



**Begränsad förstudie:
Samarbetsprojekt angående levererans av
färdig värme/ånga till
Kvarnsvedens Pappersbruk**

ÅF-ENERGIKONSULT STOCKHOLM AB / BORLÄNGE

Kent Lundgren
Lennart Thuvander
Lars Sjökvist
Kari Kelkkanen
Kjell Nygren

Borlänge 1998-06-26



ÅF-ENERGIKONSULT

Förord

Den förstudie som ligger bakom föreliggande rapport har tagits fram på uppdrag av Borlänge Energi. Även om frågeställningen som föranledde rapporten är hämtad från den unika miljö som Borlängeområdet utgör så är det ÅF:s övertygelse att de frågor som tas upp i rapporten kring hur energiföretag i större utsträckning kan samarbeta företag i regionen är aktuella för fler aktörer.

Studien utgår från att ett ”optimalt” energisystem kräver flera aktörers medverkan och engagemang. Idag påpekar många aktörer att energimarknaden är avreglerad. Egentligen skulle man tala om omreglerad marknad där olika myndigheter och överstatliga organ på ett aktivt sätt kompletterar den så kallade fria marknaden.

Kommuner, fjärrvärmebaserade energiföretag och gatukontor berörs kanske mest av frågor som tar upp hur det framtida lokala energi- och avfallssystemet kan och bör se ut. Dessa företag respektive verk verkar både på en privat marknad och en ”marknad” som kan ses som ett naturligt monopol.

Det lokala aktörerna och aktörer som verkar på en global, eller näst intill global, marknad mer konkurrerar med varandra i viss mån. Det som i någon mån berörs inom denna förstudie till en förstudie är om det finns ett värde i lokala lösningar där det lokala energiföretaget så att säga ”sys ihop” med företag på orten. Detta kan utvecklas bl a tack vare att de företag som verkar på orten känner till de lokala förhållanden. De större företagen har dock möjlighet att känna av och i någon mening leda utvecklingen inom den globala marknaden.

Numera behöver man inte argumentera för att miljöhänsyn ska tas, frågan är ”bara” hur och av vem ? Olika utgångspunkter och företagskulturer avgör om och när det är ”lönsamt” att gå in i ett projekt och på så sätt delvis förändra det nuvarande systemet.

Borlänge i juni 1998

Kent Lundgren

Sammanfattning

Vilka är de olika alternativen Borlänge Energi (BE) respektive Kvarnsvedens Pappersbruk (KP) står inför? Vi kan nu se fyra fall (Alternativen skissas även i bilaga 13-16):

Fall 1: Grundalternativen att BE och KP bygger nytt (eller renoverar) var för sig. BE bygger en anläggning i fågelmyra på mellan 40 och 60 MW_{th} och en fullasttid på mellan 4 000 och 6 000 timmar.¹ KP fortsätter att köra med panna 6 och panna 7 i ”normalläge” vilket leder till en fortsatt ”förhandling” med länsstyrelse och koncessionsnämnd.

Fall 2: BE (och KP ?) bygger en större anläggning på Fågelmyra (ungefär 80 MW_{th}). Anläggningen i Fågelmyra kan bestå av två pannor, en anpassad för brännbara restprodukter, en på biobränsle. Biobränslet kan vara det biobränsle som idag köps in externt utav KP.² Anläggningen kan också bestå av en fastbränslepanna kompletterad med kapacitet att elda olja för att klara effekttoppar. Anläggningen levererar 40 bars ånga till KP. Sträckan, fågelvägen, mellan Fågelmyra och KP är ungefär 5 km (se bilaga 11). All energi från förbränningsprocessen går via KP. Ingen fjärrvärmeledning behöver byggas mellan Fågelmyra och Borlänge. Utgiften för en ångledning ligger på ungefär 10 000 kr per meter. Det biobränsle som KP idag köper in externt och förbränner i panna 7 kan helt eller delvis förbrännas i Fågelmyra i stället. En ny turbin (G23) byggs på KP som är anpassad för 60 bars ånga. Från turbinen tas dels 2,5 bars ånga till processen, dels kondenseras ångan till under atmosfärstryck i en värmeväxlare som är kopplad till fjärrvärmesystemet. 56 MW kan överföras från KPs område ut på fjärrvärmesystemet.

Fall 3: Ett kraftvärmeverk byggs på Fågelmyra. Från turbinen tas dels 2,5 bars ånga via en ångledning till Kvarnsvedens Pappersbruk, dels kondenseras ångan till under atmosfärstryck i en värmeväxlare som är kopplad till fjärrvärmesystemet i Borlänge via en fjärrvärmeledning.

Fall 4: Detta fall bygger på fall 2. Här har dock produktionskapaciteten utökats på KP till ungefär 850 000 ton papper per år. Förutom en panna 9 på Fågelmyra på ungefär 80 MW, så har det byggts en panna 8 på KP. Pannan på KP är på mellan 50 och 80 MW beroende på om värmepumparna har ersatts helt eller delvis.

Fördelar, samt problem, med en samordning mellan Borlänge Energi och Kvarnsvedens Pappersbruk redovisas i sammanfattad form nedan.

För Borlänge Energi (BE):

- BE kan agera proaktivt genom att de byter ut Bäckelundspannan mot en mer effektiv anläggning nu. I stället för att reaktivt agera på oundvikliga framtida krav från teknik/naturvetenskap, myndigheter och kunder. Med en ny förbränningsanläggning kan BE hantera brännbara restprodukter inom regionen mer effektivt.
- BE får extra värmeunderlag idag vilket bl a gör en förbränningsanläggning mindre kostsam per MW.
- BE är förberett på ett större värmeunderlag i framtiden.
- BE kan gå ”via” KP för att få ut värme på fjärrvärmenätet. De behöver inte bygga fjärrvärmeledning från Fågelmyra till Borlänge.

¹ Ett kraftvärmeverk på 46 MW_v och 12,5 MW_{el} kan uppskattningsvis gå motsvarande 6000 timmar fullast (278 000/46MW_v) (Sjödin, 1997).

² Om ett alternativ med två pannor blir attraktivt att undersöka vidare bör det undersökas om biobränslepannan ska stå på KP.

- BE möter framtida krav (som samtidigt ger möjligheter)³ från kunder som kommer prioritera miljöanpassade *processer*, *produkter* och en *ledning* som utgår från att miljö och ekonomi hör ihop.

För Kvarnsvedens Pappersbruk (KP):

- KP slipper bygga om panna 6 för 210 Mkr eller byta ut pannan för 500 Mkr (se bl a Stora Kvarnsveden, 1998-05-06, ÅF-IPK, 97-11-21).
- KP finner en smidig övergång till en större produktion.
- KP blir mer miljöanpassat när man slipper använda panna 6, vilket, enligt ovan, leder till stora besparingar.
- KP möter framtida krav (som samtidigt ger möjligheter)³ från kunder som kommer prioritera miljöanpassade *processer*, *produkter* och en *ledning* som utgår från att miljö och ekonomi hör ihop.

För båda företagen:

- Båda företagen kan tjäna pengar på att avfallssystemet och energisystemet utvecklas och optimeras. Det är vare sig bra för miljön eller för ekonomin att bränslena inte förbränns effektivt. Resultatet blir bl a att sot (från panna 6) och NO_x går ut genom skorstenen och att oförbränt bränsle hamnar bland askan. Idag "*läcker panna 6 som ett såll*" som någon sa. Även pannan på Bäckelund är gammal och har, relativt sätt, dåliga miljödata.
- Det kan antas att det är mer effektivt att uppföra en anläggning (eventuellt med två pannor, en som är optimerad för restprodukter och en för "ren" bioenergi) som löser två aktörers nuvarande problem än att vänta med uppföra två separata anläggningar. De separata anläggningar som är tänkta att genomföras utav BE och KP är delvis, i bägge fallen, tänkta att lösa *framtida* problem.⁴ BE vill bygga en "rätt så stor anläggning" för att i *framtiden* kunna ta om hand de brännbara restprodukterna i hela regionen (Borlänge Energi, 1998). KP vill bygga en ny panna för att kunna ta om hand en *framtida* utökad produktionskapacitet.

Svårigheter:

Dragningen av ångledningen är inte undersökt i detalj mer än vad som framgår i bilaga 11 och 12. En trycksatt ångledning kräver visa säkerhetsåtgärder. Kostnaden för att dra en ångledning ligger på ungefär 10 000 kr per meter. Fågelvägen är kostnaden för ångledningen ca 53 Mkr. Extra "omvägar" leder till en högre investeringsutgift. Å andra sidan undviks kanske utdragna förhandlingsprocesser med berörda intressenter.

Pannan vid ett eventuellt samarbete blir större jämfört med om Borlänge Energi bygger i egen regi. Detta skapar ett beroende av framtida engagemang från bägge parter. (Enligt preliminära beräkningar kan det bli tal om en panna på drygt 80 MW i stället för en panna på mellan 40

³ Ett exempel på detta är att Riksdagens beslut (1995/96:SkU31) om att slopa den s.k. 9-öringen kan omprövas. 9-öringen innebar att energiföretag som levererade värme/ånga till industri fick kompensation med 9 öre per kWh. Borås Energi väntar på någon form av "9-öring" ska komma tillbaka (se även <http://www.riksdagen.se/debatt/9697/frg/S0990011.htm> och <http://www.bk.boras.se/klk/ks/prot/ksfeb96.htm>).

⁴ Det är framsynt av bägge företagen att tänka på framtida möjligheter. Men samtidigt kanske man hindras att bygga bort de nuvarande problemen. En anläggning i Fågelmåra på ungefär 80 MW skulle lösa BE:s nuvarande problem med Bäckelundspannan och skapa förutsättningar att i framtiden bli en regional plats för eldnings av brännbara restprodukter. Den nya pannan skulle lösa KPs nuvarande problem rörande panna 6, samt minimera pannstorleken på panna 8 som *eventuellt* behöver byggas.

och 60 MW termisk effekt.) En viktig fråga är vad KP kan betala för den ånga som levereras utav BE, och hur långa kontrakt som kan skrivas.

Faktorer att undersöka vidare:

Varaktighetsdiagram ska skapas och analyseras, dvs de ska utvecklas från de som finns separat för BE och KP (se bl a Sjödin *et al*, 1997 och bilaga 17).⁵ Av speciell vikt är att analysera vad som händer när värmepumparna avvecklas helt eller delvis.

Störs människor och/eller miljö av en ångledning?⁶ Kontakter med myndigheter inom Borlänge kommun måste genomföras.

Hur länge kan BE och KP komma överens om försäljning/köp av en ånga mellan BE till KP?

Är det möjligt att förbränna det biobränsle som KP köper in externt på Fågelmyra i stället för inom KP? (1997 användes 174 GWh_{biobr} vilket motsvarar 268 000 m³s)⁷

Det är lämpligt att undersöka om det är optimalt med två pannor på Fågelmyra, en på X MW som är optimerad för restprodukter och en på Y MW för "ren" bioenergi (där X + Y = ungefär 80 MW).⁸ En avfallspanna, inklusive reningsutrustning, är dyrare än en panna för rent biobränsle, inklusive reningsutrustning, vilket är en faktor som kan motivera två pannor på Fågelmyra i stället för en panna på ungefär 80 MW. Man bör undersöka möjligheterna att samordna reningsutrustningen.

Det är lämpligt att undersöka om det är optimalt att använda ett annat bränsle för att klara spetslasten. Preliminära undersökningar visar att det är möjligt att öka effekten med 100 % om pannan är förberedd för effekttoppar, med bl a extra rökgasfläktar (Schuster, 1998).

Miljöskatternas betydelse bör undersökas vidare. Om olja eldas i den nya anläggningen kan den då skattetekniskt hänföras till KP. Om ånga, producerad av biobränsle, kan den då BE få tillgodoräkna sig en eventuell framtida kompensation (den så kallade 9:ringen, dvs 9 öre per kWh_{biobr}).

Nytan av att investera i ny elgenereringskapacitet på KP för de olika parterna KP och BE bör undersökas vidare. Kostnaden för en ny turbin på 42 MW_{el} uppskattats till 99 Mkr (ÅF-IPK, 97-11-21). Lönsamheten, för t ex ny elgenereringskapacitet, bedöms olika av olika aktörer

⁵ De energibärare (bränslen) som är extra nödvändigt att analysera vidare i fråga om vilka mängder och effekter som är tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt motiverat att använda är: brännbara restprodukter, i vilken utsträckning värmepumparna ska användas och i vilken utsträckning KP ska leverera effekttoppen till BE.

⁶ Vid samtal med Gunnar Peters, Borås Energi, om deras projekterade och beslutade ångledning mellan Borås Energi och Borås Wäfveri så framkom att det "enda" "problemet med aktörer inom det område som berördes var hur ångledningen skulle dras i förhållande till en campingplats.

⁷ Om tillgång ges till detta bränsle skulle beroendet av en snabb ökning av brännbara restprodukter minska. En ökning av storleken, enligt tidigare från ca 40-60 MW till drygt 80 MW, på pannan i Fågelmyra blir mer naturlig. (Rensbarken från KP:s verksamhet som motsvarar ungefär 310 GWh per år är även fortsättningsvis lämpligt att förbränna på KP.)

⁸ Två pannor sänker den nedre gränsen för dellast. Det är möjligt att köra minst en panna när den andra underhålls. Risker för total driftsavbrott minimeras. Det är vidare möjligt att återföra askan från det rena biobränslet till skogen, vilket är en förutsättning för att energin från pannan ska kallas för förnyelsebar eller "grön" energi. Halten av AS, Cd, Hg, Pb, Zn och V är ofta för höga vid aska från rivningsavfall och förbränning av pappersspill (se vidare *Bioenergi*, 1998:sid15, nr 3).

genom att de har olika synsätt och befinner sig i olika miljöer/organisationer (se bl a Ling, Lundgren & Mårtensson, 1998a, 1998b).⁹

⁹ Ett exempel: Pay-off-tiden vid installation av en ny mottrycksturbin inom KP på 42 MW har uppskattats till 6,1 år med dagens elpris (IPK, 97-11-21). En sådan pay-off-tid ska hanteras på olika sätt inom olika organisationer. Lönsamheten ökar (eller uttolkningen av densamma) om en längre avskrivningstid och ett högre (framtida) elenergi pris antas (vilket även har beskrivits inom IPK, 97-11-21).

Innehåll

Förord	i
Sammanfattning.....	ii
Bakgrund	1
Problemformulering	1
Syfte.....	1
Analys.....	2
Mängden brännbara restprodukter.....	2
Mängd värmeenergi från en anläggning i Fågelmyra	3
Marginalkostnaden mellan 50 MWth och 80 MWth	5
Effektbalanser för KP	7
Energibalanser	8
Slukommentar	9
Referenser.....	10
Bilaga 1 Input-outputanalys över dagens anläggning	11
Bilaga 2 Input-outputanalys över morgondagens anläggning.....	12
Bilaga 3 Brännbara restprodukter att hantera inom Falun - Borlängeregionen, idag och i framtiden	13
Bilaga 4: Ångcentral vid Stora Kvarnsveden AB	14
Bilaga 5a: Kvarnsvedens Ång- och kondensatsystem.....	15
Bilaga 5b: KP:s underlag för att generera mottryckskraft (ångdata).....	16
Bilaga 6: Årsrapporter Energi/bränsleförbrukning (1990--1997)	17
Bilaga 7: Värmebalans (MW), produktion och förbrukning– Dimensionerande driftfall	18
Bilaga 8: Produktion på KP	19
Bilaga 9: Energibalans KP	20
Bilaga 10: Ångmix – fördelning mellan olika bränslen	21
Bilaga 11: Fågelavstånd mellan Fågelmyra och KP	22
Bilaga 12: Hur Ångledningen mellan KP och Fågelmyra kan gå i närheten av KP	23
Bilaga 13: Fall 1, grundalternativet.....	24
Bilaga 14: Fall 2, 665 000 ton papper per år	25
Bilaga 15: Fall 3, 665 000 ton papper per år och lågtrycksånga mellan Fågelmyra och Kvarnsveden	26
Bilaga 16: Fall 4, 850 000 ton papper per år och högtrycksånga mellan Fågelmyra och Kvarnsveden	27

Bakgrund

Kvarnsvedens Pappersbruk (KP) avser att på sikt att utöka verksamheten från dagens kapacitet på 665 000 ton tidningspapper till 850 000 ton tidningspapper per år vilket har utretts av ÅF-IPK (1997-11-21) inom studien *Stora Kvarnsveden AB – förprojekt panna P8*. Panna 8 är tänkt att bli en CFB panna på 160 MW nyttig effekt med ångdata på 143 bar(e) och 545 °C. Effekten motsvarar 227 ton ånga/timme. Utförligare dimensioneringsdata återfinns bl a under kapitel 2.5.1 inom ÅF-IPKs (1997) studie.

Borlänge Energi (BE) avser att på sikt ersätta Bäckelundsverket med en ny förbränningsanläggning. Detta har utretts bl a av Lundgren (1998). Byman (1998) har i en studie fokuserat på hur energisystemet kan optimeras.

Denna förstudie har fokuserat på hur ett samarbetsprojekt angående levererans av färdig värme/ånga mellan Borlänge Energi och Kvarnsvedens Pappersbruk kan se ut.

KP har idag tillgång till tre pannor, panna 5, 6 och 7. KP har problem med att till fullo klara Koncessionsnämnden för miljöskydds krav (se bl a Koncessionsnämnden, 1997-12-18). Det är främst panna 6, en 105 MW:s panna tillverkad av Motala verkstad år 1961, som har problem med utsläppsvärdena. Panna 6 ger vid 44 bar, 480 °C, och 155 ton ånga per timme. Idag används panna 7 på 100 MW som ”baspanna”. Panna 7 ger vid 44 bar, 480 °C, och 125 ton ånga per timme. Två elpannor finns också. De körs ibland. De ger 52 respektive 60 ton 25 bars ånga per timme. Ångformare TMP 1 och TMP 2 ger 30 respektive 70 2,5 bars ånga per timme (se *Bilaga 4: Ångcentral vid Stora Kvarnsveden AB* och *Bilaga 5a: Kvarnsvedens Ång- och kondensatsystem*).

Problemformulering

Panna 6 används idag regelbundet på dellast, vilket är ett problem eftersom panna är gammal och har dåliga miljödata. Den ger bl a upphov till utsläpp av kväveoxider (NO_x) svaveloxider (SO_x) och stoft.

Inom en tidigare studie, ÅF-IPK (1997-11-21), framkom bl a att det är ett problem att få tag i en flexibel panna som kan klara att gå under 30 % dellast (eller 48 MW (0,3-160 MW)) på panna 8.

Syfte

Det övergripande syftet är att analysera hur ett samarbete i form av färdig värme (ånga) kan se ut mellan Borlänge Energi och Kvarnsvedens Pappersbruk.

Två mer specifika syften finns:

1. Hur mycket kan en förbränningsanläggning på Fågelmyra (kan kallas ”panna 9”), reducera behovet av panna 6 med dagens produktionskapacitet (665 000 ton tidningspapper per år).?

2. Kan en förbränningsanläggning på Fågelmåra reducera, eller helt bygga bort, det framtida problemet med att en ny panna på KP (panna 8, där panna 8 och 9 har en ångeffekt på ungefär 160 MW) inte klarar av att gå på dellast ner till den nivå som är önskvärt.

KP anser den andra frågeställningen vara mest aktuell. Samtidigt kan det noteras att den första frågeställningen ligger först i tiden.

Analys

Mängden brännbara restprodukter

Mängden brännbara restprodukter inom regionen kring Borlänge ligger mellan 30 000 och 60 000 ton per år, vilket motsvarar¹⁰ mellan 108 och 224 GWh (Lundgren, 1998:tabell 7; Johansson, 1998). Det nedre värdet ligger något över den mängd som idag förbränns i Bäckelund. Det övre värdet utgår från uppgifter från Leif Johansson, Borlänge Energi. Fördelningen mellan olika orter återfinns i en bilaga på sid 13 i *Bilaga 3 Brännbara restprodukter att hantera inom Falun - Borlängeregionen, idag och i framtiden*. Osäkerheten i ovanstående uppgifter beror på hur kommunerna inom regionen handlar rörande sina brännbara restprodukter.

Toppnoteringen kan både justera upp och ner. Anledningen till att värdet både kan justas upp och ner beror på att Lundgren (1998:tabell 7) inte tagit med alla brännbara restprodukter inom regionen, t ex från Sälenfjället. Värdet kan även justeras upp på grund av att en regional anläggning för förbränning av restprodukter har förutsättningar att bli just en regional anläggning för förbränning av restprodukter. Värdet kan å andra sidan också justeras ner eftersom uppskattning på drygt 20 000 ton brännbara restprodukter per år från Falun troligtvis är en uppskattning som ligger för högt.¹¹

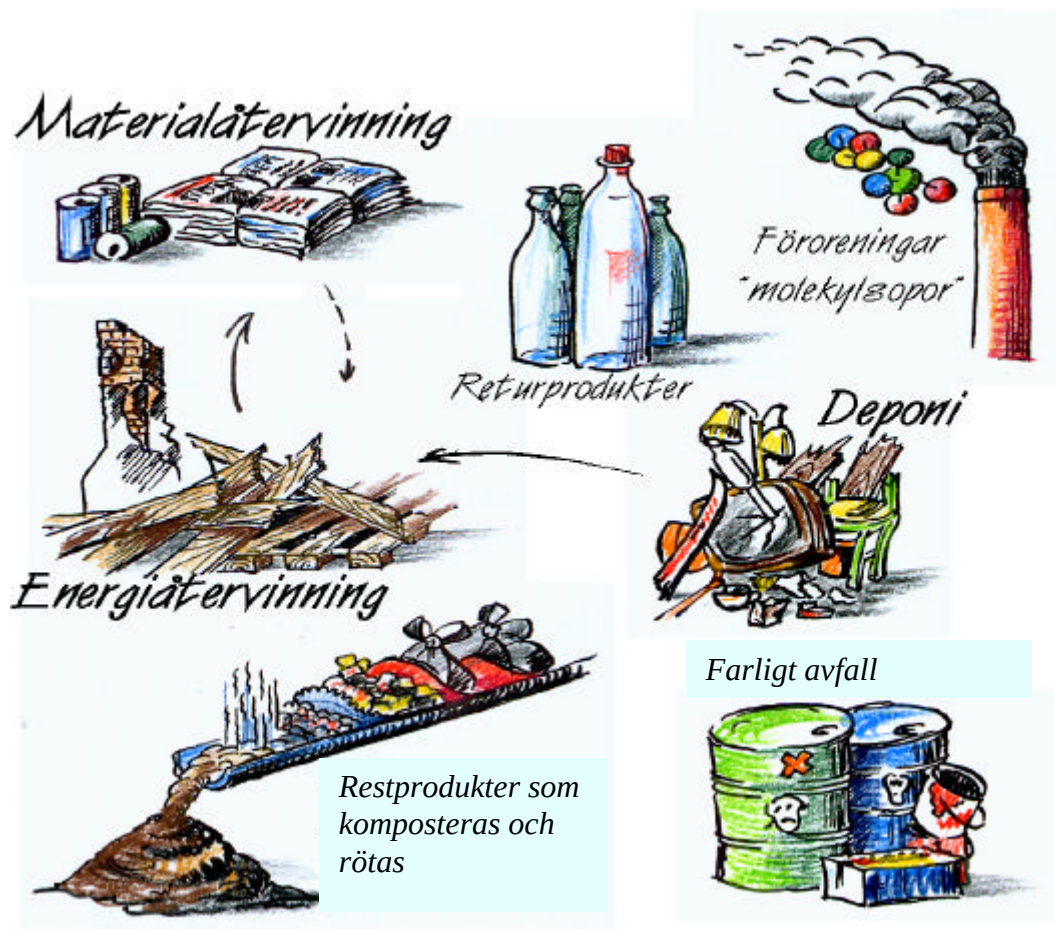
Den mängd brännbara restprodukter som kan bli aktuella att förbränna har behandlats i minst tre studier (se bl a Byman (1998), Sjödin *et al* (1997) och Lundgren (1998)).

Ur miljösynpunkt är det en fördel om brännbara restprodukter kan tas om hand på bästa sätt. Det är av vikt att olika restprodukter tas om hand på bästa sätt och de som ansvarar för insamlingen av olika typer av restprodukter verkar för att i första hand verkar för att minska ("reduce") materialflödet och i andra hand verkar för att olika produkter återanvänds och i tredje hand verkar för materialåtervinning ("recycle"). I fjärde hand så kan brännbara restprodukter förbrännas. Det är dock, vilket även framhållits i vår tidigare rapport (Lundgren, 1998), inte rimligt att tvätta förorenad ("skitig") plast för att den på så sätt ska vara lämplig att materialåtervinna.¹² Olika typer av restprodukter och den omfördelning som är av mest intresse inom föreliggande studie visas i nedanstående figur:

¹⁰ Med en värmefaktor på 3,5 MWh per ton.

¹¹ Enligt uppgift från Mikael Andersson, Gatukontoret i Falun, så kan man inom Faluns kommun inom en snar framtid komma upp till drygt 10 000 ton brännbara restprodukter per år.

¹² Det finns nu stora mängder restprodukter som till stor del består av plast som ligger och väntar på "bästa" behandling (Eko nyheter 1998-06-16). Det är en risk att sådan upplag börjar brinna, vilket bl a hände i Falun och Landskrona under en helg i maj 1998.



Figur 1 Olika typer av restprodukter.

Mängd värmeenergi från en anläggning i Fågelmyra

Den mängd värmeenergi som en anläggning i Fågelmyra kan och bör ge till fjärrvärme-systemet inom Borlänge visas i nedanstående tabell:

Tabell 1 Producerad värmeenergi (GWh/år). Källa: Byman (1998:20)

Energin går via:	MODEST*	ÅF- Energikonsult **
SSAB, spill	18	15
Rökgas kond KP	-	-
Värmepumpar	162	84
Bäckelund	-	-
Ny returpanna på Fågelmäyra	163	278
Primärenergi KP	47	13
Totalt	390	390

* Byman (1998), se sid 20.

** Sjödin *et al* (1997)

Mängden värmeenergi från en anläggning i Fågelmäyra ger till fjärrvärmesystemet ligger mellan 163 och 278 GWh per år. Ovanstående värden kan ses som "minimivärden" eftersom ett samarbete mellan Borlänge Energi och Kvarnsvedens Pappersbruk gör att det finns underlag att producera ånga i en större utsträckning än tidigare. Den mängd ånga som producerats för att generera el i ovanstående studier kan nu även levereras som ånga till Kvarnsvedens pappersbruk, vilket gör att förutsättningarna för att bygga ett kraftvärmeverk (i stället för "bara" ett värmeverk) förstärks.

Som Byman (1998) konstaterar så väljs med MODEST-medellen en (för) liten panna.¹³ Pannan blir på 22 MW_v och 6 MW_{el}. En panna av den storleken ger, enligt ovan, 163 GWh_v, dvs en fullasttid på 7 400 timmar (163 000/22) och ett alfavärde på 0,27. Sjödin *et al* menar att 278 GWh_v kommer, med de förutsättningar som där antagits, att produceras i den nya pannan på Fågelmäyra. Storleken på den eventuella pannan på Fågelmäyra anges i Sjödin *et al* till 46 MW_v och 12,5 MW_{el}, vilket ger en fullasttid på 6043 timmar (278 000/46) och ett alfavärde på 0,27.

Med rökgaskondensering kan verkningsgraden bli 100 % (i vissa fall över 100 %, vilket beror på att man räknar med de lägre värmevärdet när energiinnehållet anges för de brännbara restprodukterna), vilket leder till att behovet av avfall ligger mellan 163 och 278 GWh_{br}. Enligt ovan, närmare 278 GWh_{br} per år.

Den teoretiska värmeeffekten (om pannan går alla årets timmar) från 200 GWh_{br} brännbara restprodukter per år är 22,8 MW_v (200 000/8 760).¹⁴ Nu går inte en panna alla årets timmar. Om det antas en fullasttid på 5 000 timmar så blir effekten 40 MW_v (200 000/5 000). (Kraftvärmeverken i Sverige har haft en låg utnyttjandetid, runt 2 000 timmar, främst på grund de låga elpriserna). Sjödin *et al* (1997) menade, enligt tidigare, att 46 MW_v och 12,5 MW_{el}, är en rimlig storlek på pannan. Detta om pannan bara eldas med brännbara restprodukter.

Om annat än brännbara restprodukter eldas är det rimligt att panna blir större än 58 MW_{th}. Denna studie har för avsikt att belysa möjligheterna för ett samarbete mellan Borlänge Energi och Kvarnsvedens Pappersbruk (KP). KP:s önskemål är att panna 9 är på drygt 50 MW_{th}.

¹³ Modest- modellen optimerar med hänsyn till givna indata. Här väljs en "för liten" panna eftersom den utgift som angetts som indata här inte blir rimliga, eftersom utgiften för ett mindre kraftvärmeverk är högre per kW_{el}.

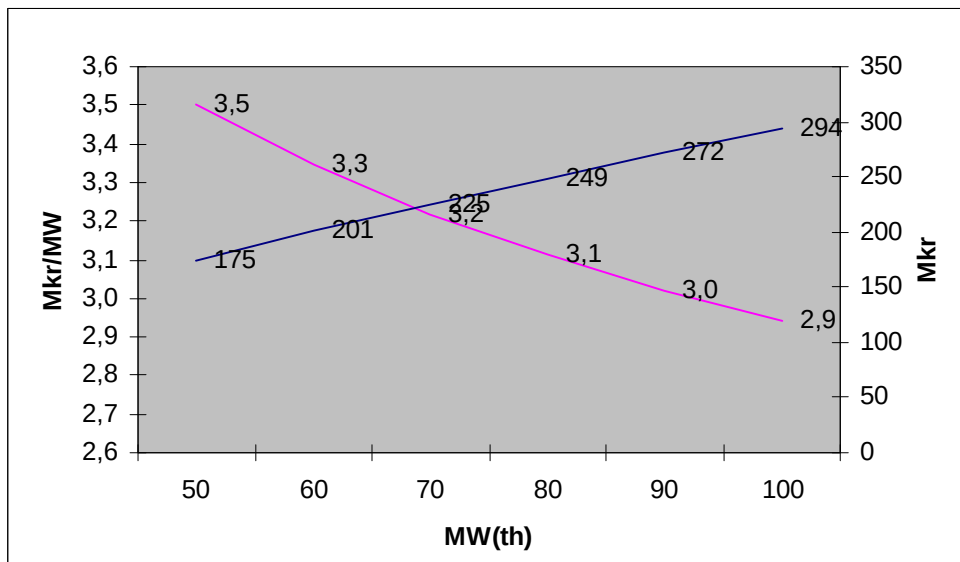
¹⁴ Enligt tidigare: med rökgaskondensering kan verkningsgraden bli 100 % (i vissa fall över 100 %, vilket beror på att man räknar med de lägre värmevärdet när energiinnehållet anges för de brännbara restprodukterna).

Det finns en del fasta investeringsutgifter som ej beror på storleken på pannan. Storleken på turbinen beror delvis på pannstorlek, men matchningen mellan panna och turbin är inte det primära vare sig för BE och KP. Utgiften för turbin, inkl värmeväxlare, ligger på 50 Mkr för en 12,5 MW_{el} turbin (Sjödin, 1997) och utgiften för en 42 MW turbin ligger på ungefär 99 Mkr (ÅF-IPK, 97-11-21). Utgiften för en 5 km 60-80 bars ledning mellan Fågelmyra och KP kostar ungefär 10 000 kronor per meter (Thuvander, 1998), vilket gör totalt drygt 50 Mkr.

Marginalkostnaden mellan 50 MW_{th} och 80 MW_{th}

Marginalkostnaden mellan 50 MW_{th} och 80 MW_{th} är intressant att studera vidare.

Antas en specifik utgift på mellan 3,5 Mkr och 2,9 Mkr per MW_{th}.¹⁵ (I Sjödin *et al* sattes utgiften till 180 Mkr för en panna på 46 MW fjärrvärme och 12,5 MW_{el}, dvs ungefär 3,1 Mkr per MW_{th}, eller 3,9 Mkr/MW_v, eller 14,4 Mkr/MW_{el}) Antas vidare att en panna på 2*X MW kostar 68 % mer än en panna på X MW, så fås nedanstående diagram över utgiften för en panna i olika storlekar:¹⁶

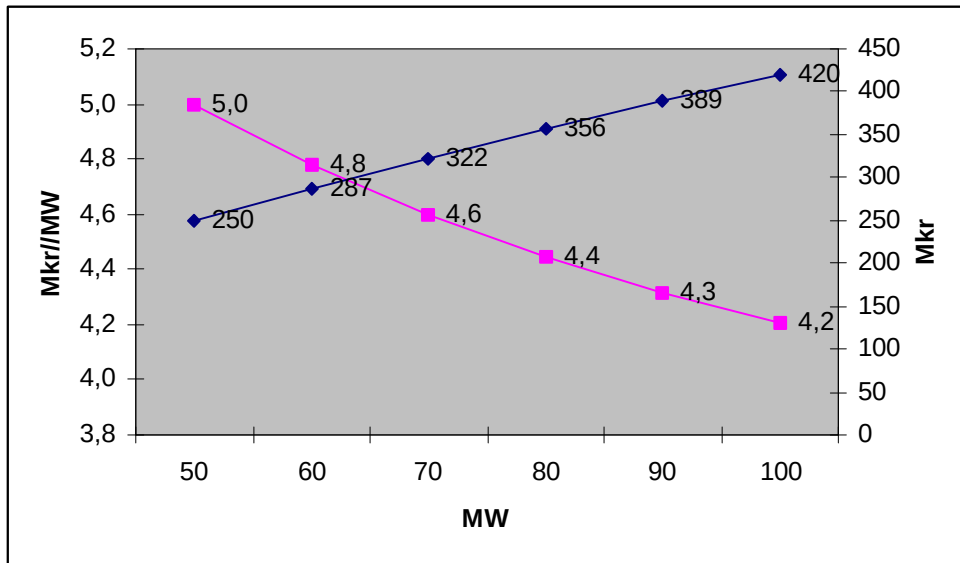


Figur 2 Utvecklingen utav investeringsutgiften vid olika storlekar på en fastbränsleeldad panna, där den specifika investeringen för en panna inkl rökgaskondensering antas vara 3,5 Mkr per MW.

Nedan visas utvecklingen utav investeringsutgiften vid olika storlekar på en fastbränsleeldad panna, där den specifika investeringen för en panna inkl rökgaskondensering antas vara 5 Mkr per MW. Detta kan antas gälla om avancerad reningsutrustning används.

¹⁵ Den specifika investeringen för en fastbränsleeldad hetvattenpanna är 2,5-3,5 MSEK/MW_{värme} beroende på omfattning och utförande (Sjödin, 1997:23). I Sjödin *et al* sattes utgiften till 180 Mkr för en panna, inkl rökgaskondensering men exklusive bränslehantering, på 46 MW fjärrvärme och 12,5 MW_{el}, dvs ungefär 3,1 Mkr per MW_{th}, eller 3,9 Mkr/MW_v, eller 14,4 Mkr/MW_{el}. Vid specifika fall måste ett mer exakt värde på utgiften sökas.

¹⁶ Det erfarenhetsbaserade värde på kostnadsutvecklingen som följts är hämtat från Janne Sjödin (1998). Utgiften för pannor i olika storlekar följer, överslagsmässigt, följande samband (ny pannstorlek/befintlig panna)^{0,75}. En dubbelt så stor panna blir då (2/1)^{0,75}=1,68 gånger dyrare, dvs 68 % dyrare (Sjödin, 1998).



Figur 3 Utvecklingen utav investeringsutgiften vid olika storlekar på en fastbränsleeldad panna, där den specifika investeringen för en panna inkl rökgaskondensering antas vara 5 Mkr per MW.

Det kan noteras att utgiften för pannan, med rökgaskondensering men exklusive bränslehantering, kan förväntas öka med 25 Mkr och 45 Mkr per 10 MW_{th}. Man bör i en fortsatt studie se vad en mindre panna (runt 50 MW) som är avsedd för 100 % brännbara restprodukter (troligtvis med kapacitet att elda olja när det finns behov av snabb effektökning) kostar. Man bör även studera vidare vad en större (runt 80 MW) anläggning, med en eller två separata pannor, som är avsedd för 50 % brännbara restprodukter och 50 % biobränsle kostar.

Effektbalanser för KP

Effektbalansen för KP redovisas i *Bilaga 7: Värmebalans (MW), produktion och förbrukning–Dimensionerande driftfall*. Nedan visas dimensionerande driftfall för dagens situation:

Tabell 2 Dagens situation, utan panna 8 och 9.

Källa bilaga 7 samt ÅF-IPK (1997-11-21)*

	Max: vinter, vard. dagtid (MW)	Min: sommar, natt/helg (MW)
Kapacitet (ton papper/år)	665 000	665 000
Förbrukning		
Bruket	146**	129
Mottryck	16	10
BE	58 (22+ 3*12)***	-
Totalt	220***	139
Produktion		
TMP	37	48
P6	83	15
P7	100	76
P8		
P9		
Totalt	220**	139

* Främst data sammanställt av Janne Sjödin, ÅF-Energikonsult.

** Det kan noteras att värdet är mindre än i bilaga 7. Värdet kommer från ÅF-IPK (1997-11-21).

*** Dras värmepumparna från fås 22 MW till Borlänge Energi. Totaleffekten blir då 184 MW.

Borlänge Energi behöver inte 58 MW_{värme} från KP av tekniska skäl. Det har dock varit, och är fortfarande, billigare för Borlänge Energi att köpa effekttoppen från KP. Om Borlänge Energi investerar i en ny panna, panna 9, så kommer den att fungera som baslastpanna (istället för Bäckelund).

Ur dagens situation utvecklas morgondagens, vilket visas i nedanstående tabell:

Tabell 3 Framtidens system, med panna 8 och 9.

	Max		Min	
Kapacitet (ton papper per år)	665 000 Vinter, vard. dagtid	850 000 vinter, vardag	665 000 Sommar, natt/ helg	850 000
Förbrukning (MW)				
Bruket	146	177	129	156
Mottryck	16**	40 ***	10**	22***
BE	58	58	-	-
Totalt	220	275	139	178
Produktion (MW)				
TMP	37	43	48	55
P6	-	-	-	-
P7	100	100	8	50
P8	****	49	****	48
P9	83	83	83	25*
Elpannor				
Totalt	220	275	139	178

* 30 % av 83 MW (maxlast) = 24,9 MW.

** Med "gamla" G21 turbinen.

*** Med en ny "G23" turbin.

**** Panna 8 kommer inte att behövas innan Kvarnsvedens Pappersbruk investerar i en ny panna.

Energibalanser

Varaktighetsdiagram ska skapas och analyseras i en fortsatt studie, dvs de ska utvecklas från de som finns separat för BE och KP (se bl a Sjödin *et al*, 1997 och bilaga 17). Av speciell vikt är att analysera vad som händer när värmepumparna avvecklas helt eller delvis.

Redan nu kan sägas att det energin från panna 6 är ungefär 200 GWh, enligt nedanstående tabell:

Tabell 4 Energin från panna 6

Effekt (MW)	Tid (h)	Energi (MWh)
40	2 920	116 800 (under 4 månader)
15	5 840	87 600 (under 8 månader)
Totalt	8 760	204 400

Antas det primära nuvarande behovet av ånga motsvara den energimängd som eldas i panna 6 kan det noteras att det motsvarar den mängd avfall som enligt bilaga 3 finns inom regionen, dvs ungefär 200 GWh.

Slukommentar

Det är vår övertygelse att det är värt att undersöka förutsättningarna för att bygga en panna som dels levererar ånga till KP, dels värmeenergi till fjärrvärmesystemet i Borlänge (i framtiden kan denna anläggning även leverera värmeenergi till Falun). Under de diskussioner som förts har vi fastnat för att pannan ska vara på Fågelmyra. Vi är övertygade om att det ligger i både BEs och KPs intresse att brännbara restprodukter eldas en bit utanför centrum.

Vi kan nu se fyra alternativ som Borlänge Energi (BE) respektive Kvarnsvedens Pappersbruk (KP) står inför (dessa redovisas även i bilaga 13—16):

Fall 1: Grundalternativen att BE och KP bygger nytt (eller renoverar) var för sig. BE bygger en anläggning i fågelmyra på mellan 40 och 60 MW_{th} och en fullasttid på mellan 4 000 och 6 000 timmar.¹⁷ KP fortsätter att köra med panna 6 och panna 7 i ”normalläge” vilket leder till en fortsatt ”förhandling” med länsstyrelse och koncessionsnämnd.

Fall 2: BE (och KP ?) bygger en större anläggning på Fågelmyra (ungefär 80 MW_{th}). Anläggningen i Fågelmyra kan bestå av två pannor, en anpassad för brännbara restprodukter, en på biobränsle. Biobränslet kan vara det biobränsle som idag köps in externt utav KP. Anläggningen kan också bestå av en fastbränslepanna kompletterad med kapacitet att elda olja behövs för att klara effekttoppar. Pannan levererar 60 bars ånga till KP. Sträckan, fågelvägen, mellan Fågelmyra och KP är ungefär 5 km (se bilaga 11). Utgiften för en ångledning ligger på ungefär 10 000 kr per meter. Det biobränsle som KP idag köper in externt och förbränner i panna 7 kan helt eller delvis förbrännas i Fågelmyra i stället. En ny turbin (G23) byggs på KP som är anpassad för 60 bars ånga. Från turbinen tas dels 2,5 bars ånga till processen, dels kondenseras ångan till under atmosfärstryck i en värmeväxlare som är kopplad till fjärrvärmesystemet. 56 MW kan överföras från KPs område ut på fjärrvärmesystemet.

Fall 3: Ett kraftvärmeverk byggs på Fågelmyra. Från turbinen tas dels 2,5 bars ånga via en ångledning till Kvarnsvedens Pappersbruk, dels kondenseras ångan till under atmosfärstryck i en värmeväxlare som är kopplad till fjärrvärmesystemet i Borlänge via en fjärrvärmeledning.

Fall 4: Detta fall bygger på fall 2. Här har dock produktionskapaciteten utökats på KP till ungefär 850 000 ton papper per år. Förutom en panna 9 på Fågelmyra på ungefär 80 MW, så har det byggts en panna 8 på KP. Pannan på KP är på mellan 50 och 80 MW beroende på om värmepumparna har ersatts helt eller delvis.

Fördelar, samt problem, med en samordning mellan Borlänge Energi och Kvarnsvedens Pappersbruk redovisas i sammanfattad form i sammanfattningen först i denna rapport.

Slutligen

Vi kan inte se några tekniska hinder, tvärtom finns det både tekniska, miljömässiga och ekonomiska fördelar för både BE och KP att det levereras ånga från en anläggning placerad i Fågelmyra till KP.

¹⁷ Ett kraftvärmeverk på 46 MW_v och 12,5 MW_{el} kan uppskattningsvis gå motsvarande 6000 timmar fullast (278 000/46MW_v) (Sjödin, 1997).

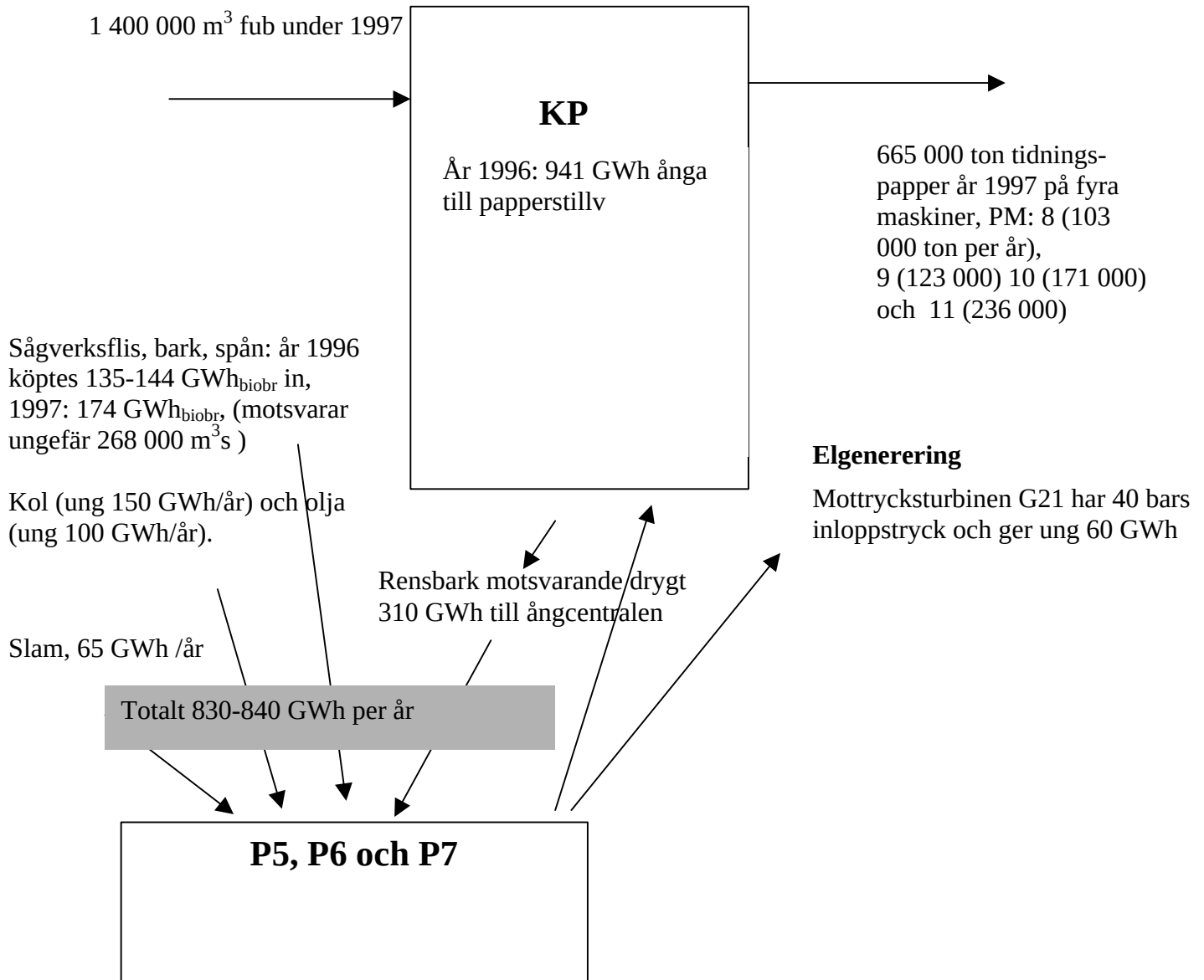
Referenser¹⁸

- Andersson, Mikael (1998) Gatukontoret i Falun, personlig kommunikation i maj och juni 1998.
- Byman, K. (1998) *Energisystemanalys av AB Borlänge Energi*, ÅF-Energikonsult Stockholm AB.
- Koncessionsnämnden (1997-12-18) Nr 166/97, Sökande Stora Kvarnsveden AB, beslut per den 18 december 1997.
- Johansson, Leif (1998) produktionschef Borlänge Energi, personlig kommunikation.
- Ling, E., Lundgren, K. & Mårtensson, K. (1998a) *Bioenergins nuvarande och framtida konkurrenskraft - föreställningar om konkurrenskraft*, IIIIE Communications 98:1.
- Ling, E., Lundgren, K. & Mårtensson, K. (1998b) *Bioenergins nuvarande och framtida konkurrenskraft - strategier*, IIIIE Communications 98:3.
- Lundgren, K. (1998) *Hantering av restprodukter i regionen Falun-Borlänge*, ÅF Energi-konsult Stockholm /Borlängekontoret.
- Schuster, Robert (1998) ÅF-Energikonsult, Stockholm, personlig kommunikation.
- Sjödin *et al* (1997) *Teknikstudie för kraftvärmebyggnad*, ÅF-Energikonsult Stockholm AB.
- Sjödin, Janne (1998) ÅF-Energikonsult, Stockholm, personlig kommunikation.
- Stora Kvarnsveden (1998-05-06) "Yttrande från Stora Kvarnsveden AB över remissvar i ärende 134-214-95 angående utsläpp till luft (prövotidsredovisning)", 4 sidor av Ulrik Johansson, Stora Corporate Research, 023-78 80 81.
- Thuvander, L. *et al* (1997) *Stora Kvarnsveden AB – fördjupad förstudie panna 8*, ÅF.
- Thuvander, Lennart (1998) ÅF-Energikonsult, Karlstad, personlig kommunikation.
- ÅF-IPK (1997-11-21) *Stora Kvarnsveden AB – förprojekt panna P8*.

¹⁸ I de fall undertecknad har talat med olika personer så har hela förnamnet skrivits ut.

Bilaga 1 Input-outputanalys över dagens anläggning

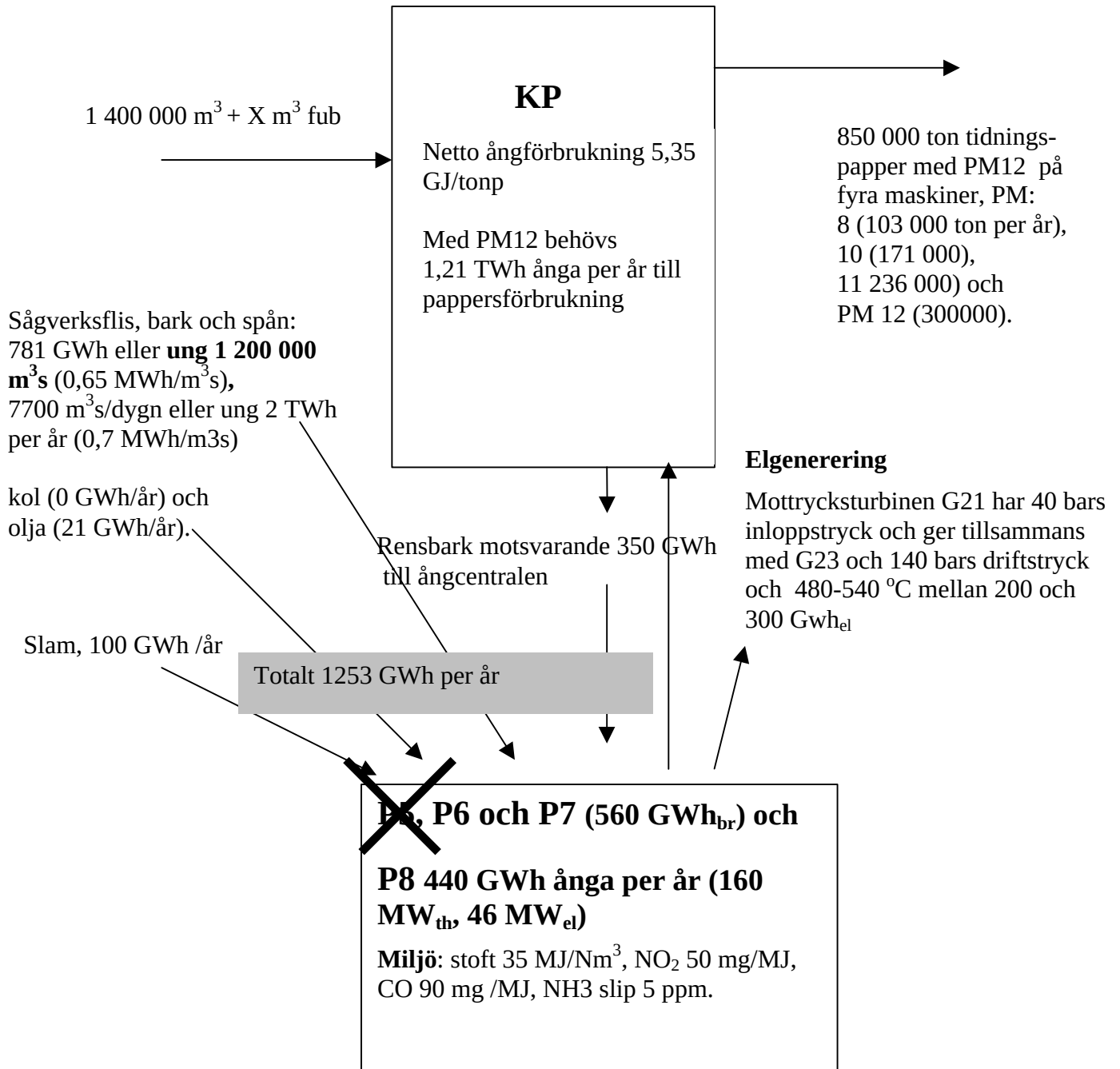
Förenklad input – output analys över Kvarnsvedens Pappersbruk. Dagens förhållande kan visualiseras enligt nedan:



Se även bilaga Bilaga 6: Årsrapporter Energi/bränsleförbrukning (1990--1997), sid 17.

Bilaga 2 Input-outputanalys över morgondagens anläggning

Förenklad input – output analys över Kvarnsvedens Pappersbruk. Morgondagens förhållande kan visualiseras enligt nedan:



Bilaga 3 Brännbara restprodukter att hantera inom Falun - Borlångeregionen, idag och i framtiden

I framtiden förutspås att man inom regionen kommer att ta hand om 64 000 ton restprodukter för energiåtervinning, vilket kan resultera i ett värmemängd motsvarande 224 GWh. Se tabellen nedan:

Tabell 5 Brännbara restprodukter att hantera inom Falun - Borlångeregionen, idag och i framtiden (inom parentes) (Johansson, L., 1998)

	GWh*	Ton*
Borlänge, brännbart	64,75 (77,0)**	18 500 (22 000)**
Falun, brännbart	41,65 (77,0)	11 900 [£] (22 000)
Ludvika, brännbart	21,0 (21,0)	6 000 ^{& #} (6 000)
Ragnsells, brännbart	14,0 (14,0)	4 000*** (4 000)
Spot (plast från övriga kommuner)	(35,0)	(10 000)
Summa	141,4 (224,0)	40 400 (64 000)

* Värmevärdet antas ligga på 3,5 MWh per ton för brännbart hushållsavfall. Det är mer än vad man normalt brukar anta för brännbara restprodukter. I SOU 1995/139: sid 597 anges t ex värmevärdet för hushållsavfall vara 2,7 MWh per ton (Lundgren, 1998:4).

** Inom parentes: Brännbara restprodukter att ta hand om i framtiden.

\$ Följande sorterades ut i Falun under 1997, rent träflis 2 000 ton, brännbart grovavfall 2700 ton, brännbart (röd påse) 3 000 ton. 3 600 ton eldades i Bäckelund. 2 100 ton brännbart eldades i Köping och 2 000 ton träflis (värmevärde ungefär 2,5 MWh per ton) eldades i Kvarnsvedens pappersbruk. Utsorterat bränsle ökar, möjligt tak ligger omkring 11-12 tusen ton/år. VA-avd utreder möjligheterna att bränna slam.¹⁹ (Andersson, Mikael, 1998-05-06).

£ Från Falun till: balning 1700 ton, till Bäckelund 1 600 ton, till Fågelmäla 1 800 ton (Johansson, T., 1998).

& Plast/papper deponeras idag i Ludvika. Man har sedan 1979 en "maskin" liknande den i som fanns/finns i Fagersta (södra delen av Borlänge) som sorterar ut den komposterbara delen ("tar bort bl a plasten till 99 %"). Träflis går till Norberg brikettenergi, där man får betalt. RDF (främst returpapper, mjukplast, well och kartong) går till Gothards. Man kan "se till närheten" när en förbränningsanläggning ska projekteras i Ludvika (Nyström, Ola, 98-05-08).

Den brännbara delen av RDF:en uppgår till 1500 till 2000 ton per år (Lindmark, Sture, 98-05-11). Totalt uppgår de brännbara fraktionerna till 6000 ton per år (ibid, 98-05-26).^{20 21}

*** Ragn-Sells tog emot 3 327 ton brännbart avfall under 1997 (exklusive däck). Smutsig plast förbränns. Det är meningen att en större andel, av bl a plasten, ska materialåtervinnas i framtiden (Landberg, Anna, 1998). Det är svårt att uppskatta hur flödena mellan BE, Fagersta by och Bäckelund går (Jörnlind, Fredrik, 1998, RagnSells).

¹⁹ Bengt Montan, tel 023-83274 vet mer om möjligheterna att bränna slam (Andersson, M., 1998-05-06).

²⁰ Vid ett besök på Ludvikas gatukontor den 26:e maj 1998 framkom bl a att brännbara fraktioner deponeras på fastigheterna Björnshyttan 1:1, 2:1 (beteckningarna från *Ludvika kommun – miljörapport renhållnings verksamheten 1997, 1998*). Det finns planer på att göra en tydligare åtskillnad mellan (material)återvinnings delen och deponeringsdelen på avfallsanläggningen på Björnshyttan. När vi var där den 26:e maj pånyttföddes tanken att döpa om anläggningen till "Björnshyttans återvinningsanläggning", för att tydligare markera boskillnaden mellan återvinning och deponering. Samtidigt pånyttföddes idén att höja kostnaden för deponering från 450 kr per ton till samma kostnad som tas ut i Borlänge och Falun från årsskiftet, dvs 1000 kr per ton. Genom ökad avgift minimeras den mängd material som går till deponi. Genom ett enhetligt pris inom samma region tas även incitamenten bort för att köra till en billigare deponi.

²¹ Under 1997 tog avfallsanläggningen på Björnshyttan (eller "Björnshyttans återvinningsanläggning") mot 12 457 ton hushållsavfall, 1 094 ton avloppsslam och 5 392 ton fast avfall för deponering utan förbehandling. Avfallsanläggningen på Björnshyttan har dimensionerats för 20 000 ton hushållsavfall per år, 8 000 ton handels och industriavfall per år, 15 400 ton avloppsslam per år och 11 500 ton fast avfall för deponering utan förbehandling per år (*Ludvika kommun – miljörapport renhållnings verksamheten 1997, 1998:avd B*).

Bilaga 4: Ångcentral vid Stora Kvarnsveden AB

Bilaga 5a: Kvarnsvedens Ång- och kondensatsystem

Bilaga 5b: KP:s underlag för att generera mottryckskraft (ångdata).

Bilaga 6: Årsrapporter Energi/bränsleförbrukning (1990--1997)

Bilaga 7: Värmebalans (MW), produktion och förbrukning– Dimensionerande driftfall

Bilaga 8: Produktion på KP

Bilaga 9: Energibalans KP

Bilaga 10: Ångmix – fördelning mellan olika bränslen

Bilaga 11: Fågelavstånd mellan Fågelmyra och KP

Bilaga 12: Hur Ångledningen mellan KP och Fågelmyra kan gå i närheten av KP

Bilaga 13: Fall 1, grundalternativet

Bilaga 14: Fall 2, 665 000 ton papper per år

Bilaga 15: Fall 3, 665 000 ton papper per år och lågtrycksånga mellan Fågelmyra och Kvarnsveden

Bilaga 16: Fall 4, 850 000 ton papper per år och högtrycksånga mellan Fågelmyra och Kvarnsveden