle těchto časů by měla probíhat plynulá vykládka paliva ze strany dopravce. Je však nutné počítat s tím, že během vykládky mohou nastat situace, které časové plnění vykládky bude zpomaleno. Takovými situacemi mohou být problémy při přestavování a odstavování vagónů, problémy při vykládce paliva.

#### Harmonogram prací s fosilním palivem

Při návrhu jsem vycházel z několika kombinací, které by byly nejvíce reálné. Avšak některé z nich nespĺňují některé požadavky, a proto jsou méně přijatelné. Pro srovnání jsem je však uvedl, aby bylo vidět, jak se od sebe liší. Tyto pracovní činnosti budou zajišťovány obsluhou TPŘ uvedené v kap. 7.2. Časové řešení souběžné vykládky paliva, zauhlování kotlů z pohledu obsluhy TPŘ je navrženo v tabulkách 32,33,34,35.

Harmonogramy pracovních činností jsou navrženy s ohledem na:

- zauhlování výrobního bloku při maximálním výkonu kotlů
- reálnou situaci s pohledu dosažení kapacit a možnosti instalované technologie
- přestávku v práci a bezpečnostní přestávku, které jsou dány **zákoníkem práce č. 262/2006 Sb.** v § 88.

Podle tohoto zákona a právních předpisů je zaměstnavatel povinen poskytnout zaměstnanci nejdéle po 6 hodinách nepřetržité práce přestávku v práci na jídlo a oddech v trvání nejméně 30 minut, přičemž přestávka může být rozdělena do několika částí v trvání nejméně 15 minut.

- 3-směnný provoz nebo 2-směnný provoz pohledu obsluh
- časové prodloužení jednotlivých operací z důvodu přesunu osob a najíždění zařízení

	Čas	Pracovní činnost
Směna 1	6:00 - 6:30	Tažení na <b>kotel K3</b>
	6:30 - 8:45	Tažení paliva na skládku
	8:45 - 9:45	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	8:45 - 11:00	Tažení paliva na skládku
	11:00 - 11:30	Přestávka
	11:30 - 12:45	Tažení paliva na skládku
	12:45 - 13:45	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	13:45 - 14:00	Předání pracoviště mezi směnami
Směna 2	14:00 - 17:30	Tažení na fluidní <b>kotel K5</b>
	17:30 - 18:30	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	18:30 - 19:00	Přestávka
	19:00 - 20:45	Tažení paliva na skládku (dokončení)
	20:45 - 21:45	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	21:45 - 22:00	Předání pracoviště mezi směnami
Směna 3	22:00 - 0:45	Dokončovací práce při tažení, úklidové práce, revizní práce
	0:45 - 1:45	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	1:45 - 2:15	Přestávka
	2:15 - 5:15	Tažení na fluidní <b>kotel K5</b>
	5:15 - 5:45	Tažení na <b>kotel K2</b>
	5:45 - 6:00	Předání pracoviště mezi směnami

Tab. 32 Časový harmonogram jednotlivých operací

V tab. 32 jsem navrhl zauhlování kotle K5 po příchodu odpolední směny. Ze zauhlením v tomto čase by nebyl až tak velký problém. Problém by nastal při prodloužení tažení v době

2:15 – 5:15. Z tohoto pohledu by se prodloužilo tažení kotle K2 nebo K3 až na 6 hodin. To by mělo za následek, že zauhlení jednoho kotle by se muselo rozdějit a provést později. To je však nepřijatelné jak časově, tak i s pohledu obsluhy.

	Čas	Pracovní činnost
Směna 1	6:00 - 9:00	Tažení na fluidní <b>kotel K5</b>
	9:00 - 10:00	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	10:00 - 11:00	Tažení paliva na skládku
	11:00 - 11:30	Přestávka
	11:30 - 12:45	Tažení paliva na skládku
	12:45 - 13:45	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	13:45 - 14:00	Předání pracoviště mezi směnami
Směna 2	14:00 - 16:45	Tažení paliva na skládku
	16:45 - 17:45	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	17:45 - 18:15	Přestávka
	18:15 - 21:15	Tažení na fluidní <b>kotel K5</b>
	21:15 - 21:45	Tažení na <b>kotel K2</b>
	21:45 - 22:00	Předání pracoviště mezi směnami
Směna 3	22:00 - 22:30	Tažení na <b>kotel K3</b>
	22:30 - 1:45	Dokončení tažení na skládku
	1:45 - 2:45	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	2:45 - 3:15	Přestávka
	3:15 - 4:45	Úklidové a údržbové práce
	4:45 - 5:45	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	5:45 - 6:00	Předání pracoviště mezi směnami

Tab. 33 Časový harmonogram jednotlivých operací

V harmonogramu podle tab. 33 jsem se snažil vystihnout, jak bude vypadat zauhlení kotle K5 v době 6:00 až 9:00. Ve dnech, kdy se bude provádět vykládka hnědého uhlí by návrh nebyl špatný. Je nutné však počítat i s černým uhlím a v této době by vykládka citelně stála s pohledu dopravce. Časový harmonogram obsluhy dopravce by se tak musel upravit podle toho, jaké palivo bude dovezeno.

	Čas	Pracovní činnost
Směna 1	6:00 - 7:00	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	7:00 - 10:00	Tažení paliva na skládku
	10:00 - 11:00	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	11:00 - 11:30	Přestávka
	11:30 - 13:30	Tažení paliva na skládku
	13:30 - 14:30	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	14:30 - 14:45	Přestávka
	14:45 - 17:45	Tažení na fluidní <b>kotel K5</b>
	17:45 - 18:00	Předání pracoviště mezi směnami
Směna 2	18:00 - 19:00	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	19:00 - 21:30	Tažení paliva na skládku (dokončení)
	21:30 - 22:30	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	22:30 - 23:00	Přestávka
	23:00 - 1:30	Úklidové a údržbové práce
	1:30 - 2:30	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	2:30 - 2:45	Přestávka
	2:45 - 5:45	Tažení na fluidní <b>kotel K5</b>
	5:45 - 6:00	Předání pracoviště mezi směnami

Tab. 34 Časový harmonogram jednotlivých operací

V tab. 34 jsem vystihl rozvržení pracovní činnosti do dvou pracovních směn. Z pohledu obsluhy není žádný problém a jednotlivé operace lze provádět v předepsaných časech. Je však nutné vzít v úvahu fakt do jaké míry by byl problémový přechod se současného 3-směnného provozu na provoz 2-směnný. S přechodem na 2-směnný provoz je nutné upravit směny, proto tento harmonogram předem zamítám.

	Čas	Pracovní činnost
Směna 1	6:00 - 7:00	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	7:00 - 10:00	Tažení paliva na skládku
	10:00 - 11:00	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	11:00 - 11:30	Přestávka
	11:30 - 13:45	Tažení paliva na skládku
	13:45 - 14:00	Předání pracoviště mezi směnami
Směna 2	14:00 - 15:00	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	15:00 - 18:00	Tažení na fluidní <b>kotel K5</b> (Tažení paliva na skládku)
	18:00 - 19:00	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	19:00 - 19:30	Přestávka
	19:00 - 21:45	Dokončení tažení na skládku
	21:45 - 22:00	Předání pracoviště mezi směnami
Směna 3	22:00 - 23:00	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	23:00 - 1:15	Úklidové a údržbové práce
	1:15 - 2:15	Tažení na <b>kotel K2, K3</b>
	2:15 - 2:45	Přestávka
	2:45 - 5:45	Tažení na fluidní <b>kotel K5</b>
	5:45 - 6:00	Předání pracoviště mezi směnami

Tab. 35 Časový harmonogram

V tab. 35 je pracovní činnost rozvržena do tří pracovních směn. Takto navržený harmonogram je pružný a vždy bez problémů je možné podle potřeby začít s činností dřív. Tento návrh je z mého pohledu nejvíce přijatelný a nezávislý na tom, zda bude zauhlení provedeno jen současnou, nebo i za spolupráce s novou zauhlovací trasou.

Určitým problémem by mohlo být jen prodloužení tažení na kotel K5 v ranních hodinách, kdy vždy po tažení dochází ke střídání směn.

Pozornost je třeba i zaměřit na zauhlení kotle K5 hnědým uhlím v odpoledních hodinách. Nikdy jej nelze navrhnout tak, aby nezasahoval do vykládky černého uhlí z vagónů. Tento stav bude mít bezpochybně vliv na dokončení tažení černého uhlí na skládku. Řešením je, že zbývajících maximálně 424 tun paliva (závislé na kvalitě dodaného paliva) může být vyloženo do hlubinného zásobníku „Divadla“. Tažením v době 18:00 - 19:00 bude toto množství postupně odebíráno. Toto řešení zajistí plynulost dodávky, možnost neskladování paliva na skládce. Současně nedojde ke změně současného časového harmonogramu pracovníků OKD - Doprava, a.s.

Ve dnech, kdy bude koncipován dovoz hnědého uhlí 3 hodiny tažení na kotel K2 a K3 nepochybně ovlivní vykládku hnědého uhlí. Pro pracovníky zauhlování však tento stav nebude mít zásadní vliv, neboť nevyložené množství paliva v této době je možno vyložit později. Pro pracovníky OKD - Doprava, a.s. to znamená, že by v této době zůstali nevyužiti.

## Zhodnocení harmonogramů pro práci s fosilním palivem

U všech navržených harmonogramů pracovních činností je na první pohled vidět, že vykládka nebo tažení černého či hnědého uhlí časově pokrývá prakticky celých 24 hodin. Časové rezervy, které se naskytli jsou vyhrazeny pro ostatní práce, které souvisejí z údržbou, úklidem a revizí jednotlivých zařízení apod. Již teď je jasné, že **současní pracovníci**, kteří se podílejí na vykládce fosilního paliva **nebudou moci provádět** souběžnou práci s biomasou. Z tohoto důvodu je nutné navrhnout i harmonogram pro práce s biomasou. Pro tuto činnost by měla být posílena jednotka zauhlovačů o dva pracovníky v každé směně, kteří splní požadované předpoklady i pro práci ve skladu biomasy. **Navýšení jen při realizaci skladu biomasy.**

## Harmonogram prací s biomasou na skládce

Míchání biomasy spolu s hnědým uhlím by bylo nejlepší uskutečnit v nočních hodinách, kdy nebude probíhat tažení uhlí na skládku. Avšak je nutné počítat s tím, že na míchání se podepíše tma. Proto míchání v tento čas nedoporučuji. Efektivnější je provádět míchání i přes den, kdy potřeba přechování uhlí na skládce bude vařešeno postupným využíváním shrnovacích pluhů na celé délce pásu T10 nebo T11.

## Harmonogram prací s biomasou ve skladu biomasy

Při návrhu jsem vycházel z toho, že by bylo možné využít navržené pracovníky i do oblasti zauhlování. Pokud budeme brát úvahu časy, které souvisejí přímo s vykládkou biomasy, vychází mám, že čistý čas pro vykládku představuje 10 hodin za obě směny. Tento čas by měl vystačit na vyložení 18 vagonů denně (kap 5.4), které by se měli při kapacitě vykládky vykládat cca 9 hodin. Hodina navíc by sloužila jako rezerva na krytí časových zpoždění. Zbylé 3 hodiny, by mohli sloužit pro tažení uhlí na kotel K5.

	Čas	Pracovní činnost
Směna 1	6:00 - 11:00	Vykládka biomasy a její doprava na skládku, doprava biomasy do bunkru biomasy
	11:00 - 11:30	Přestávka
	11:30 - 13:45	Vykládka a překládka biomasy na skládce
	13:45 - 14:00	Předání pracoviště mezi směnami
Směna 2	14:00 - 14:45	Manipulace na skládce
	14:45 - 18:00	Manipulace na skládce (Tažení na fluidní kotel K5)
	18:00 - 18:30	Přestávka
	18:30 - 21:45	Dokončení vykládky biomasy
	21:45 - 22:00	Opuštění pracoviště

Tab. 36 Časový harmonogram

Podle tohoto harmonogramu (tab. 36) by se mohli všechny práce s biomasou (vykládka, překládka atd.) prakticky stihnout za 2 pracovní směny. To však jen za předpokladu, že

v nočních hodinách nebudou potřeba pracovníci. Týkalo by se to toho, že by musela být výsypka nad šnekovými podavači dostatečně velká a nebyla by nutnost ji v noci doplňovat. Přes den při doplňování zásobníku je to rozvrženo tak, že jeden pracovník by prováděl vykládku biomasy z vagónů (obsluha kolového nakladače) a druhý by při dopravě biomasy kontroloval chod pásů nad zásobníkem biomasy. Kontrola v prostoru nakládky je zbytečná, neboť přísun biomasy na dopravní pás přes šnekové podavače, by měl být řízen automaticky z velína.

Pokud však budou pracovníci potřeba i na noční směně, není problém zajistit i 3 směnu. Otázkou spíše je, zda ale budou využiti. Z praktického hlediska by mohli být vytíženi, neboť s novým zařízením přibudou povinnosti o údržbu.

## 7.4 Organizace obslužné práce (nový stav)

Obslužné práce pro nový stav (ze skladem biomasy) budou plněny následovně:

Pracoviště v objektu zauhlování		Pracoviště skladu biomasy	
Předák zauhlování	<b>Provozovatel</b>	Pracovník pro biomasu	<b>Provozovatel</b>
Zauhlovač		Strojník pracovních strojů	
Strojník pracovních strojů			
Strojvedoucí	<b>Dopravce</b>	Strojvedoucí	<b>Dopravce</b>
Zaměstnanci pověřeni řízením posunu		Zaměstnanci pověřeni řízením posunu	

Tab. 37 Pracovní obsluhy jednotlivých pracovišť

V tab. 37 je návrh pracovníků na jednotlivé pozice z hlediska plnění. Nejde jen o činnosti spojené s vykládkou paliva, nebo tažením na výrobní blok, ale i o ostatní práce, které souvisejí z provozem (úklid, údržba zařízení, stáčení LTO.....).

Oblast dopravce biomasy a jejich obsluh je teď velkou neznámou a nelze přesně říct, zda bude zajištěna jen železniční, nebo i silniční dopravou.

Pokud bude zajištěna železniční dopravou je nutné počítat s tím, že jsou potřební strojvedoucí a pracovníci pro vykládku z vagónů. Tyto pracovníky by měla zajistit firma dopravce. Z pohledu efektivity vykládky nejde jen o pracovníky, ale i o propustnost celé železniční dopravy v objektu teplárny, která může vážnout. Pokud chceme zajistit plynulost vykládky fosilního paliva a současně biomasy musíme mít k dispozici dvě nezávislé pracovní obsluhy a také dvě mašiny.

Při zajištění silniční dopravou odpadají pracovníci ze strany dopravce. V úvahu připadají jen pracovníci pro práci s biomasou.

## 8. ZÁVĚR

Předložená diplomová práce vznikla na základě vypracování projektu na dané téma pro společnost Dalkia Česká republika, a.s. Zabývá se otázkou problematiky paliv, která nastane po modernizaci v Teplárně Přerov. Jde tu především o dovoz, případné míchání paliv, skládkování, jejich dopravu na výrobní blok a zajištění potřebné obsluhy při práci s palivem. Vytyčeným cílem je návrh takového řešení, které bude časově přijatelné a zároveň bude splňovat požadavky na dopravené množství a obsluhu.

Hlavní otázkou celé modernizace je, do jaké míry bude naplněna. Ta je závislá na finančních prostředcích, které budou na tento projekt vynaloženy a uvolněny.

Naplnění v celém rozsahu (nový kotle K5, rekonstrukce kotlů K2, K3, stavba nové zauhlovací trasy, sklad biomasy) má vliv na obsluhu a na celkové zajištění provozu. S novým skladem biomasy a jeho provozem je nutné navýšit i obsluhu. Doporučuji nejméně dva pracovníky, kteří by mohli být užiteční i v oblasti zauhlování.

Při částečném naplnění (bez skladu biomasy) bude stačit současná obsluha na zajištění provozu. Při tomto stavu se bude biomasa míchat s uhlím přímo na skládce, což však bude velmi neefektivní.

Co se týče dovozu biomasy osobně si myslím, že silniční dovoz by byl efektivnější, neboť železniční má mnoho negativních parametrů. Je to především to, že bude problém s propustností železniční dopravy v objektu teplárny, její obsluhou a zajištění plynulé vykládky. Na druhou stranu je nutné brát zřetel i na to, že silniční doprava bude mít své negativní stránky.

V otázce dovozu hnědého a černého uhlí nevidím žádný problém s jeho plněním. Společný dovoz je jen nutné rozdělit do jednotlivých dnů v měsíci tak, aby byl dovoz co možná nejrovnoměrnější. Při skládkování hnědého uhlí jsme ještě omezeni větší náchylností na samovznícení, proto musí mít skládka paliva menší kapacitu než má stávající pro černé uhlí.

Práce s palivem, jsou navrženy na jmenovité výkony všech kotlů. V reálném případě je stav možný jen při velkých poptávkách po teple v nejchladnějších měsících. Po zbývajícím ročním období nemusí navržené harmonogramy vždy souhlasit s reálným provozem kotlů.

Objektivně lze říci, že pracovní obslužnost jednotlivých operací s palivem z pohledu časového plnění nelze nikdy navrhnout ideálně, neboť vždy se mohou naskytnout negativní jevy. Proto je nutné navržené harmonogramy brát s rezervou, ale s velkou pravděpodobností za reálné.



## **9. Seznam použitých zdrojů**

### **9.1 Literatura**

- [1] Skála,Z.: Palivové hospodářství, skripta VUT
- [2] Polesný,B.,Krbek,J.: Průmyslová energetika, skripta VUT
- [3] Budaj F.: Parní kotle – Podklady pro tepelný výpočet, VUT v Brně 1992.
- [4] Firemní materiály a dokumentace společnosti Dalkia, s r. o., divize Přerov
- [5] norma ČSN 44 1513

### **9.2 Internetové zdroje**

- [A] [www.dalkiamorava.cz](http://www.dalkiamorava.cz)
- [B] [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [C] [www.business.center.cz](http://www.business.center.cz)

## 10. Seznam tabulek

Tab. 1	Parametry hlavního paliva .....	11
Tab. 2	Parametry přídatného paliva.....	11
Tab. 3	Parametry zapalovacího a stabilizačního paliva.....	11
Tab. 4	Parametry vyhrnovacího vozíku V1 .....	12
Tab. 5	Parametry vyhrnovacího vozíku V1a .....	13
Tab. 6	Parametry vyhrnovacího vozíku V2 .....	13
Tab. 7	Parametry vyhrnovacího vozíku V3 .....	13
Tab. 8	Parametry vyhrnovacího vozíku V4.....	14
Tab. 9	Parametry dopravních pásů T1, T2, T3 .....	15
Tab. 10	Parametry dopravních pásů T4, T5, T6 .....	15
Tab. 11	Parametry dopravních pásů T7, T8, T9 .....	16
Tab. 12	Parametry kotle K5 .....	19
Tab. 13	Parametry hlavního paliva .....	20
Tab. 14	Parametry zapalovacího a stabilizačního paliva.....	20
Tab. 15	Parametry přídatného paliva.....	20
Tab. 16	Parametry kotle K2 .....	22
Tab. 17	Parametry kotle K3 .....	23
Tab. 18	Energie v přiváděném palivu.....	26
Tab. 19	Plánovaná spotřeba paliva během roku .....	26
Tab. 20	Dosažené hodnoty vykládky .....	27
Tab. 21	Plánované měsíční spotřeby fosilního paliva .....	28
Tab. 22	Navržený dovoz fosilního paliva.....	29
Tab. 23	Parametry piliny a uhlí.....	30
Tab. 24	Plánované měsíční spotřeby biomasy .....	32
Tab. 25	Navržený dovoz biomasy .....	32
Tab. 26	Parametry kotlů .....	36
Tab. 27	Doby zauhlování při ideálních stavech.....	37
Tab. 28	Skutečná vytíženost dopravní cesty.....	38
Tab. 29	Doby zauhlování.....	38
Tab. 30	Denní doby zauhlení.....	38
Tab. 31	Pracovní činnosti .....	41
Tab. 32	Časový harmonogram jednotlivých operací.....	42
Tab. 33	Časový harmonogram jednotlivých operací.....	43
Tab. 34	Časový harmonogram jednotlivých operací.....	44
Tab. 35	Časový harmonogram jednotlivých operací.....	45
Tab. 36	Časový harmonogram.....	46
Tab. 37	Pracovní obslužnost jednotlivých pracovišť .....	47

## 11. Seznam použitých značek, symbolů

K 1,2,3,4,5	- kotle č.1,2,3,4,5
DPR	- Dalkia Morava, a.s. – provoz teplárna Přerov
ČSN	- Česká technická norma
T 1,2,3,4,5,6,7,8,9	- dopravní pásy č. 1,2,3,4,5,6,7,8,9
V 1,1A,2,3,4	- vyhrnovací vozíky č. 1,1A,2,3,4
TG 1,2	- turbogenerátor č. 1,2
Wap	- samovýsypné vagóny
ZSU	- zásobník surového uhlí
PR	- primární regulace frekvence
SR	- sekundární regulace výkonu bloku
TR	- terciální regulace výkonu bloku
Kotex PS	- kodex přenosové soustavy
LTO	- lehký topný olej
prm	- jednotka pro stanovení objemu volně nasypných štěpek