



Karaktärisering av avfallsbränslen

Characterization of waste fuels

Anna Olofsson

REFERAT

Karaktärisering av avfallsbränslen

Anna Olofsson

Förr eller senare blir alla produkter avfall, som i ett uthålligt samhälle måste hanteras på ett resurssnålt och miljövänligt sätt. Det här arbetet är främst inriktat mot de svåridentifierade fraktionerna som är ämnade för förbränning, men berör även de mer homogena fraktionerna som behandlas biologiskt genom rötning.

Arbetet har utförts i Boråsregionen där Sobackens avfallsanläggning, med beredning av avfallsbränsle till Borås Energis två FB-pannor och rökammare, har utgjort en naturlig utgångspunkt.

Ett stort inslag i arbetet var sammanställning av erfarenhetsbaserade kunskaper hos driftteknikerna på beredningsanläggningen, liksom hos Anders Johnsson på Borås Energi. På detta sätt erhöles viktig information om både bra och dåliga fraktioner, för såväl avfallskross som för pannor. Dessa fakta har bland annat använts för att sätta samman en översikt över önskade respektive oönskade fraktioner. Översikten är tänkt som komplement till befintliga leveransregler, i syfte att förenkla för avfallsleverantörerna.

Stor vikt har lagts vid att försöka kartlägga sammansättningen av det verksamhetsavfall som kommer in till Sobackens beredningsanläggning. Både kemiska analyser av bränsleprov och utförd plockanalys visar på en heterogen sammansättning i avfallet. Ett heterogent bränsle brinner i många fall ojämnt, vilket resulterar i högre emissionsnivåer samt en icke-önskvärd variation i energiproduktion.

I och med plockanalysen erhöles en övergripande bild av förbränningsavfallets sammansättning. Det icke leveransgilla materialet som påträffades utgjordes främst av blött hushållsavfall (biologiskt nedbrytbart material), men även av en del elektronik påträffades. Efter avslutad analys kommunicerades erhållna resultat med aktuella leverantörer, vilket hittills har resulterat i en betydande minskning av biologiskt nedbrytbart material i verksamhetsavfallet.

Nyckelord: avfall, plockanalys, förbränning, bränsle, FB-panna, rötning

ABSTRACT

Characterization of waste fuels

Anna Olofsson

All products will eventually end up as waste, which in a sustainable society has to be handled in an efficient and environment friendly way. This report focuses on waste fractions meant for combustion, often difficult to characterize. However, more homogeneous fractions that are treated biologically are also discussed.

The study concerns the region of Borås, Sweden, where the waste plant Sobacken has provided a good starting point. On this site, fuel to the Energy-from-Waste plant of Borås Energi is prepared and the biological waste is treated through anaerobic digestion.

One important part of the study has been to collect experience-based knowledge from the technical staff at Sobacken and Borås Energi. This information was compiled into an overview of wanted and unwanted fractions to the preparation plant and the boilers respectively. The purpose of this overview is to complement existing delivery terms and thereby facilitate an increased quality of the fuel from the suppliers.

A significant element of the analysis has been to characterize the content of the industrial waste sent to Sobacken for combustion. Chemical analyses of the prepared fuel as well as the conducted waste component analysis indicate a heterogeneous composition of the waste. A heterogeneous fuel often results in an uneven combustion, leading to higher emissions and an unwanted variation in the energy production.

Through the waste component analysis, a comprehensive picture of the waste composition was attained. Materials non-valid for delivery mostly consisted of wet domestic waste (biodegradable materials), but some hazardous waste was also found. The results of the waste component analysis were communicated to the involved suppliers and this has already resulted in a considerable reduction of the amount of biodegradable waste in the deliveries of industrial waste.

Keywords: waste, waste component analysis, combustion, fuel, FB-boiler, anaerobic digestion

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts som en del i civilingenjörsprogrammet Miljö- och vattenteknik vid Uppsala Universitet. Placeringen har varit på enheten för förbränningsteknik på SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, i nära samarbete med Borås Energi. Evalena Wikström, Ph. Dr., och Andreas Johansson, Tekn. Dr., båda anställda på SP Energiteknik, har tillsammans innehaft rollen som handledare genom hela arbetet. Stort tack till Er båda för god hjälp och enormt stöd! Cecilia Sundberg, Tekn. Dr. vid institutionen för biometri och teknik på SLU, har som ämnesgranskare bidragit med många värdefulla kommentarer i samband med rapportskrivningen. Tack för detta!

Stort tack till Anders Johnsson på Borås Energi AB som har agerat handledare i vissa inslag av arbetet; ständigt med ett skämt till hands. Därtill vill jag även tacka driftteknikerna på Sobackens beredningsanläggning som har satt mig in i arbetet på plats samt bidragit med sina erfarenheter.

Ännu ett tack tilldelas personalen på Renhållningsverket, främst Anders Assarsson och Vesa Myllylä, som vid ett flertal tillfällen har svarat på frågor och försett mig med viktig information om Sobacken och avfallshanteringssystemet i Borås.

Slutligen vill jag tacka alla på Energiteknik för att de fick mig att känna att jag var en av dem under min tid på SP. Tack för att ni alltid ställde upp när jag behövde svar på frågor eller annan hjälp samt att ni hela tiden visade intresse för mitt arbete.

Borås, maj 2006

Anna Olofsson

INNEHÅLL

1	INLEDNING	1
2	SYFTE.....	2
3	BAKGRUND	3
3.1	Ökad avfallshantering	3
3.2	Svensk avfallspolitik	4
3.2.1	<i>Historik</i>	4
3.2.2	<i>Lagar och regler</i>	5
3.3	Avfallshantering.....	7
3.3.1	<i>Förbränning</i>	8
3.3.2	<i>Materialåtervinning</i>	10
3.3.3	<i>Biologisk behandling</i>	10
3.3.4	<i>Deponi</i>	11
4	MATERIAL OCH METODER	11
4.1	Informationssammanställning	11
4.2	Bränsleprovtagning	12
4.3	Plockanalys	13
4.3.1	<i>Planering</i>	13
4.3.2	<i>Provtagning</i>	15
4.3.3	<i>Utförande</i>	15
4.3.4	<i>Plockanalyser för jämförelse</i>	16
5	AVFALLSHANTERINGSSYSTEMET I BORÅS	17
5.1	Avfallsanläggningen Sobacken.....	18
5.1.1	<i>Optisk sortering</i>	19
5.1.2	<i>Rötning</i>	19
5.1.3	<i>Beredning av pannbränsle</i>	20
5.1.4	<i>Lagring av avfall</i>	22
5.2	Förbränning i Borås	23
5.2.1	<i>Ryaverket</i>	23
6	RESULTAT OCH DISKUSSION	26
6.1	Rötning.....	26
6.1.1	<i>Problemfraktioner</i>	26
6.1.2	<i>Leveranskontroll</i>	26
6.1.3	<i>Möjliga förbättringar</i>	27
6.2	Förbränning.....	27
6.2.1	<i>Problemfraktioner</i>	27
6.2.2	<i>Leveranskontroll</i>	28
6.2.3	<i>Möjliga förbättringar på beredningsanläggningen</i>	30
6.2.4	<i>Bränslesammansättning</i>	31
6.3	Plockanalys	36
6.3.1	<i>Genomplockade leveranser 2006</i>	36
6.3.2	<i>Sammansättning Borås 2006</i>	36
6.3.3	<i>Jämförelser</i>	38
6.3.4	<i>Tillförlitlighet i analysresultat</i>	40
6.3.5	<i>Icke leveransgilla material</i>	40
6.3.6	<i>Material leveransgilla i begränsad mängd</i>	41
6.3.7	<i>EWC-koder</i>	42
7	SLUTSATSER	42
7.1	Representativa prover	42
7.2	Biologisk behandling	42
7.3	Förbränning.....	42
7.3.1	<i>Beredningsarbete</i>	42
7.3.2	<i>Utdömning</i>	43
7.3.3	<i>Bränsle</i>	43
8	FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	44
8.1	Förbättrad sorteringsgrad	44
8.2	Biologisk behandling	44
8.3	Förbränning.....	44

8.3.1	<i>Förbättringar på beredningsanläggningen</i>	44
8.3.2	<i>Leveranskontroll</i>	44
8.3.3	<i>Uppföljning av plockanalys</i>	45
8.3.4	<i>Ökad förståelse hos leverantörer</i>	45
8.3.5	<i>Omarbetning av leveransregler</i>	46
8.3.6	<i>Förtydligande av EWC-koder</i>	46
8.3.7	<i>Anvisningar för plockanalys av verksamhetsavfall</i>	46
9	REFERENSER	46
9.1	Tryckta referenser	46
9.2	Internetreferenser	47
9.3	Personliga meddelanden	48
	BILAGOR	I
Bilaga 1	Avfallskategorier enligt avfallsförordningen	II
Bilaga 2	Dokumenteringsformulär för plockanalys av verksamhetsavfall	III
Bilaga 3	Avfall från hushåll.....	IV
Bilaga 4	Leveransgilla EWC-koder	V
Bilaga 5	Leveransregler för brännbart avfall till Sobacken	VI
Bilaga 6	Resultat av kemisk analys av avfallsbränsle	XI
Bilaga 7	Varians i sammansättning mellan leveranser	XII
Bilaga 8	Sammanställning av genomplockade leveranser	XIV
Bilaga 9	Leveransmall	XVI

1 INLEDNING

Förr eller senare slutar alla produkter i avfall som i ett uthålligt samhälle måste hanteras på ett resurssnålt och miljövänligt sätt. Den idag prioriterade ordning på hur avfallet skall hanteras är återanvändning, materialåtervinning, energiåtervinning samt deponi. Detta stämmer väl överens med EU:s avfallspolicy som förklarar att avfall som inte på något sätt kan återvinnas ska förbrännas och endast som sista utväg läggas på deponi. Sverige har tagit fasta på denna och har bl.a. vidtagit flera åtgärder för att minska deponeringen t.ex. genom införande av deponiskatt och förbud mot deponering av brännbart avfall (2002) samt organiskt avfall (2005).

Under senare år har den pågående klimatförändringen och dess orsaker uppmärksammats som ett akut och växande miljöproblem. Utsläppen av växthusgasen CO₂ (koldioxid) har pekats ut som den främsta bakomliggande faktorn till de världsomspännande förändringar i klimatet som idag kan skönjas.

Dagens överskott av CO₂ i atmosfären härstammar huvudsakligen från fossila bränslen såsom olja och kol, och det är främst vid förbränning av dessa som föreningen frigörs. Det effektivaste sättet att i stort reducera utsläppen av växthusgaser skulle vara att minska användningen av dessa bränslen. Avfallsförbränning med energiutvinning samt rötning med biogasframställning är två exempel på metoder som har visat sig fördelaktiga att tillämpa som alternativ. Returbränslen så som biobränslen och återvunna bränslen är koldioxidneutrala och räknas därför som miljöanpassade, förnybara energikällor (Skaldeman, 2005). Innebörden av detta är att den kolmängd som avges vid nyttjandet av bränslet tidigare har hämtats från atmosfären, d.v.s. källa och recipient är densamma. Följaktligen blir tillskottet ± 0 , undantaget det extra bidrag som vid förbränning kommer från oljebaserade plastfragment i avfallsbränslet (cirka 13 % i hushållsavfall (RVF, 2006)).

Nya förordningar och föreskrifter införs allt som oftast för att minska inverkan på vår miljö. Ett växande ansvar läggs på den enskilde individen vad gäller sortering av fördefinierade materialkategorier och därtill kommer de krav som avfallsanläggningar och energibolag har på sig gällande lagring, emissionsnivåer etc. Samtidigt som avfallsmängden i samhället fortsätter att öka, ökar kraven på avfallshantering genom striktare regler och lagar. Genom att använda avfallet för energiframställning minskar CO₂-utsläppen vid mindre användning av fossila bränslen, samtidigt som avfallet effektivt avlägsnas.

För att samtliga berörda parter ska kunna leva upp till ställda krav på avfallsbehandling förutsätts att de i stor utsträckning vet vad som levereras till aktuell anläggning. Detta ansvar ligger främst hos leverantörerna samt deras underleverantörer, men arbetet att observera och kontrollera inkommande leveransers innehåll är också av oerhörd vikt för att säkerställa det blivande bränslets kvalitet. Detta, tillsammans med ett antal anläggnings-specifika faktorer, är sedan avgörande för tillgängligheten och energiutvinningen vid respektive behandlingsprocess.

I dagsläget är det inte känt vilket behandlingsalternativ som ur ekonomiskt och miljömässigt perspektiv är bäst att tillämpa för de olika fraktionerna som kommer in till avfallsanläggningarna. Frågorna på området är många och kretsar mycket kring hur de respektive processerna kan effektiviseras samt hur en hög tillgänglighet kan erhållas. Därför krävs omfattande arbete med att kartlägga dagens avfallsfraktioner samt att identifiera fraktioner som kan ställa till problem i de olika behandlingsalternativen.

2 SYFTE

Denna rapport syftar till att kartlägga sammansättningen av det avfall som går till energiåtervinning. Häri berörda metoder är förbränning samt rötning och arbetet belyser främst det avfall som når avfallsanläggningen Sobacken i Borås. Arbetet fokuserar på karaktärisering av bränslekvalitet och berör bränsleberedning samt identifiering och hantering av problemfraktioner. Fokus ligger på det avfall som förbränns, eftersom detta i dagsläget är mer heterogent och svårdefinierat än det som behandlas biologiskt.

Centralt för optimering av bränslekvalitén är att leverantörerna lever upp till ställda leveranskrav. En deluppgift inom arbetet var därför att utforska sammansättningen av levererat verksamhetsavfall ämnat för förbränning, från de olika leverantörerna. Även möjligheterna till ökad leveranskontroll undersöktes.

Arbetets långsiktiga mål är att öka prestanda och driftsäkerhet på förbrännings- och rötningsanläggningarna.

3 BAKGRUND

1 § Med avfall avses varje föremål, ämne eller substans som ingår i en avfallskategori och som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med.

Definitionen ovan, hämtad från Miljöbalken (SFS 1998:808), syftar till att ett material, oavsett om det har ett ekonomiskt värde eller ej, är klassat som avfall om det ska göras av med. Detta innefattar restprodukter från t.ex. jordbruk, skogsbruk, fiskenäring och gruvindustri. Följaktligen genereras oundvikligen en stor mängd avfall i vårt land och allt detta material måste på något sätt tas om hand. Trots flera statliga åtgärder i form av producentansvar och skatt på deponi för att minska avfallsmängderna fortsätter dessa mängder att öka. Exempelvis har hushållsavfallet i genomsnitt ökat med två procent per år sedan 1992; en trend som det är önskvärd att bryta.

3.1 ÖKAD AVFALLSHANTERING

Ordet soptipp är ett vida känt begrepp som syftar till en plats där avfall läggs och lämnas på hög. Detta var fram till 1900-talets början det enda tillvägagångssättet för att bli av med det avfall som uppkom i samhället. Tipparna låg ofta avskiljda från, eller i utkanten av, bebyggda områden och då tuppen ansågs vara full fanns i princip två alternativ att tillämpa; beredning av plats för en ny tipp eller förbränning av befintlig tipp. Det senare alternativet minskade inte bara avfallsmängden utan reducerade även den dåliga lukten samt antalet skadedjur vid anläggningarna.

Runt 1970 började speciella anläggningar ämnade för förbränning att anläggas i landets större städer. Till följd av en samtida uppmärksammas miljöproblematik, främst gällande dioxiner och tungmetaller, ökade intresset för att finna en lösning på slutbehandling av avfall (RVF, 2001). Avfallsfrågor kom att inkluderas i miljöpolitiken genom frågeställningar rörande exempelvis resurshushållning, förebyggande av avfall, materialåtervinning, olika aktörers ansvar och miljökrav på avfallshantering (Naturvårdsverket, 2002).

Utvecklingen inom avfallsbranschen har sedan dess gått framåt med stormsteg. Den förbättrade tekniken bakom avfallsförbränningen har exempelvis lett till en minskning med 98 % i dioxinutsläpp sedan 1980-talet. Under samma tidsperiod har utsläppen av väteklorid, kvicksilver, kadmium, bly och stoft minskat med 90 – 99 % (RVF, www). Detta är ett resultat av en kontinuerlig teknisk utveckling, skärpta utsläppskrav och utökad sortering av det avfall som förbränns.

Samtidigt som utsläppen från förbränningsanläggningarna har minskat kraftigt ökar dock avfallsmängderna radikalt. Bara sedan 50-talet har mängden hushållsavfall mer än sexdubblats. I EU:s avfallsstrategi från 1989 återfinns en lista över hur prioriteringar gällande avfallshantering ska göras. Enligt denna hierarki är det högsta målet att minska de uppkommande avfallsmängderna samt deras negativa påverkan på samhället. Därefter ska återanvändning följt av material- och energiåtervinning av avfallet prioriteras innan slutgiltig förvaring, deponi, ska övervägas som alternativ.

Prioriteringsordningen mellan material- och energiåtervinning ovan har efter utförda livscykel- och systemanalyser visat sig vara tvetydiga. För vissa material är materialåtervinning mer fördelaktigt än energiutvinning både i fråga om miljö- och energinytta. Det som avgör är skillnaden i energiinsats mellan framställning av materialet från råvara och från återvunnet material. Metaller är exempelvis betydligt mer lönsamt att återvinna (90-95 % av energin sparas) än material av förnybart ursprung så som kartong. Förbränning av pappersmaterial kan till och med vara att föredra framför återvinning om den utvunna energin ersätter kol- och oljeutvunnen energi (Naturvårdsverket, 2002).

Genom att införa förbud mot deponering av brännbart (årsskiftet 01/02) och organiskt material (årsskiftet 04/05) togs ett viktigt steg mot att lagstadga EU:s avfallshierarki (se ovan). Efter att dessa lagar trätt i kraft har kvantiteten avfall som skickas till förbränning ökat radikalt. Mängden blev snabbt för stor att hantera med enbart förbränning och flera avfallsbränslelager blev fulla. Trots att införandet av deponiförbud mot organiskt material har diskuterats under en längre tid har anläggningar för biologisk hantering inte hunnit byggas ut i önskvärd takt. Flera avfallsanläggningar står därför med ett överskott av material som nu lagras i väntan på framtida användning (Assarsson, pers).

Biologisk behandling ses generellt som ett mycket bra alternativ till förbränning. Ett nytt mål som sattes upp i kretsloppspropositionen 2003 är att minst 35 % av matavfallet ska tillbaka in i kretsloppet och alltså behandlas biologiskt år 2010 (Regeringskansliet, www). Biologisk behandling bör i första hand ses som ett komplement till avfallsförbränningen, men i vilket förhållande dessa ska stå till varandra för största lönsamhet både ekonomiskt och miljömässigt är ännu inte klarlagt (Nyström, 2004).

Inför framtiden förutspås den totala energianvändningen i Sverige komma att öka med 35 % samtidigt som råvaruanvändningen enligt prognos kommer att öka med 20-40 % fram till år 2030 (Naturvårdsverket, 2005). Med en ökad konsumtion av energi och material kommer även avfallsmängderna att öka. Följaktligen är både energiförsörjning och avfallshantering områden som behöver utforskas vidare för att klara av den kommande utvecklingen.

3.2 SVENSK AVFALLSPOLITIK

Inom avfallsområdet finns idag en mängd lagar och krav som täcker hela vägen från produktframställning, d.v.s. innan varan ens klassas som avfall, till slutbehandling efter att varan har spelat ut sitt syfte. Dessa lagar revideras allteftersom avfallsarbetet i samhället växer i omfattning. Utöver miljöbalken tillämpas lagar och regler utformade av ett flertal myndigheter och organisationer där EU, Naturvårdsverket och landets olika kommuner kan nämnas som exempel. Stora delar av informationen i stycke 3.2.1 och 3.2.2 är hämtat från källorna Naturvårdsverket 2002 samt Naturvårdsverket 2005.

3.2.1 Historik

Genom tiderna har avfall pendlat mellan att betraktas som en resurs och som ett miljöproblem. Redan år 1975 förespråkade regeringen att avfall var en resurs som i största utsträckning skulle användas på nytt genom omhändertagande och behandling. Vidare ansågs att sparsamhet, hushållning och återanvändning skulle vara grundläggande för utnyttjandet av naturresurser.

Under sjuttioalet föddes också idén med producentansvar. Tanken slog då inte igenom utan lades på is under ett flertal år innan begreppet åter togs i bruk efter förtydligande av innebörden. Själva grundprincipen om att producenten är skyldig att redan innan produktionsstart veta hur den färdiga varan ska omhändertas när den har spelat ut sin roll har genom åren bevarats.

Även diskussionen kring att återvinna material började ta fart under denna period. Vid nybyggnation av för ändamålet anpassade anläggningar delades ett 50 %-igt bidrag ut, varpå ett antal anläggningar kom att byggas (Naturvårdsverket, 2002). På grund av svårigheten i att få avsättning för de utsorterade fraktionerna misslyckades dock försöket i detta skede.

I inledningen nämndes att förbränning alltid har varit ett tillvägagångssätt för att reducera avfallsmängder. Nyttan med avfallsförbränning har gått från att enbart vara ett sätt att minska deponimängden till att numera även omfatta energiutvinning. Samtidigt som förbrännings-

tekniken har utvecklats har restriktionerna runtomkring blivit striktare. 1986 lades ett förslag om hårdare miljökrav på förbränning fram i den så kallade ENA-utredningen (energi ur avfall). Resultatet blev omprövade utsläppsvillkor och striktare krav samt en vidare nybyggnation av avfallsförbränningsanläggningar.

1990 fastslogs att avfallet inte längre kunde betraktas som en resurs utan snarare som ett alltmer ökande miljöproblem. Vikten av att förebygga uppkomsten av avfall samt att reducera avfallets innehåll av hälso- och miljöfarliga ämnen genom förebyggande kemikaliekontroll betonades. För att arbetet mot detta skulle uppmuntras föreslogs ett införande av en avfallsavgift samt av diverse administrativ reglering. Återanvändning och återvinning blev återigen högaktuellt och för att främja utvecklingen i denna riktning påbörjades en utveckling av källsortering. Stöd till forskning och utveckling inom avfallsområdet kom nu att prioriteras.

År 1992 introducerades kretsloppsprincipen på allvar vilket innebar att allt som utvanns ur naturen på ett uthålligt sätt skulle kunna användas, återanvändas, återvinnas eller slutligt omhändertaras med minsta möjliga resursförbrukning och utan att naturen skadades. Producentansvar och miljöledningssystem började ta form i syfte att påverka företagens miljöåtgärder.

Dagens syn på avfall sammanfattas av Naturvårdsverket enligt:

Avfallshanteringen är en miljöfråga där avfallet ofta är både en resurs och ett problem. Målet är att så lite avfall som möjligt ska uppkomma. För det avfall som uppkommer ska den resurs som avfallet utgör i form av material eller energi användas så effektivt som möjligt.

3.2.2 Lagar och regler

I EU:s avfallsstrategi från 1989 betonas att självförsörjandepincipen ska gälla i samtliga medlemsländer (Naturvårdsverket, 2002). Detta innebär att det i landet uppkomna avfallet främst ska behandlas på plats och inte exporteras. Efterlevnad av denna princip försvåras markant av en varierad skattesats på deponi mellan länder. Pengar är alltid välkomna, varför länder med låga avgifter gärna tar emot avfall från betalande länder där högre skattenivåer gäller. Handeln blir således enbart lönsam då priset för att exportera avfallet till ett annat land är lägre än kostnaden för att deponera. Följaktligen skulle handeln kunna avhjälpas genom införsel av enhetliga deponiavgifter runtom i världen. I dagsläget gör exportörerna förtjänst i att istället för att betala dyra skattepengar skicka iväg problemet till andra områden, medan importören gör förtjänst i att ta emot avfallet för deponering.

Deponi

Flertalet av de nyskrivna reglerna och lagarna riktas idag mot slutbehandlingssteget, d.v.s. mot avfallshanteringen. Mängden avfall som slutligen deponeras ska minimeras och för att åstadkomma detta införs allt striktare krav på vad som får läggas på deponi samt ökade skatter på deponerat material. Exempel på detta är den deponiskatt som infördes år 2000 och som i januari 2006 uppgick till 435 SEK/ton, samt förbuden mot deponi av utsorterat brännbart avfall (2002) respektive organiskt avfall (2005). Till följd av landets rådande kapacitetsbrist gav Sveriges länsstyrelser under föregående år dispens för viss deponering av de två aktuella kategorierna (Naturvårdsverket, 2005).

Deponi av organiskt material utgör inte bara ett problem i fråga om volym utan även genom att växthusgaser i form av metan och koldioxid bildas i och pyser ut från dessa deponier. Landets avfallsdeponier beräknades år 2002 stå för 3 % av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser. En minskning av deponerat organiskt material leder till en minskad potentiell metan-gasbildning, men resultatet av åtgärden kommer inte att komma att synas förrän på längre sikt då avklingningen i gasproduktionen är mycket långsam. Förbränning av plast, transporter av

avfall, kompostering samt rötning av matavfall och annat biologiskt lättnedbrytbart avfall bidrar självklart också till utsläpp av klimatgaser men i mindre omfattning per volymenhet. Prediktiva beräkningar visar på att den framöver avtagande deponeringen ensam kommer att resultera i minskade avfallsrelaterade utsläpp av växthusgaser från tre till en procent till år 2010 (Naturvårdsverket, 2005).

Producentansvar

Ett steg mot att uppnå ökad återanvändning och återvinning av olika varor och material var införandet av producentansvaret. Idén föddes alltså 1975 (se Kapitel 3.2.1), men infördes i sin ursprungliga form först år 1992. Ansvar har därefter successivt kommit att omfatta fler och fler områden. Alla som yrkesmässigt tillverkar, importerar eller säljer en vara eller förpackning klassas som producent. I deras ansvarsområde ingår från och med införandet bland annat att se till att vissa typer av avfall samlas in, transporteras bort, återanvänds, återvinns eller bortskaffas. Kort sagt ansvarar producenterna för att omhänderta produkterna när de blir avfall. Följande avfall omfattas i dagsläget av producentansvaret:

- Returpapper
- Däck
- Förpackningar av alla slag
- Begagnade bilar
- Elektronikprodukter

Karaktärisering av avfall

Allt avfall som levereras till avfallsanläggningar ska vara karaktäriserat efter ett antal punkter gällande information om (Naturvårdsverket, 2004)

- avfallets ursprung, sammansättning (kemisk och fysikalisk), egenskaper
- vilka processer som har gett upphov till avfallet
- EWC-kod
- avfallets deponiklass (inert, icke-farligt, farligt avfall)
- eventuella säkerhetsåtgärder som bör vidtas vid hantering

Den så kallade EWC-koden består av sex siffror vilka tillsammans ger ingående information om avfallet i fråga. De två första siffrorna betecknar avfallets ursprung utifrån branscher (se Bilaga 1 för uppdelningen), de två efterföljande vilken verksamhetsprocess som avfallet kommer ifrån och de två sista ger en närmare beskrivning av varje avfallsslag från de olika verksamhetsprocesserna (Länsstyrelsen Örebro län, [www](http://www.lansstyrelsen.se)). Koden förenklar handeln med avfall mellan länder, då inte bara Sverige använder sig av systemet.

För avfall som produceras regelbundet kan en karaktärisering komma att gälla allt levererat avfall. Dock måste uppgifter om variationer i materialet liksom de karaktäristiska egenskapernas variation lämnas av leverantören. Av stor vikt är även att nyckelparametrarna är identifierade så att dessa är kända när överensstämelsen mellan leverans och gjord karaktärisering undersöks.

Utöver skyldigheterna ovan måste avfallsproducenten även utreda om avfallet kan återvinnas alternativt materialutnyttjas innan det levereras till avfallsanläggningen.

Restriktioner på förbränningsanläggningar

Landets samtliga avfallsförbränningsanläggningar måste ha ett tillstånd utfärdat av Miljödömsstolen för att få bedriva sin verksamhet. Här specificeras de kategorier och kvantiteter

farligt respektive icke-farligt avfall som får behandlas, anläggningens kapacitet samt de mät- och provtagningsmetoder som ska användas vid kontroll av emissionsnivåer etc.

Kraven på förbränningsanläggningarna är generellt hårdare för avfallsbränslen jämfört med för fossila eller förnybara bränslen. Nedan följer en sammanfattning av de krav som ändras i och med att avfall eldas i en fastbränslepanna (Gustavsson et al., 2004).

- Krav på kontroll av avlämning och mottagning av avfall
- Krav på anläggningskonstruktion för att uppfylla villkor för drift
- Krav på kontinuerlig mätning och ökad bevakning av föreningar och processparametrar
- Krav på vattenrening
- Krav på kontroll av uppkomst och skadlighet av restprodukter

För att säkerställa fullständig förbränning av avfall skall även de gaser som uppstår vid förbränningen i alla förbrännings- och samförbränningsanläggningar hållas över en minimitemperatur på 850°C under minst två sekunder (EU, www).

Fram till i början av november 2005 såg det ut som att avfallens fossila del, dvs plasten, skulle skattebeläggas från årsskiftet 05/06 (RVF, 2005b). Beslutet senarelades dock till följd av att det ansågs svårt att fastställa ett schablonvärde på fossilinnehållet. I mars 2006 blev ämnet åter aktuellt då regeringen la fram ett förslag om beskattning på hushållsavfall samt därmed jämförligt avfall från verksamhet från och med första juli samma år. Skattebeloppet föreslås bli på mellan 94 och 444 kr/ton beroende på förbränningsanläggningens elverkningsgrad och beräknas enligt

$$\text{Schablonvärde [andel]} * (\text{Energiskatt [kr / ton]} + \text{Koldioxidskatt [kr / ton]}) = \text{Beskattning [kr / ton]}$$

Beskattningen på förbränning av ett ton avfall i en förbränningsanläggning med enbart värmeproduktion blir följaktligen

$$0,126 * (150 + 3374) = 444 \text{ kr / ton}$$

Därtill kommer de så kallade nedsättningsreglerna vilka innebär att anläggningen befrias med 79 % av skattebeloppet om elverkningsgraden är minst 15 %, dvs

$$0,126 * (150 + 3374) * 0,21 = 93 \text{ kr / ton}$$

Syftet med skatten är att öka återvinningen av främst plast, minska koldioxidutsläppen, öka kraftvärmeproduktionen och likställa den fossila delen i avfall med andra fossila bränslen. Schablonvärdet på 12,6 % är fastställt utifrån antagandet att hushållsavfall till mer än 85 % är att betraktas som ett biobränsle (RVF, 2006).

Påslaget på aktuella renhållningsavgifter kan i och med nedsättningsreglerna komma att variera kraftigt mellan landets förbränningsanläggningar. Följaktligen kommer det att bli mer lönsamt att ha en anläggning ämnad för elutvinning, då avgifterna här inte blir lika höga. Avfallsleverantörerna vill rimligen hålla nere sina kostnader varför det kommer att bli större konkurrens på marknaden då anläggningarnas mottagningsavgifter blir olika höga.

3.3 AVFALLSHANTERING

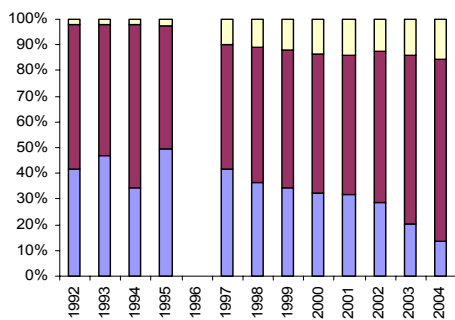
Under 2004 uppgick siffran på i Sverige genererat hushållsavfall till knappa 4,2 miljoner ton (4 169 000 ton), vilket motsvarar 462,7 kg per person (RVF, www). Detta hushållsavfall behandlades enligt Tabell 1.

Tabell 1. Behandlingsmetoder av hushållsavfall i Sverige 2004 (RVF, www). Andelen avser mass-%.

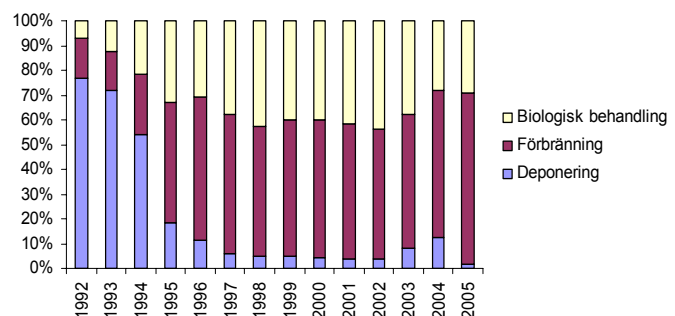
Behandlingsmetod	Andel av inkommet avfall
Förbränning (energiutvinning)	46,7 %
Materialåtervinning	33,2 %
Biologisk behandling	10,4 %
Deponi	9,1 %
Specialbehandling (farligt avfall)	0,6 %
Summa	100,0 %

De dominerande behandlingsmetoderna under 2004 var alltså förbränning och materialåtervinning. De nya regler och krav som nu sätts upp syftar till att ytterligare öka materialåtervinning och storleksmässigt jämställa biologisk behandling och förbränning. Om enbart förbränning, biologisk behandling och deponering av hushållsavfall ställs i relation till varandra blir deras respektive andelar enligt Figur 1 (Sverige) och Figur 2 (Borås).

För Sveriges del ses genom åren en klar nedgång för deponialternativet samtidigt som fram för allt förbränning, men även biologiskt behandling, ökar i omfattning. Den andel avfall som deponeras i Borås är låg jämfört med Sveriges medeltal. Andelen förbränt material har här under senare år legat i linje med Sveriges genomsnitt medan biologisk behandling under studerad tidsperiod ligger avsevärt högre.



Figur 1. Relation mellan Biologisk behandling, Förbränning och Deponi av hushållsavfall i Sverige (Johansson, 2006)

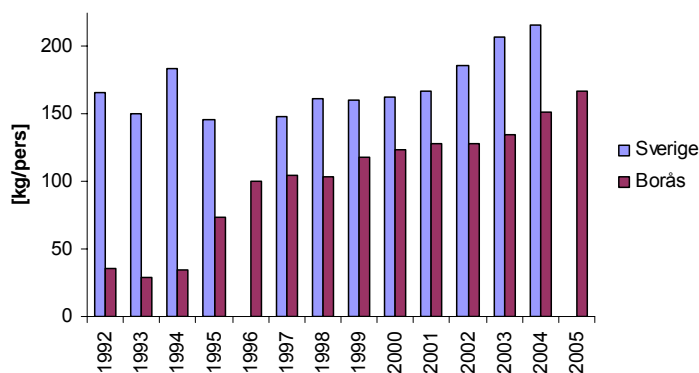


Figur 2. Relation mellan Biologisk behandling, Förbränning och Deponi av hushållsavfall i Borås (Schön, 2006)

3.3.1 Förbränning

Sedan 1985 har mängden avfall som går till förbränning fördubblats medan den utvunna mängden energi under samma period har tredubblats (Svebio, 2004). Rådande förbrännings-trend av hushållsavfall i Sverige respektive i Borås illustreras i Figur 3.

Dagens mer energirika fraktioner är ett resultat av ökad avfallssortering i kombination med en ständigt pågående utveckling av förbränningstekniken. Höga krav ställs på anläggningarnas utformning då bränslet i stor utsträckning varierar både till innehåll och till storlek. Dessutom bildas en del oönskade ämnen så som exempelvis dioxiner och svaveldioxid vid avfallsförbränning, varför kvalificerade reningsanordningar för rökgaserna är ett måste.



Figur 3. Förbränd mängd hushållsavfall per person och år i Sverige respektive i Borås (Marks kommun inräknad) (Johansson, 2006; Schön, 2006)

I dagsläget är kapaciteten att ta hand om brännbart avfall genom förbränning otillräcklig i Sverige och prognosen tyder inte på att situationen kommer att förändras under den närmaste tiden. Förutom den allt för långsamma utbyggnadstakten i fråga om förbränningsanläggningar kan brist på drifttekniker komma att bromsa utvecklingen inom de närmsta åren då pensionsavgångarna i branschen är många (Nyström, 2004). Dessutom riskerar pannleverantörerna att få problem att leverera sina produkter om flera byggnationsplaner sammanfaller i tiden. En annan faktor som bromsar utbyggnaden är den rådande osäkerheten kring förändringar av avfallsförbränningskatt, elcertifikat och utsläppsrättigheter vilket får många anläggningar att avvakta beslut innan byggnation kan bli aktuell.

Avfallsförbränning förutspås under de kommande åren få en större betydelse jämfört med vad den har idag, men det mesta visar alltså på att kapaciteten, trots ut- och nybyggnationer, inte kommer att täcka framtidens behov. Prognosen tyder på att det i Sverige år 2008 kommer att råda en kapacitetsbrist motsvarande drygt en miljon ton per år trots en predikterad kapacitetsuppgång från dagens dryga 3 miljoner ton per år till nästan 5 miljoner ton per år (Nyström, 2004).

Förbränning av avfall sker i stora pannor vid för ändamålet speciellt anpassade anläggningar. Dessa kan vara antingen avfallsförbränningsanläggningar eller samförbränningsanläggningar vilka definieras som (Gustavsson et al., 2004):

Avfallsförbränningsanläggning Stationär eller mobil anläggning avsedd för avfallsförbränning med eller utan återvinning av alstrad energi

Samförbränningsanläggning Stationär eller mobil anläggning vars huvudsakliga ändamål är produktion av värme och/eller el eller material där avfall utnyttjas som normalt bränsle eller tillskottsbränsle, eller där avfall värmebehandlas i syfte att bortskaffas. Om förbränning sker på ett sådant sätt att det huvudsakliga ändamålet med anläggningen inte kan anses vara produktion av energi eller material, skall anläggningen anses vara en avfallsförbränningsanläggning.

Utöver dessa anläggningsvarianter finns det även olika slags pannor; roster- och fluidiserande-bädd-pannor, vilka passar olika bra beroende på aktuell sammansättning av de fraktioner som ska brännas. De främsta skillnaderna mellan de respektive pannvarianterna framgår av Tabell 2. Vidare kommer enbart fluidiserande-bädd-pannor att behandlas i den här rapporten då Borås Energis pannor är av denna typ.

Tabell 2. Jämförelse rosterpanna vs fluidiserande-bädd-panna

	Rosterpanna	FB-panna
Antändning	Öppen låga underifrån	Självantändning, varmt medium
Förbehandlingskrav	Inga specifika	Höga
Känslighet för svåra material	Låg	Hög
Förbränning	Risk för ojämn förbränning	Jämnare än för roster
Rökgasrening	Höga krav på slutsteget	Effektiv rening redan i bädden
Förbränningstemperatur	1100 °C	850 °C
Mängd bottenaska	15-20 vikts-%	6-7 vikts-%
Rökgasreningrester	3-4 vikts-%	8-9 vikts-%

3.3.2 Materialåtervinning

Liksom namnet antyder handlar det hela om att förbrukade produkter samlas in varefter ingående material tas tillvara för tillverkning av nya produkter. Materialen behöver inte nödvändigtvis komma att användas till samma produkter som de utvunnits ifrån då de används där materialets egenskaper lever upp till de för produktionen önskade.

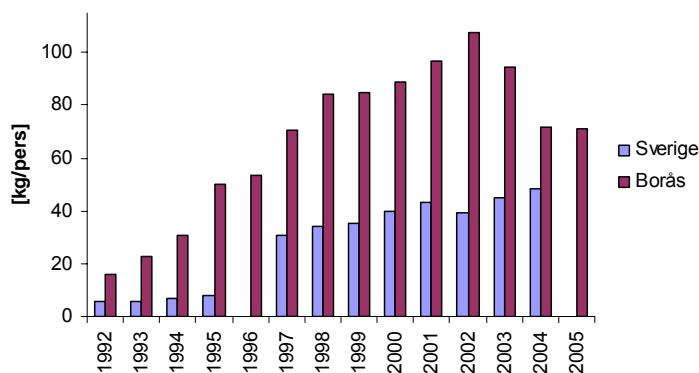
Ett flertal fraktioner tillhör kategorin återvinningsbara. Material såsom tidnings- och kontorspapper, kartong, hårdplast, metall, glas och wellpapp lämnas vanligtvis på särskilda återvinningsstationer varifrån materialet sedan transporteras vidare för aktuell behandling.

3.3.3 Biologisk behandling

I begreppet biologisk behandling ryms både rötning och kompostering, men här behandlas enbart det förstnämnda. Rötning kallas den anaeroba process där metanbildande bakterier framställer biogas ur organiska ämnen. Efter viss förädling kan biogasen användas som drivmedel för fordon och restprodukten behöver normalt sett inte ha någon annan efterbehandling än lagring, varefter den kan säljas och exempelvis användas som gödsel på åkermark. Biologisk behandling av avfall är på frammarsch och utvecklingstrenden för Sverige samt för Borås illustreras i Figur 4.

Det finns flera olika processer för att framställa biogas ur avfall t.ex. enstegs- och flerstegs-, våta och torra samt mesofila och termofila (de senare anger olika temperaturområden där bakterier är aktiva). Den vanligaste processen är enstegsprocessen där de organiska ämnena späds ut med vatten till en torrsubstanshalt på under 8 % (Miljöteknikdelegationen, www). Processen sker ofta i ett steg och med en kontinuerlig bränsleinmatning samt total omblandning för ett jämnt förlopp.

Rötningsprocessen tar vanligtvis ca 20 dagar, men tiden beror på flera faktorer såsom exempelvis temperatur, pH, C/N-förhållandet i bränslet. Ungefär två tredjedelar av den organiska substansen tillgodogörs i metanbildningen medan det som därefter återstår är svårt att bryta ner inom rimlig tid och till rimlig kostnad.

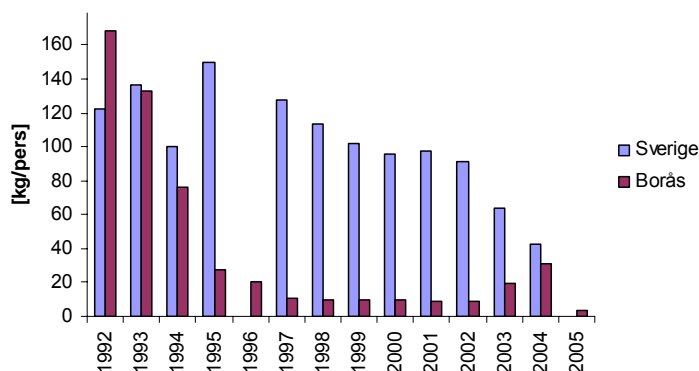


Figur 4. Mängd biologiskt behandlat hushållsavfall per person och år i Sverige respektive i Borås, Marks kommun inräknad (Johansson, 2006; Schön, 2006)

3.3.4 Deponi

Avfall som av olika anledning inte kan användas i någon av de ovan beskrivna behandlingarna läggs i slutändan på deponi vilket närmast motsvarar gamla tidens soptippar, dock under mer kontrollerade former.

Deponering är det sämsta behandlingsalternativet varför det, för att gynna övriga metoder, är belagt med stora restriktioner om vad som får läggas på deponi samt höga avgifter. Viss dispens för icke deponeringsgilla material kan förekomma då det i dagsläget råder kapacitetsbrist i fråga om förbrännings- och rötningsmöjligheter. Rådande trend gällande deponering av hushållsavfall åskådliggörs i Figur 5.



Figur 5. Deponerad mängd hushållsavfall per person och år i Sverige respektive i Borås, Marks kommun inräknad. Uppgången för år 2003 och 2004 bottnar i en mottagen avfallsmängd från Renova i Göteborg. (Johansson, 2006; Schön, 2006)

4 MATERIAL OCH METODER

Arbetet har omfattat ett flertal moment och arbetssätt. Inledningsvis inhämtades och sammanställdes redan befintlig information om avfallsbranschens olika verksamheter, främst i Boråsområdet. I ett senare skede tog ett mer utredande arbete vid, då bland annat en plockanalys utfördes och därvid erhållna resultaten utvärderades.

4.1 INFORMATIONSSAMMANSTÄLLNING

En central del i detta examensarbete var att sammanställa befintlig information om avfallssystemet i Borås. Tidigare har informationen varit spridd i olika skrifter och en stor del av den kunskap som avfallsbranschens olika parter besitter har förut inte funnits dokumenterad.

Syftet med att göra en sammanställning var därmed att göra informationen mer lättillgänglig. Litteraturstudier har främst legat till grund för sammanställning av information rörande gällande lagstiftning och avfallshandlingens utveckling i vårt land. Driftteknikerna på Sobacken, liksom Anders Johnsson på Borås Energi, besatt erfarenhetsbaserade kunskaper om avfallsberedningsanläggningen som de gärna delade med sig av. En stor del av informationen inhämtades på plats, men även ett antal intervjuer med nämnda personer anordnades under examensarbetets gång.

Anders Johnsson (BEAB) och Andreas Johansson (SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut) stod tillsammans för den största kunskapsspridningen om Ryaverkets pannor. Förutom en genomgång av de tekniska förutsättningarna ingick en guddad tur på kraftvärmeverket, och båda personerna fanns alltid till hands för att besvara frågor som dök upp.

Rötning som behandlingsmetod behandlas här endast översiktligt. Informationen om Borås anläggning erhöles från en intervju med Anders Assarsson på Renhållningsverket.

Mail- och telefonkontakt har genom hela arbetet hållits med personal på Gatukontoret, som bland annat har bistått med statistik över mottagna avfallsmängder till de olika behandlingsalternativen på Sobacken. Samma medel har använts vid kontakt med personer ansvariga för tidigare utförda plockanalyser.

4.2 BRÄNSLEPROVTAGNING

Bränsleprov för kemisk analys togs med hjälp av en skopa i fallande ström direkt från bränsleinmatningen till Borås Energis pannor på kraftvärmeverket Ryaverket. Varje provtagningstillfälle varade i fyra timmar under vilka 20 kg avfall togs ut vid fyra tillfällen med jämna intervall. Hela provmassan skickades därefter till SP:s kemilabb för neddelning och kemisk analys.

Vid provtagning för analyser liksom den ovan föreligger en svårighet i att ta ut ett representativt prov. Viktigt att tänka på vid själva provtagningen är att (Novator, www)

- hela innehållet skall vara åtkomligt
- samtliga delar skall ha samma chans att ingå i provet
- uttag av många små delprov bör göras
- eventuell neddelning av tagna delprover ned till en hanterlig totalvolym utförs lämpligen på plats
- provtagning skall ske slumpmässigt

Provtagningar med efterföljande kemisk analys utfördes för första gången på Ryaverket i början av 2005 och har sedan dess upprepats vid ett flertal tillfällen. Analyserna har utförts i olika syften så som exempelvis prestandaprov på pannorna, i försök att sluta olika massbalanser och att fastställa den kemiska sammansättningen av det avfall som förbränns i pannorna.

Som mått på den relativa standardavvikelsen i förhållande till respektive medelvärde användes variationskoefficienten C.V. Måttet användes både för de kemiska analyserna (Figur 19) och för leveranssammansättningarna vid plockanalysen (Figur 22). Koefficienten är ett mått på den relativa spridningen vilken ger en översiktlig bild av hur jämna i analysen jämförda värden är. C.V.-värdet erhålls enligt formlerna (1) och (2).

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x^2) - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} \quad (1)$$

Där S: Standardavvikelse för variabeln x
 x: Enskilt mätvärde
 n: Antal delprover i aktuellt stickprov

$$C.V. = 100 \frac{S}{x_m} \quad (2)$$

Där C.V.: Variationskoefficient
 S: Standardavvikelse för variabeln x
 x_m : Medelvärde av x

4.3 PLOCKANALYS

I syfte att få en uppfattning av innehållet i inkommande verksamhetsavfall till Sobacken, utfördes en så kallad plockanalys. Vid en plockanalys fraktioneras avfallet upp i sina beståndsdelar, varpå en övergripande bild av avfallens sammansättning erhålls. På grund av att få analyser på inkommande avfall, särskilt rörande verksamhetsavfall, generellt görs runt om i Sverige, var det inför utförandet svårt att finna anvisningar om förfarande samt dokumenterade resultat.

Svenska Renhållningsverksföreningen, RVF, har författat en manual för hur plockanalyser ska utföras på hushållsavfall (RVF, 2005a). Detta avfall består till största del av små fraktioner som enklast sorteras på bord försett med olika behållare för de respektive materialen. Verksamhetsavfall utgörs i huvudsak av betydligt större fragment, varför samma metod inte går att tillämpa för de båda avfallsslagen. Plockanalysen planerades därför från grunden utifrån Borås Energis behov.

På grund av att resultat gällande felsorteringsgrad etc. hos olika leverantörer ej får offentliggöras, betecknas dessa i denna rapport med bokstäverna A-E där en bokstav alltid refererar till en och samma leverantör. För underleverantörerna har beteckningen utökats till att även innehålla en siffra.

4.3.1 Planering

För att plockanalysen skulle resultera i för ändamålet relevanta och representativa resultat gjordes en noggrann planering inför utförandet. Viktiga punkter som diskuterades och övervägdes var bland annat

- I vilket syfte görs plockanalysen?
- Ska både hushålls- och verksamhetsavfall analyseras eller enbart en kategori?
- Vilka leveranser ska tas ut för analys?
- Hur tas representativa prov?
- Hur stor provmängd behöver tas ut för representativa resultat?
- Ska tagna prover delas ned? Om ja, hur ska detta gå till och hur stor provmängd ska slutligen analyseras?
- Vilka kategorier ska de tagna proven delas in i vid sortering?
- Är det intressant att analysera några parametrar kemiskt? I så fall vilka och i vilket syfte?

Den plockanalys som genomfördes inom ramen för det här examensarbetet syftade till att kartlägga det material som kommer in till Sobackens bränsleberedningsanläggning samt att utföra en ytlig kontroll av hur väl idag gällande leveransregler efterföljs. Inför utförandet av plockanalysen fanns det anledning att tro att sammansättningen under de fyra år som gått sedan utförandet av den förra analysen hade förändrats. Dels är det fullt möjligt att en förändring har skett i fråga om det avfall som dagligen uppkommer i samhället, dels kan huvudleverantörernas underleverantörer ha bytts ut under tidens gång. Oavsett bakomliggande orsak till en eventuell förändring är det viktigt att fastställa att materialet i det levererade avfallet fortfarande ligger inom tillåtna ramar. Dessutom är en övergripande kännedom om sammansättningen av stor vikt i arbetet mot att optimera det framställda bränslets kvalitet då kunskap om denna rimligen bör kunna användas för att få bort eventuellt dåliga inslag i inkommande leveranser.

Grundat på att

- 1) hushållsavfallets innehåll utgör sällan några problem i beredningsarbetet
- 2) verksamhetsavfallets sammansättning misstänktes i högre grad än hushållsavfallets ha ändrats sedan utförandet av den förra plockanalysen
- 3) flertalet felleveranser till beredningsanläggningen sker i leveranser innehållande verksamhetsavfall

fattades beslutet att, i plockanalysen, enbart undersöka verksamhetsavfall och därmed hålla hushållsavfallet utanför.

Enligt avtal är fem aktörer huvudleverantörer till Sobackens beredningsanläggning både gällande hushålls- och verksamhetsavfall. En önskan inför plockanalysens genomförande var att återskapa bränslets sammansättning utifrån aktuella leverantörer enligt Tabell 6 i Kapitel 5.2.1. På grund av logistiska skäl användes dock en annan metod vid själva analysen, se vidare Kapitel 4.3.3.

Fraktionsuppdelning

En stor del av det verksamhetsavfall som inkommer till Sobacken består av papper och plast. Dessa fraktioner orsakar sällan problem vare sig vid förbehandling eller vid förbränning gjordes valet att vid plockanalysen gruppera dessa. Övriga fraktioner som ansågs intressanta att dela upp avfallet i var:

- Farligt avfall
- Deponi – Icke brännbara material så som exempelvis sten och betong
- Metall – F/NF
- Trä
- Papper, plast
- Elektronik¹
- Textil
- Glas
- Ej leveransgillt enligt ställda leveransregler (kan även ingå i övriga kategorier)

Personal och utrustning

Inför plockanalysen avsattes nödvändig utrustning samt ett avgränsat område på Sobacken där sorteringsarbetet kunde utföras. Användbar utrustning kan, liksom tillvägagångssätt, skilja

¹ Elektronik tillhör kategorin Farligt avfall men ansågs här intressant att hålla separat, då elektronik i form av exempelvis sladdar är vanligt förekommande i leveranser av verksamhetsavfall.

från plockanalys till plockanalys (RVF, 2005a). I detta fall ansågs en lastare med gripklo vara av stor vikt då en del av det inkommande materialet vanligen är av otymplig storlek. Gripklon avsågs vidare att användas till att föra samman handplockade fraktionshögar till större samlingshögar.

Övrig praktisk utrustning bedömdes vara krattor för att göra den handgripliga förflyttningen av avfallet lättare samt knivar för att möjliggöra uppsprättning av säckar och påsar. För att underlätta dokumentationssteget utformades formulär med de aktuella fraktionsuppdelningarna samt utrymme för leveransfakta, se Bilaga 2.

Den hjullastare som på beredningsanläggningen används vid pålassning på hammarkvarnens matarband är utrustad med vågsensorer i skopan. Denna betraktades som lämplig att använda vid den slutgiltiga invägningen av de respektive fraktionerna, särskilt då maskinen snabbt och effektivt kan ta upp mycket material direkt från marken.

Vid utförandet är det också viktigt att plockarna bär nödvändig skyddsutrustning. Förutom skor med stålhätta och tåliga sulor, krävdes rejäla handskar som skydd. Om plockanalysen skulle ha omfattat även hushållsavfall, hade diverse vaccinationer varit nödvändiga på grund av smittorisk från exempelvis biologiskt nedbrytbart material och eventuella kanyler. Eftersom fraktionen här bortsågs från, vidtogs inga sådana förebyggande åtgärder inför analystillfället.

4.3.2 Provtagning

I och med att avfall är av extremt heterogen karaktär är det svårt att ta prover som återspeglar den övergripande sammansättningen som råder. Förutom en stor variation i material försvåras provtagningen av just verksamhetsavfall av en kraftigt varierad styckestorlek inom leveranserna. Flera inslag är så pass stora att de lämpligen flyttas med gripklo, varvid små fragment riskerar att inte komma med. Resultatet blir då icke representativt för den totala sammansättningen.

Två tillvägagångssätt ansågs vid denna analys utgöra möjliga alternativ vid provtagningen:

- 1) Att ta stickprov i form av skopor från flera leveranser (liten volym, stort antal)
- 2) Att plocka igenom hela containrar från ett mindre antal leveranser (stor volym, litet antal)

Baserat på att det är svårt att veta var i leveransen det mest representativa provet tas samt hur detta ska utföras, valdes det senare alternativet.

4.3.3 Utförande

Urval av leveranser gjordes främst av den anläggningsarbetare som skickade över lass från beredningen till analysområdet. Chauffören av inkommande transport tillfrågades om leveransens innehåll innan vidare direktiv gavs. Förutom hushållsavfall sållades leveranser innehållande förkrossat material bort då detta är svårt att dela upp i inslagens respektive fraktioner och inte heller vållar problem i beredningsarbetet.

Lass för analys tippades på angiven plats medan övriga leveranser lossades till beredningsanläggningen enligt vanligt förfarande. Från varje intaget fordon tippades endast en container för analys oavsett om fordonet i fråga var lastat med flera.

Den andelsbaserade urvalsmetoden visade sig under första analysdagen svår att följa på grund av att det inte gick att förutse när en viss leverantör skulle inkomma. Istället togs leveranser in för analys enligt löpande-band-principen varefter ett till två lass hela tiden låg på lager. Detta

innebar att plockarna aldrig riskerade att stå utan material att sortera varvid dödtid i väntan på inkommande leveranser effektivt undveks.

Den arbetare som valde ut leveranser för analys ansvarade även för att dokumentera de lass som behandlades. Information om detta är viktig för att i ett senare skede kunna följa upp de resultat som plockanalysen inbringat.

Tiden som avsattes för plockanalysen var fyra heldagar, d.v.s. 32 timmar. Under denna tid sorterades drygt 70 ton verksamhetsavfall, vilket motsvarar cirka 4 % av den totala dagliga leveransen; en mängd som bedömdes vara tillräcklig för att utgöra ett representativt urval.

Första dagen ägnades åt att få en överblick av hur plockanalysen skulle utföras samt av förväntat utfall. Allt arbete utfördes av en plockare plus en kloförare; uppställning enligt Figur 6. Att material av stor storlek plockades direkt med gripklon i detta skede resulterade i en något ofullständig sortering. En ungefärlig uppskattning av sammansättningen erhöles dock, liksom en viktig insikt i hur arbetet skulle planeras inför kommande dagar. En extra kategori lades exempelvis till i dokumentationsformuläret då stora mängder icke leveransgillt blött hushållsavfall (matrester och dylikt) påträffades.



Figur 6. Uppställning för plockanalys på Sobacken feb 2006. Foto: Anna Olofsson

Påföljande dagar utfördes plockarbetet av i genomsnitt sex plockare samt en kloförare. Sorteringsgraden blev här bättre då kloföraren kunde koncentrera sig enbart på att samla ihop de högar som under arbetets gång byggdes upp av handsorterat material. Mest effektivt blev arbetet med ett maxantal av fyra plockare per hög vilket gjorde att arbetet kunde fortlöpa vid två högar parallellt. Påsar och säckar skars under arbetets gång upp för att säkerställa innehållet. Ingående sortering gjordes ej av detta utan hela innehållet klassificerades enligt huvudbeståndsdel.

Då lasset ansågs färdigsorterat vägdes de respektive högarna i hjullastarens skopa, varpå aktuella vikter noterades innan materialet transporterades vidare för beredning.

4.3.4 Plockanalyser för jämförelse

Eftersökningar har visat att rapporter rörande hushållsavfall är betydligt vanligare än för verksamhetsavfall. Sammanställningar användbara för jämförelse och analys har därför varit svåra att finna. De två dokument som har använts i syftet är rapporter från plockanalyser vid Sobackens beredningsanläggning 2001 samt vid Lidköpings Värmeverk 2003. Trots att analysmetoden vid de olika tillfällena inte var densamma, ansågs övergripande slutsatser kunna dras vid jämförelser av de tre.

Borås

I den plockanalys som utfördes på Sobacken 2001 ingick både hushålls- och verksamhetsavfall, där den sistnämnda kategorin vidare var uppdelad i plattsorterat (osorterat avfall som, mot betalning, sorterades på anläggningen) respektive industrisorterat avfall (sorterat vid uppkomstkälla) (Borås Energi AB, 2003). De leveranser som analyserades i februari 2006 motsvaras av det så kallade industrisorterade avfallet, varför vidare jämförelse enbart inkluderar denna kategori.

Knappt 30 ton avfall från aktuell kategori sorterades i grupper som efter omgrupperingar kom att överensstämma med gällande kategorier för årets plockanalys. AnneCharlotte Bauer,

ansvarig för plockanalysen 2001, tillhandahöll nödvändig information för att även de omgrupperade kategorierna skulle komma att återspegla erhållet resultat.

Jämförelse mellan de båda Borås-tillfällena är intressant då frågan om en eventuell förändring i inkommande verksamhetsavfall kan besvaras. Resultatet indikerar inom vilka kategorier eventuella förbättringar respektive försämringar har skett samt ger även en inblick i allmänna förändringar i avfallets sammansättning.

Lidköping

I december 2003 utförde Lidköpings Värmeverk en plockanalys på hushållsavfall som även kom att inkludera en mindre analys av verksamhetsavfall (Mattsson Petersen et al., 2003). Knappa 3,5 ton avfall fraktionerades upp i kategorierna Biologiskt brännbart, Fossilt brännbart, Icke brännbart respektive Farligt avfall. I samråd med Bengt-Olof Andersson från Lidköpings Värmeverk omgrupperades dessa för att överensstämma med aktuella kategorier från Borås Energi:s plockanalys 2006.

Viktigt att notera är att de vidare uppdelningarna endast gav approximativa värden för de respektive kategorierna varför bilden kanske inte överensstämmer med då rådande situation till 100 procent. Uppdelningen anses dock tillräckligt korrekt för att användas vidare i en övergripande jämförelse.

Resultaten från Borås 2006 och Lidköping jämfördes i syfte att undersöka skillnader i sammansättning mellan två olika beredningsanläggningar med skilda leverantörer och leveransvillkor.

5 AVFALLSHANTERINGSSYSTEMET I BORÅS

För att implementera avfallshierarkin (se Kapitel 3.1) tillämpas idag ett sorteringsystem som till stor del bygger på den enskilde individens ansvarstagande. I renhållningsordningen § 4 återfinns en sammanfattande punkt för detta:

Alla (enskilda, hushåll, företag m.fl.) har ansvar för att hantera sitt avfall så att risk för skada eller olägenhet för människors hälsa och miljön inte uppkommer och så att återvinning och miljösäker behandling underlättas.

Avfallet ska sorteras direkt på plats där det uppkommer och uppdelningen sker i kategorierna (se Bilaga 3 (Renhållningsverket Borås, 2003) för hela den kompletta versionen)

- Farligt avfall
- Elektronik
- Komposterbart
- Glas, färgat och ofärgat
- Metallföremål
- Metallförpackningar
- Papper
- Wellpapp
- Pappersförpackningar
- Plastförpackningar
- Övrigt brännbart

I Borås kommun sorteras sedan 1986 det biologiskt nedbrytbara materialet (komposterbart) i svarta soppåsar medan övrigt brännbart avfall läggs i vita. Enligt Anders Assarsson på Renhållningsverket är 90 % av hushållen delaktiga i sorteringsarbetet medan 10 % nöjer sig med att använda en påse för samtliga avfallskategorier. Uppskattningsvis 40 % sorterar näst

intill perfekt medan resterande inte riktigt når upp till önskad noggrannhet. För att få med alla i arbetet krävs en ökad förståelse och kunskap hos gemene man och det är även av största vikt att utforma sorteringsystemet på ett sätt som gör arbetet enkelt att utföra.

Under året 2006 kommer hårdare krav att börja ställas på samtliga av Borås hushåll med egen soptunna. Varje soptunna ska få en egen märkning för att möjliggöra noteringar om hinder eller eventuella anmärkningar vid tömning direkt på plats (Borås Tidning, 2006). Vid upphämtning ska innehållet i kärlen även kontrolleras okulärt av sopåkaren. Om sorteringen inte anses tillräcklig utfärdas en varning och vid upprepad misskötsel kommer tunnan inte att tömmas under den ordinarie turen. Istället kommer innehavaren då att få stå för en extra utgift för en separat upphämtning av kärlet i fråga.

En svårighet som Gatukontoret, ansvariga för upphämtning av hushållsavfall i regionen, har att ta ställning till, är vilka felsorteringar som ska klassas som så pass grova att de ska leda till en varning. Exempelvis hårdplast och papper leder till diskussion då materialen är möjliga att återvinna men samtidigt inte medför några problem i vare sig berednings- eller förbränningsprocessen. Materialen utgör för Gatukontoret en inkomst vid återvinning då de får betalt för material som återvinns och en utgift vid förbränning då de tvingas betala för att bli av med sina avfallsfraktioner till exempelvis Borås Energi för förbränning alternativt till den egenägda rötningsanläggningen.

För att allmänheten ska sortera rätt krävs klara besked om vilka fraktioner som ska sorteras var. Vid oklarheter ställs sorteraren själv inför ett beslutsfattande, vilket kan vara svårt vid bristfällig kunskap på avfallsområdet.

5.1 AVFALLSANLÄGGNINGEN SOBACKEN

Sobackens avfallsanläggning ligger invid riksväg 41 mellan Borås och Viskafors (Gatukontoret Borås, www, 2005c). Här har Borås Gatukontor, vilket inkluderar renhållningsverket, sitt högkvarter. Verksamheter som bedrivs på anläggningen utanför själva kontorsbyggnaden är exempelvis

- Vägning och registrering av inkommande respektive utgående leveransfordon
- Optisk sortering av inkommande soppåsar
- Biogasframställning genom rötning
- Beredning och lagring av avfallsbränsle till pannan
- Kompostering
- Mellanlagring av förpackningar av glas, plast och metall
- Tillsvidarelagring av farligt avfall

Avfallsanläggningen tar årligen emot ca 200 000 ton avfall från ett flertal leverantörer. 2005 behandlades detta material enligt Tabell 3.

Tabell 3. På Sobacken mottaget avfall samt respektive behandlingsmetods andel för 2005 (Schön, 2006)

Behandlingsmetod	Hushåll		Verksamhet		Total	
	[ton]	[%]	[ton]	[%]	[ton]	[%]
Förbränning	39561	60,1	69077	64,8	108638	63,0
Biologisk behandling (rötning och kompostering)	25087	38,1	13703	12,9	38790	22,5
Deponi	445	0,7	19037	17,8	19482	11,3
Återvinning	714	1,1	4856	4,5	5570	3,2
Total	65807	100	106673	100	172480	100

5.1.1 Optisk sortering

Både de svarta påsarna innehållande biologiskt nedbrytbart material och de vita innehållande övriga brännbara fraktioner kastas av hushållen i en och samma behållare för att sedan skiljas åt optiskt på avfallsanläggningen, se Figur 7. De vita påsarna slås av bandet och förs vidare till förbränning, medan de svarta påsarna tillsammans med löst material går till rötning.

Den optiska utskiljningen fungerar dessvärre inte helt perfekt varför svarta påsar ibland slinker med till förbränningsprocessen och vita till rötning. De svarta utgör inget direkt problem för förbränningen och behandlas därför tillsammans med övrigt brännbart avfall. Innehållet i de vita påsarna tillåts däremot inte passera hela vägen till röttkammaren; främst på grund av att metaller och dylika material inte är pumpbara och därmed riskerar att ställa till med problem vid in- och utmatning. En annan anledning är att materialen i fråga inte bryts ner i den i tanken rådande syrefria miljön och därigenom även skulle kunna bidra till problem i själva röttningsprocessen.



Figur 7. Optisk sortering, Sobackens beredningsanläggning (Gatukontoret Borås, www, 2005b).

5.1.2 Rötning

Redan år 1995 invigdes den första rötgasanläggningen på Sobacken. Processen var här uppdelad i två steg; en hydrolys där lättlösta tillsammans med organiska ämnen gick i lösning samt en organisering där organiskt material bildade metan (Gatukontoret Borås, www, 2005a). Problemen var dock många varför en ny anläggning med en annan processteknik installerades och togs i bruk 2005. De ovan beskrivna processerna sker här simultant i en och samma kammare. Vid övergången från en tvåstegs- till en enstegsprocess har verkningsgraden gått ner en aning men i utbyte inträffar nu färre tekniska problem än tidigare.

Dagens biogasanläggning har en kapacitet på 30 000 ton avfall per år, men i dagsläget nyttjas endast halva prestandan (Assarsson, pers). Biogas är ett samlingsnamn för en gassammansättning bestående av 60-70 % ren metangas (CH_4), 30-40 % koldioxid (CO_2) och små mängder av diverse andra gaser så som exempelvis svavelväte (DeponiGasTeknik, www). För att gasen ska kunna användas som drivmedel måste metanhalten ökas till 99 %, vilket bland annat innebär att koldioxiden måste avlägsnas (Renhållningsverket, 2005).

Leveranser av biologiskt nedbrytbart material måste enligt idag gällande tillstånd i praktiken gå direkt in till anläggningen utan uppehållstid. Länsstyrelsen tillåter ingen som helst öppen lagring, främst på grund av risk för uppkomst av dålig lukt. Ett alternativ för att komma runt problemet med ej tillåten korttidslagring vore att uppföra en separat lokal för ändamålet. För godkännande från länsstyrelsen krävs dock ett avancerat ventilationssystem där luften får renas genom ett biofilter innan den släpps ut.

Leverantörer av avfall till rötning

Till Sobackens biologiska avfallshantering levereras i dagsläget bland annat rester från fiskeindustri, slakteri, kycklinguppfödning, tillverkare av hund- och kattmat, minkfarmar, livsmedelsindustri samt från kommunens sorterade biologiska hushållsavfall. Därutöver tas även en hel del material emot från Norge där kapaciteten är otillräcklig för att behandla de genererade mängderna.

De avtal som tecknas är vanligen relativt korta då varken leverantörer eller Renhållningsverket är intresserade av långtidskontrakt. Från leverantörens sida beror detta på att marknaden just nu svänger kraftigt, vilket teoretiskt sett skulle kunna innebära en ekonomisk förlust vid förbindelse att leverera en bestämd mängd avfall till ett visst ställe för ett bestämt pris. Från anläggningens sida beror det bristande intresset för långa avtal främst på ovissheten om leverantören i fråga kommer att kunna leva upp till fastställt avtal under en långtgående period. I avtalen förbinder sig leverantörerna att leverera en bestämd årsvolym, vilken månatligen tillåts variera lite både upp och ner inom relativt snäva gränser. Härigenom blir de övergripande säsongsvariationerna små, men i den andel som utgörs av hushållsavfall kan vissa variationer i sammansättning skönjas.

Priset på leveranserna varierar kraftigt beroende på tillgång och efterfrågan. För rötning spanner intervallet från 0-900 kr/ton beroende på anläggningens behov (Assarsson, pers). De riktigt låga priserna kan endast bli aktuella om den ekonomiska vinsten kan plockas ut någon annanstans i kedjan. Ett exempel är biogasframställning där det kan vara lönsamt att ta emot avfall i stort sett gratis för att sedan få ut pengar för den färdigproducerade gasen.

Förbehandling

Efter att hushållsavfallet har gått igenom den optiska sorteringen förs det tillsammans med lösa materialinslag vidare till en påsöppningsanordning. Påsarna rivs här sönder och plasten siktas bort i den efterföljande trumsikten. Plasten sammanförs med det material som ska vidare till förbränning, magnetiskt material avskiljs med hjälp av en magnet och det biologiska materialet transporteras in i en kvarn där malning och vätskebehandling äger rum. Då fraktionen är tillräckligt finfördelad sker den sista bortgallringen av icke önskvärda inslag inför den biologiska behandlingen. Kvarvarande plast lägger sig på ytan tillsammans med andra fina partiklar och kan enkelt avlägsnas. Även tunga partiklar som sedimenterar till en bottenfyll tas bort innan fraktionen tillåts in i röt-kammaren.

Avsättning för producerad biogas

För den producerade gasen finns det idag en bra marknad då efterfrågan är stor. I och med detta trissas lönsamheten i rötning-alternativet som avfallshanteringsmetod upp varvid fler blir intresserade av att slå sig in på marknaden. Den stora efterfrågan på bränslet inom fordonssektorn beror till stor del på att biogasdrivna fordon är undantagna från all form av bränsleskatt t.o.m. 2006, med en möjlig förlängning på ytterligare sex år (Miljöbilar, www). Dessa fordon behöver heller inte betala trängselavgifter i Stockholms innerstad.

Avsättning för biprodukten rötrest

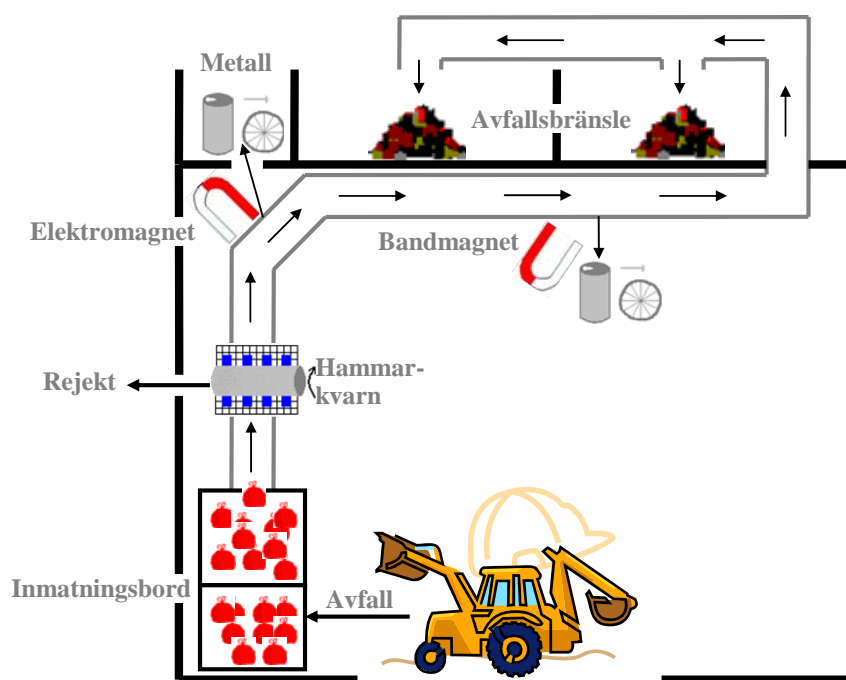
Ett problem med den biologiska hanteringen i Borås är den lokala marknadens låga efterfrågan på den grova kompost som erhålls i efter kompostering av rötresten. Trots att en viss mängd säljs till speciella uppköpare (entreprenörer, till anläggningar) och till privatpersoner återstår en stor del kompostjord som måste lagras i väntan på försäljning. Samtidigt som den lagrade mängden hela tiden ökar minskar kontinuerligt jordens kvalitet. Jordbrukare är främst intresserade av näringsrika gödseljordar för sina åkrar varför kompost innehållande rötrest inte är aktuell för dessa annars potentiella storkonsumenter. Prioritet läggs nu på att försöka anpassa och förädla kompostjorden för detta ändamål.

5.1.3 Beredning av pannbränsle

Efter att de svarta och vita påsarna har skiljts åt i den optiska sorteringen blandas de vita påsarna ämnade för förbränning med industriavfall i förhållande 30:70. Kvoten är satt med hänsyn till att hushållsavfall ej är tillåtet att långtidslagra på samma sätt som industriavfall. Det förstnämnda måste fraktas vidare för förbränning näst intill direkt efter beredning, medan verksamhetsavfall kan läggas på hög för senare bruk. Under sommaren resulterar detta i att ett

lager bestående av berett verksamhetsavfall byggs upp, medan energiförsörjningen upprätthålls med hjälp av förbränning av näst intill enbart hushållssopor. (Läs mer om anledningen till denna uppdelning i Kapitel 5.1.4.) Följaktligen varierar kvoten mellan hushålls- och verksamhetsavfall något över året, men generellt sägs den gälla oberoende av årstid.

Blandningen av hushålls- och verksamhetsavfall sker manuellt av den drifttekniker som med hjälp av en hjullastare lastar avfall på det transportband som leder vidare till hammarkvarnen. Innan avfallet når fram till kvarnen finns möjlighet att med hjälp av en gripklo manuellt plocka bort föremål som av olika anledning inte är lämpliga att köra igenom beredningsmaskineriet, alternativt att göra en viss förbehandling av avfallsinslag med hjälp av samma klo. Uppställningen på Sobackens beredningsanläggning illustreras i Figur 8.



Figur 8. Illustration av Sobackens beredningsanläggning enligt dagens uppställning (Ulveström, 2006)

Väl inne i hammarkvarnen behandlas avfallet till färdigt pannbränsle. På grund av att vissa avfallstyper kräver längre behandlingstid än andra kan inte inmatningen ske kontinuerligt. Processen styrs per automatik genom att effekten inne i kvarnen mäts. Vid allt för hög effekt (> 930 kW i 3 sek.) stannar matarbandet och först då effekten i kvarnen har sjunkit återstartas inmatningen. Om effektökningen beror på ett inslag som av en eller annan anledning inte kan behandlas av hammarkvarnen riskerar effekten att fortsätta stiga trots avslutad inmatning. Vid en effekt på 1030 kW under 7 sekunder öppnas av säkerhetsskäl en rejektlucka för att avlägsna det objekt som på grund av sin storlek alternativt sitt beståndsmaterial inte slås sönder under rimlig tid (Sandblom, pers). Ett sådant stopp påverkar kapaciteten på anläggningen då hammarkvarnen tvingas stå stilla under den tid problemobjektet förs bort. I bästa fall kan detta göras per automatik och tar då endast några minuter, men objektet kan behöva tas bort manuellt, vilket kan ta betydligt längre tid. Av denna anledning är det önskvärt att avlägsna problematiska inslag redan på lastbandet, varför det hos driftteknikerna krävs stor kunskap om vad beredningsanläggningen klarar av.

I botten på krossanordningen sitter ett roster (galler) vars storlek kan varieras beroende på avfallstyp. Viktiga aspekter att ta hänsyn till vid val av rosterstorlek är att för stora bränsleinslag i pannan ger en ökad CO-halt vid förbränning, medan för små ger minskad kapacitet då

förbehandlingen blir tidskrävande (Johnsson, pers). Alltså måste en avvägning mellan dessa göras då beslutet angående storlek fattas. Ofta kan det vara lönsamt att variera roster mellan årstider. Under vinterhalvåret råder stor energiåtgång varför beredningsanläggningens kapacitet måste utnyttjas till max för att klara av att förse Ryaverket med tillräcklig mängd bränsle. Sommartid lönar det sig istället att dra ner kapaciteten för att få en finare fraktionsstorlek som brinner bättre och mer kontrollerat i pannan. De respektive storlekarna som används vid Ryaverket är 120*120 mm (sommar) och 152*160 mm (vinter).

Då avfallet har slagits ner till lämplig storlek faller det genom rostret till en behållare med överbandsmagnet där en stor del av det magnetiska materialet avlägsnas. Härifrån går fraktionen vidare till ett transportband och passerar ytterligare en magnetavskiljare innan det slutligen hamnar i förvaringen för färdigt bränsle i väntan på att fraktas vidare till Ryaverket.

Ett problem som ofta uppstår i bränsleberedningen är att avfallsmaterial, främst innehållande papper och/eller plast, dammar. För att komma till rätta med detta kan vattenbegjutning användas. Dock måste viss försiktighet vidtas så att inte för mycket vatten tillförs då en allt för blöt fraktion inte utgör ett bra bränsle och kan resultera i ofullständig förbränning. Tack vare inblandningen av hushållsavfall med en relativt hög fukthalt håller på Sobacken producerat avfallsbränsle en fukthalt på 30-35 % även utan vattenbegjutning.

5.1.4 Lagring av avfall

Inför varje årsskifte ansöker Borås Energi om tillstånd att ta in och lagra avfall på Sobackens beredningsanläggning. Vilka tillstånd som ansöks från Miljödomstolen/Länsstyrelsen beror huvudsakligen på den rådande situationen i fråga om bränsletillgång och dylikt. Fattat beslut gäller under påföljande år och rådande siffror för 2006 återfinns i Tabell 4.

Tabell 4. Tillstånd för 2006 gällande avfallshantering på Sobackens beredningsanläggning (Peters, pers)

Tillstånd [ton]	Ändamål
135 000	Leverans till Sobackens beredningsanläggning, ämnat för förbränning
1 000	Lagring av oberett verksamhetsavfall på Sobacken (två veckor)
200	Korttidslagring av oberett hushållsavfall (tre dygn)
200	Korttidslagring av berett hushållsavfall (tre dygn)
15 000	Långtidslagring av berett verksamhetsavfall på Sobacken (10 000 balat, 5 000 i stack; Höjd \leq 4 med brandgator)
100 000	Förbränning i pannorna på Ryaverket

Enligt fattat beslut är enbart verksamhetsavfall tillåtet att långtidslagra. Anledningen till att hushållsavfallet ej är lagringsskilt är främst hygienrelaterad då avfallet i fråga drar till sig råttor och andra skadedjur och kan även bidra till dålig lukt. En annan orsak är den ökade brandrisken som biologiskt nedbrytbara material medför vid lagring. Vid hög fukthalt råder ofta en hög mikrobiologisk aktivitet vilken resulterar i en icke önskvärd metangasproduktion samt generering av värme. Utvecklingen av värme kan sedan få förödande konsekvenser om den leder till självantändning i de lagrade stackarna.

På grund av att stora högar ökar risken för syrefria miljöer samt för att metangas ansamlas är det lämpligt att lagra bränslet i limpor eller strängar. Ytterligare en åtgärd som kan göras i förebyggande syfte är att vända och/eller skyffla om avfallet med lämpligt intervall (Blom et al., 2004).

Även berett avfall med en för låg fukthalt medför brandrisk vid hantering och lagring. Detta beror på att damningsproblem kan uppkomma och så kallade dammexplosioner inträffa. Torra

material fattar lätt eld varför det kan räcka med en liten gnista för att branden ska vara ett faktum.

5.2 FÖRBRÄNNING I BORÅS

I dagsläget produceras mer avfallsbränsle än vad som förbränns i Boråsregionen. Anders Johnsson på Borås Energi tror på ett fortsatt avfallsöverskott i åtminstone tre år framöver. Först därefter kan det bli aktuellt att använda det hittills upplagrade avfallet för förbränning. Tabell 5 visar relationen mellan producerat avfall och förbränningskapacitet i Boråsområdet med omnejd.

Tabell 5. Relation mellan uppkommet avfall och förbränningskapacitet i Boråsområdet, inräknat en områdesradie på 100 km (Peters, pers). Siffror inom parentes anger felskattning.

Årtal	Uppkommet avfall [ton]	Förbränningskapacitet [ton]	Bränsletillgång i förhållande till förbränningskapacitet
2004	778 000 (+920)	530 000 (+109)	+
2009	870 000 (+1027)	964 000 (+148)	-

5.2.1 Ryaverket

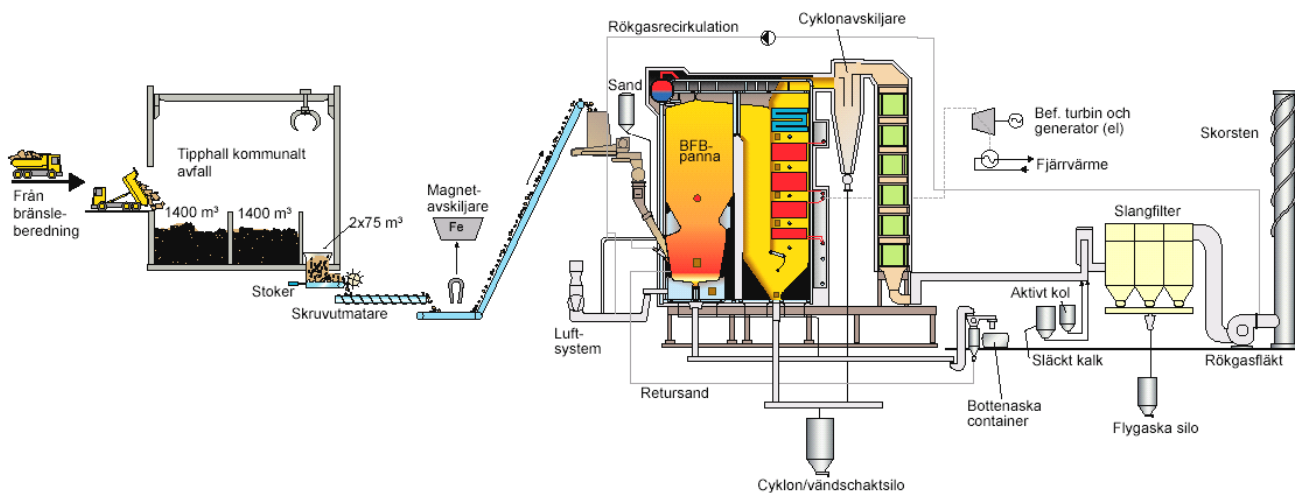
Avfallsförbränningsanläggningen i Borås stod klart för kommersiell drift i maj 2005. Anläggningen, illustrerad i Figur 9, består idag av två fluidbäddspannor (ÅP1 och ÅP2) från Kvaerner Power, på vardera 20 MW. Förbränning i en fluidiserande bädd sker i ett inert material bestående av små partiklar av sand och/eller aska, eventuellt med tillsats av kalk för att binda upp svavel och klor (RVF, 2001). Det inerta materialet bildar initialt en sandbädd på eldstadsbotten men när förbränningsluften passerar ökas avstånden mellan partiklarna på grund av friktion varpå bäddens volym ökar. Bädde har fått sitt namn genom att gas/partikelblandningen vid införande av luft får egenskaper som liknar en fluids.

På grund av den ackumulerade värmen i bädde kan förbränningstemperaturen hållas tämligen konstant vid ca 850 °C. Denna i förbränningssammanhang relativt låga temperaturen resulterar i en näst intill obefintlig uppkomst av termisk NO_x då föreningen kräver en bildningstemperatur på över 1200 °C.

FB-tekniken kräver ett stort förbehandlingsarbete innan bränslet förs in i pannan. (Läs mer om beredningsarbetet i 5.1.3.) Det större förarbetet resulterar dock i att mängden restprodukt blir förhållandevis lågt. Slaggen utgör i Ryaverkets pannor ca 6-7 % av införd avfallsvikt (Johnsson, pers).

Pannorna är ämnade för en förbränning av högst 100 000 ton avfallsbaserade bränslen per år där den genomsnittliga bränsemixen består av 30 % hushålls- och 70 % verksamhetsavfall. De fraktioner som får behandlas vid anläggningen är klassificerade till de EWC-koder som finns listade i Bilaga 4. Vidare är pannorna i forskningssyfte specialutrustade med totalt över 150 stycken mätportar strategiskt placerade längs med hela processen från bränsleinmatning till ask- och rökgasuttag. Konstruktionen möjliggör utförande av diverse mätningar och provtagningar, vilket ger unika möjligheter till fullskaleförsök på en kommersiell avfallsförbränningsanläggning.

I eldstaden tillämpas den så kallade ACZTM-tekniken (Advanced Combustion Zone). Genom att förbränningsluft och recirkulerande rökgas tillförs asymmetriskt och på flera nivåer ovanför bädde samt att pannorna är utrustade med en återstrykning av eldstadens tvärsnittsarea får bränslet en ökad uppehållstid i eldstaden. Tekniken ger upphov till en god omblandning, jämn förbränning och låg CO-halt (Petänen, 2005).



Figur 9. Schematisk bild över Borås Energis FoU-anpassade 2*20 MW ACZ™ avfallsförbränningspanna (Johansson et al., 2006)

Bränslet till förbränningen hämtas från två matarfickor vilka, med hjälp av en gripklo, fylls med avfall från Ryaverkets två lagringsfickor om vardera 1 400 m³. Dessa i sin tur fylls måndag till fredag genom leveranser av berett avfall från Sobackens avfallsanläggning. 14 lass på i genomsnitt 37 ton vardera fraktas dagligen mellan Sobacken och Ryaverket för att hålla fickorna fulla (Johnsson, pers). I lagringsfickorna genomgår avfallet en ombländning med hjälp av gripklon varvid avfallet homogeniseras ytterligare innan det tillförs pannan.

Det är viktigt att bränslefraktionerna är väl blandade samt av jämn och lämplig storlek när de når förbränningspannan. För att få ut maximal effekt av förbränningen är det också av stor vikt att bränslets kvalitet hålls förhållandevis jämn över tiden. En annan viktig aspekt att ta hänsyn till är att ett homogent bränsle inte bara ger en stabil förbränning utan även låga emissioner (Blom et al., 2004).

Från matarfickorna transporteras bränslet med hjälp av en stoker, via en skruvmatare, till det transportband som leder fram till den doserande panninmatningen. Innan transportbandet når fram till inmatningen avlägsnas metallföremål från bränslet med hjälp av en magnetavskiljare.

Förbränningsprocessen ger upphov till fyra olika sorters askbildning; botten-, cyklon-, vändschafts- och filteraska. Det material som tappas från eldstadens botten innehåller förutom aska även slaggprodukter så som glas, metall och bäddmaterial. Sammansättningen siktar varpå den sand vars partikelstorlek motsvarar ställda krav på egenskaper avskiljs och återförs till bädden. Återstoden transporteras vidare till en container för mellanlagring innan den skickas vidare för metallåtervinning och deponi (Johnsson, pers).

Rökgaserna från förbränningen i eldstaden förs in i ett vändschaft där de kyls av tre vertikalt placerade värmväxlande plattor. I botten på denna anordning avskiljs en del av gasfasens askinnehåll innan rökgaserna fortsätter vidare genom konvektionsstråket till cyclonen där cyclonaskan avskiljs. Fraktionen sammanförs med vändschaftsaskan och containerlagras, liksom bottenaskan, i väntan på vidarefrakt till metallåtervinning och deponi (Källander, 2005).

Därefter leds rökgasen genom ett så kallat rökgasfilter innan den slutligen släpps ut. I rökgasfiltret fastnar förutom återstående partiklar i gasfasen även kemikalier, kalk och kol som har tillsatts för att neutralisera och binda försurande och toxiska ämnen i rökgasreningssprocessen.

Även denna så kallade flygaska lagras i containrar, men på grund av sitt innehåll klassas den som farligt avfall och går direkt till deponi.

Leverantörer av avfall för förbränning

Redan innan pannorna vid Ryaverket stod klara tecknades avtal med leverantörer som skulle komma att förse anläggningen med avfall lämpligt för bränsleanvändning. I Tabell 6 listas dagens leverantörer och deras respektive gällande avtal för leveransmängder.

Tabell 6. *Leverantörer av verksamhets- och hushållsavfall till Sobacken. Avtalad leveransmängd och den procentuella andelen av total leverans visas för respektive leverantör (Johnsson, 2005).*

Leverantör	Verksamhetsavfall		Hushållsavfall	
	[ton/år]		[ton/år]	
A	35 000	(48 %)	---	
B	14 000	(19 %)	17 000	(63 %)
C	10 400	(14 %)	---	
D	8 000	(11 %)	10 000	(37 %)
E	6 000	(8 %)	---	
Totalt	73 400	(100 %)	27 000	(100 %)

Bränsleegenskaper

Bränslekvalitet kan variera kraftigt beroende på flera faktorer. Dessa kan vara av opåverkbar alternativt påverkbar karaktär (se Tabell 7) och bestämmer till stor del hur effektiv förbränningen blir.

Tabell 7. *Faktorer som påverkar bränslets effektivitet (Novator, www)*

Opåverkbara faktorer	Påverkbara faktorer
Torr-/Rådensitet	Effektivt värmevärde
Kemisk sammansättning	Fukthalt
Kalimetriskt värmevärde	Andel finfraktion
Naturlig askhalt	Fraktionsstorlek
	Fastmassevolym
	Föroreningar

Ett bränsles effektiva värmevärde varierar med energiinnehållet i ingående material och sammansättningens fukthalt. Obehandlat hushållsavfall har ett typiskt värde på 11 MJ/kg, vilket kan jämföras med dryga 30 MJ/kg för olja, gummi och vissa plaster (Blom et al., 2004). Relationen visar att de sistnämnda har ett tre gånger så högt energiinnehåll som hushållsavfall, men visar även att avfallet är en betydande energikälla som bör tas tillvara för att inte slösa med befintliga resurser. Vidare har biobränslen, vilka också i viss mån härstammar från avfall, ett något högre effektivt värmevärde än hushållsavfall och landar på mellan 13-15 MJ/kg.

6 RESULTAT OCH DISKUSSION

6.1 RÖTNING

6.1.1 Problemfraktioner

Inslag som orsakar problem i den biologiska beredningen utgörs främst av icke-nedbrytbara produkter (Assarsson, pers). Förutom felsorterade material innefattar kategorin exempelvis ben av olika slag samt apelsinskal, vilka visserligen bryts ned, men inte inom uppehållstiden i den biologiska behandlingsprocessen. Skalen utgör ett särskilt problem i Borås då Brämhults juice dagligen levererar stora kvantiteter av substansen.

Ben ska avlägsnas redan innan leverans till Sobacken och apelsinskal bör istället blandas in i foder till kor (Assarsson, pers). Förutom faktumet att apelsinskal inte bryts ner i det slutgiltiga komposteringssteget utgör de ett arbetsmiljöproblem då de innehåller höga koncentrationer eteriska oljor. Eftersom oljorna har ett stort ekonomiskt värde på marknaden torde utvinning av dessa vara ett betydligt mer ekonomiskt alternativ för slutbehandling av skalen. I dagsläget är detta dock inte praktiskt genomförbart och forskningen på området är näst intill obefintlig.

Utöver ovan nämnda fraktioner finns även probleminslag som är möjliga att hantera med kunskap om vilka, ofta enkla, åtgärder som bör vidtas. Genom att exempelvis fördela ut inkommande fraktioner som är kända för att orsaka driftstörningar, kan många problem undvikas. Exempel på detta är

- **Hög fetthalt**
Framförallt juletid ökar fettinslaget i hushållsavfallet vilket kan leda till problem med skumning
- **Hög koncentration av slakteriavfall**
För hög koncentration av slakteriavfall kan resultera i förhöjda kvävehalter vilket stör processen

Även förpackade livsmedel kan ställa till problem eftersom förpackningarna måste avlägsnas innan det biologiska avfallet kan tillföras röt-kammaren. Ytterligare ett exempel på problem-fraktion är avfallsmaterial som varken är pumpbara eller fasta. Den stora utmaningen här är transporten från uppkomstkälla till behandlingsanläggning.

6.1.2 Leveranskontroll

Flera av leverantörerna till Sobackens biologiska behandling betalar för att få sitt avfall hämtat på plats. I dessa fall sker kontroll av leveranserna vid upphämtningen. En annan möjlighet till kontroll är att övervaka tippning vid själva anläggningen.

Då avvikelser från tecknat avtal uppmärksammas bokförs dessa och leverantören meddelas. En varning utfärdas och fortsatta överträdelser kan resultera i bötfällning alternativt indragna avtal. Återsändning av leveranser är ovanliga då en stor andel av inkommande biologiskt avfall är i flytande form och därmed svår att återföra till leveransfordonet.

För hushåll gäller vid bristfällig sortering två varningar innan debitering sätts in. Avfallet kommer då inte att hämtas upp förrän sorteringen förbättrats och straffavgiften för upphämtning i efterhand ligger idag på 300 kronor per gång (Assarsson, pers). I flerfamiljshus är bötfällningar svårare att genomföra eftersom den ansvariga är näst intill omöjlig att spåra. Då

hyresvärden hålls ansvarig för sorteringen resulterar ofta ett påslag i sophämningsavgifterna i kollektiv bestraffning genom hyresökning för samtliga.

6.1.3 Möjliga förbättringar

För att få en effektivare process är det önskvärt att bygga om sorteringsanläggningen så att mängden löst, ofta icke biologiskt nedbrytbart, material som når rötningen minskas, samt att färre svarta påsar än idag puttas ut till fel avfallsström (Assarsson, pers). Begreppet löst material syftar till avfall som av en eller annan anledning inte ligger i påse. En relativt enkel åtgärd för att förbättra situationen vore att putta bort svarta istället för vita påsar från bandet. Allt material som då skulle puttas bort, skulle vara ämnat för rötning och eventuellt löst material skulle istället transporteras vidare till förbränning. Förbehandlingen av material till rötning är mer känslig för felsorterat material än vad förbränningsprocessen är, varför eventuellt löst material från trasiga påsar lämpar sig bättre för det senare behandlingsalternativet.

Andra exempel på önskvärda förbättringar är en effektivare mottagning och förbehandling av inkommande bränslen. Detta skulle minska risken för skrymmande föremål som kan fastna i inmatningen och därigenom orsaka driftstopp eller låg biogasproduktion. Därtill kommer en önskan om ökad flexibilitet, så att exempelvis förpackade livsmedel kan tas om hand utan problem.

6.2 FÖRBRÄNNING

6.2.1 Problemfraktioner

På grund av att rullar av olika slag, liksom skrymmande föremål, är mycket svåra att få sönder kan dessa leda till problem vid driften av hammarkvarnen. Om diametern är mindre än öppningarna i rostret kan problem även uppkomma då rullarna ”ställer sig” och därmed lyckas ta sig igenom obehandlade. Ett annat alternativ är att rullens längd gör att den fastnar med ena halvan kvar i hammarkvarnen och den andra utanför, vilket liksom fastsnodda textiltrådar kan bli ett problem som måste lösas manuellt.

Plastpåsar med innehåll är till stor del formbara och kan därför lätt pressas runt med bibehållen storlek utan att gå sönder. Detta faktum resulterar i nedsatt kapacitet på hammarkvarnen och kan även leda till att påsar trycks igenom rostret utan att vara synbart behandlade. Problemet kan i viss mån avhjälpas genom inblandning av exempelvis träflis till hushållsavfallet. Träfraktionen hjälper då till i sönderdelningsarbetet av plasten varvid processen effektiviseras, samtidigt som det rensar rent rostret från klubbiga material med hög fukthalt.

Inblandning av träavfall kan också vara lämpligt vid behandling av textil, övrig plast och andra sega material. Höga koncentrationer av dessa material bör aldrig köras ensamma i hammarkvarnen då resultatet blir en kraftigt nedsatt kapacitet i beredningen samt att materialet i fråga oobelandat ofta inte utgör ett bra bränsle på grund av sitt allt för höga energiinnehåll. Dessutom avviker ofta sega material från önskad fraktionsstorlek efter behandling, vilket kan resultera i en ojämn förbränning. Rekommenderat för sega material är av ovan nämnda anledningar att, med hjälp av plockkran, blanda små mängder med övrigt avfall.

Ytterligare ett problem med textil är att det består av långa trådar, vilka kan linda in sig kring axlar och nav. Dessa kan sedan vara tvunget att skära bort manuellt, vilket inte är önskvärt av flera anledningar. Dels handlar det om en arbetsmiljöfråga då driftteknikerna tvingas in bland

avfallet, dels är själva insatsen tidskrävande och resulterar i att hammarkvarnen blir stillastående under arbetets gång.

En kategori av problemfraktioner som är lätt att förbise är de som innehåller grundämnen, vilka till följd av sitt sätt att reagera kan bidra till driftstörningar. Avfallsbränslen kan jämfört med fossila bränslen och biobränslen innehålla förhöjda halter av tungmetaller, organiska föreningar, klor (Cl), fluor (F), brom (Br), svavel (S) och kväve (N). Förutom att ämnena i fråga medför en risk för förhöjda emissioner till luft kan de bidra till problem i förbränningsanläggningarna med exempelvis påslag (korrosion) och sintring (hopkladdande av bäddmaterial). I Tabell 8 anges ett antal grundämnen och de effekter de kan ha på förbränningspannan.

Tabell 8. Sammanfattning av grundämnen och dess effekter på förbränningspannan (Blom et al., 2004)

Ämne	Möjlig påverkan
Alkali (Na, K)	Ökad risk för sintring och påslag och därmed även korrosionsangrepp K främsta betydande orsaken bakom problemen av alkalimetallerna, men de båda beter sig på samma sätt
Ca	Belägningsproblem vid temperaturer över 900°C då CaO frigörs och fastnar på kallare ytor där kemisk sintring till hårda karbonater och sulfater sedan kan ske
Al, Fe, Pb, Zn, Ni, V	Påslag (beläggning) och sintringsproblem Smältor kan sätta igen askutmatningen
Si, Cl, S, P	Ingår ofta i olika föreningar/salter (klorider Cl ⁻ , sulfater SO ₄ ⁻ , karbonater CO ₃ ²⁻ , fosfater PO ₄ ³⁻) av ovanstående metaller eller är bundna i organisk form
Si	Främst reaktivt vid närvaro av K då lågsmältande kaliuminnehållande silikater kan bildas
Cl	Påslag (beläggning) - Alkaliklorider har lägre förångningstemperatur än t.ex. oxider och karbonater vilket gör att alkalikloriderna övergår till gasfas Korrosion - Klor av både organiskt och oorganiskt ursprung kan bilda HCl och salter som är starkt korrosiva. Problemen förvärras vid förekomst av svaveldioxid och av höga temperaturer
S	Korrosion (högtemperatur-) Kan förvärra problemen vid förekomst av Cl, men då förekomsten S >> Cl kan olika metaller i första hand bilda svavelföreningar med hög smältpunkt, vilket kan leda till mindre problem med påslag och korrosion

Ett stort antal ämnen som kan påverka driftsäkerhet och miljöprestanda i förbränningsanläggningarna kan alltså förekomma i olika typer av avfall. Balansen mellan Zn, Pb, S, Cl och alkalimetaller tycks vara avgörande för bildningen av påslag och korrosionsproblem. Kunskapen om de kemiska reaktionerna som orsakar de uppkommande problemen är ännu bristfällig och skulle behövas utforskas närmare.

6.2.2 Leveranskontroll

För att kontrollera att leverantörerna efterlever de avtal som tecknats utförs kontroller av inkommande lass (RVF, 2004). På Sobacken är den vanligaste metoden övervakning av

tipping, varvid de mest uppenbara felen uppdagas och kan åtgärdas. Då överträdelser uppmärksammas ska kontrollanten kontakta leverantören i fråga för att gemensamt med denne bestämma fortsatt åtgärd. Ett lass ska dömas ut så fort ett icke leveransgillt inslag påträffas och de alternativa följderna är:

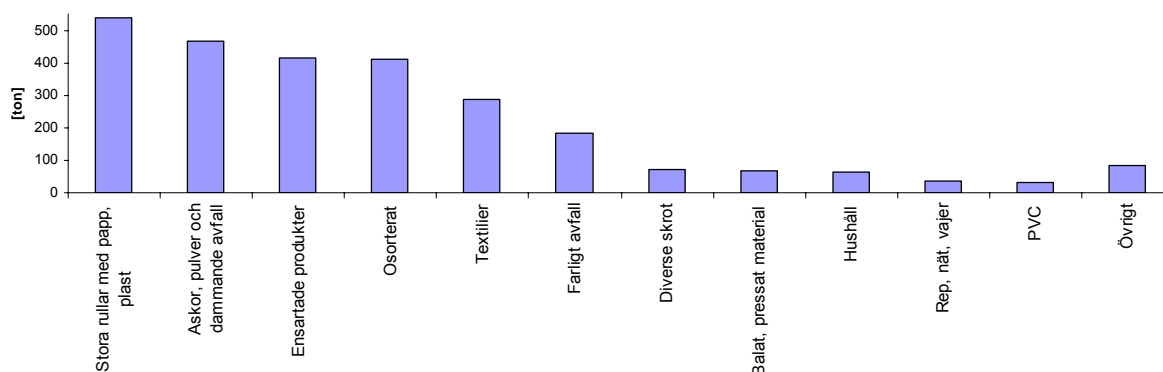
- **Återtag av helt lass** – Leverantören väjer att själv ta hand om sitt avfall, varpå detta direkt lastas upp på leveransfordonet för tillbakafrakt. Leverantören står för arbetskostnaden vid återlassning (300 kr/h).
- **Utplock** – Anläggningspersonalen plockar ut olämpliga inslag för en arbetskostnad av 300 kr/h. Leverantören väljer att stå för denna kostnad och slipper därmed ta tillbaka sitt avfall.
- **Total omsortering hos Miljösortering AB (MSAB)** – Hela lasset transporteras till MSAB där det omsorteras. Mottagningsavgiften är här 1050 kr/ton istället för beredningsanläggningens 400-500 kr/ton. Avgiften bekostas av leverantören.

Utöver dessa finns i dagsläget även en fjärde variant som på Sobacken kan tas till vid påträffande av icke leveransgilla material. Denna innebär inga extra avgifter för leverantören utan omfattar endast information om aktuell överträdelse. Åtgärden är enbart aktuell vid ringa överträdelser samt vid ej upprepade tillfällen.

Vid samtliga överträdelser fylls i dagsläget ett formulär med överträdelsens slag och åtgärd i. Dessa dokument innehåller viktig information som exempelvis kan användas vid kartläggning av felleveranser; var de härstammar ifrån och vilka material det rör sig om.

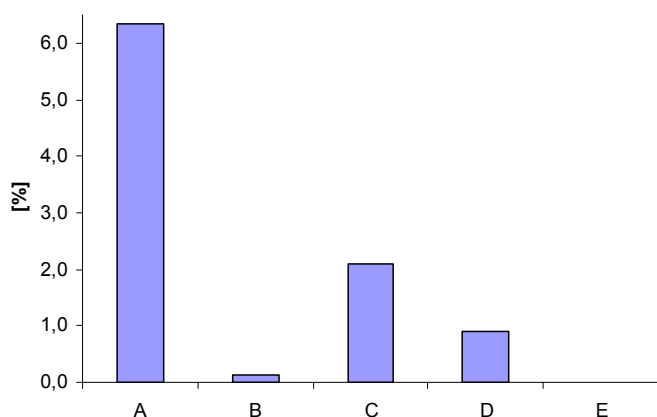
Vanligt förekommande är att den kontrollant som uppmärksammar överträdelsen aldrig kontaktar aktuell leverantör utan istället själv fattar ett beslut om vad som ska göras i respektive fall. Leveransen i fråga skickas då ofta vidare till MSAB för omsortering. Om ansvarig leverantör inte har accepterat denna åtgärd kan denne inte tvingas stå för den påslagna kostnaden. Istället får då Borås Energi gå in och betala mellanskillnaden; en helt onödig utgift som enkelt kan undvikas.

I Figur 10 åskådliggörs bokförda felaktiga inslag i leveranser som inkommit till Sobacken under perioden dec 2004 - jan 2006.



Figur 10. Felaktiga inslag i leveranser till Sobackens bränsleberedning under perioden dec 2004 - jan 2006 (Johnsson, pers)

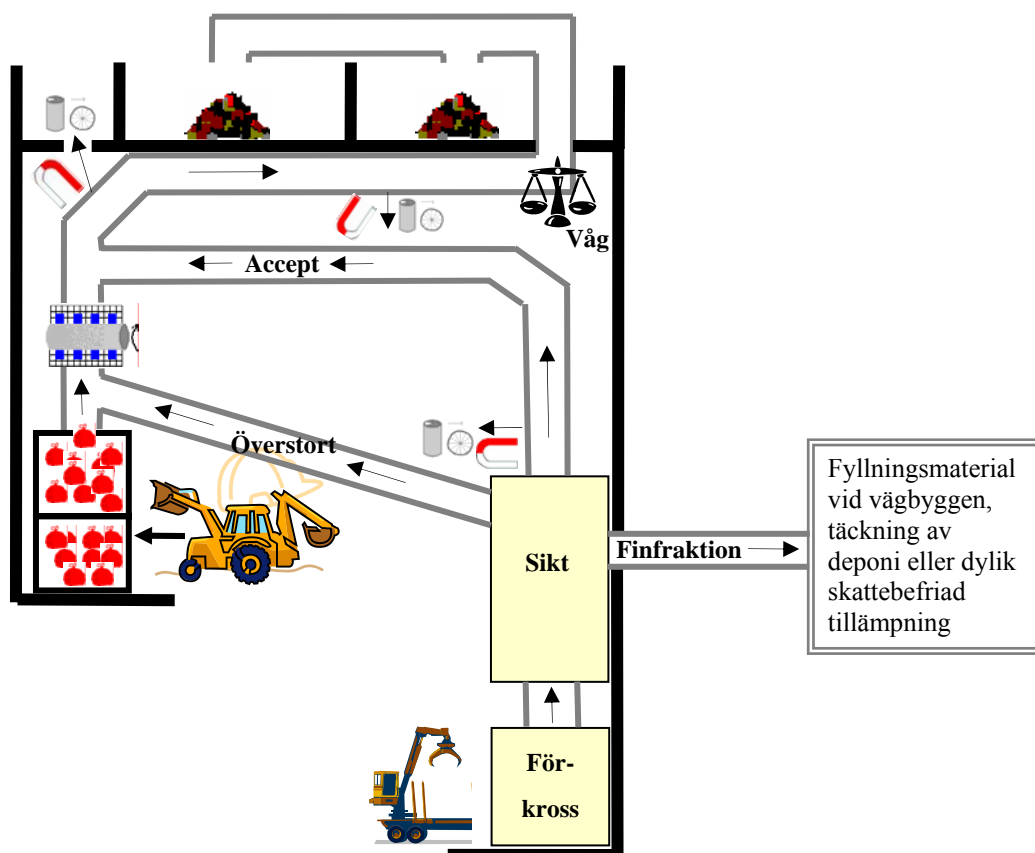
Om felleveranserna under år 2005 relateras till de respektive leverantörernas totala leveransmängd enligt avtal under samma period erhålls de procentuella felleveranserna som presenteras i Figur 11. Detta ger under året en total felleveransandel på knappt 3,5 %.



Figur 11. Procentuell felleverans för leverantörer till Sobackens beredningsanläggning. Värdena är baserade på 2005 års bokförda felleveranser (Johnsson, pers) och för året avtalad leveransmängd (Myllylä, pers).

6.2.3 Möjliga förbättringar på beredningsanläggningen

För att möjliggöra behandling även av svåra fragment utreds i dagsläget möjligheten att investera i en förkross som komplement till den redan befintliga hammarkvarnen. För att ytterligare öka anläggningens kapacitet kan det även vara lönsamt att komplettera dagens uppställning med en sikt. Den föreslagna utbyggnaden illustreras i Figur 12.



Figur 12. Illustration av Sobackens beredningsanläggning efter planerad utbyggnad

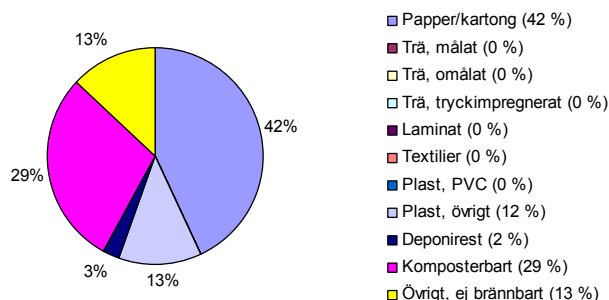
Om en större andel av det levererade materialet kunde behandlas skulle flera av idag rådande problem lösas. För att nämna några; driftstoppen skulle bli färre, slitaget på hammarkvarnen mindre och den totala kapaciteten skulle gå upp.

Då det finns ett flertal varianter av behandlingsmaskiner på marknaden måste de för anläggningen specifika behoven kartläggas innan ett eventuellt inköp kan bli aktuellt. I Sobackens fall vore det mest lönsamt att satsa på en apparatur som har ett rivande och klippande behandlingssätt då detta skulle komplettera hammarkvarnens krossning. En stor del av de fraktioner som idag utgör problem då skulle vara möjliga att behandla. Kraven på fraktionsstorlek efter förkrossen kan hållas låga då de material som inte håller måttet i fråga om färdig bränslestorlek efter siktning kan passeras vidare till den redan befintliga delen av anläggningen. Genom att på detta sätt kombinera förkrossen med en sikt kan behandlingen effektiviseras ytterligare då det förbehandlade avfallet delas upp i tre olika fraktionsstorlekar. Önskvärda intervall för uttag är 0-10, 10-60 och >60 mm där de minsta partiklarna ej är önskvärda till pannan, då de till största del utgörs av grus, sten och övrigt icke-brännbart material (Johnsson, pers). Bättre användningsområden för fraktionen vore exempelvis som fyllningsmaterial vid vägbyggen alternativt som täckning av deponi, vilka idag är skattebefriade tillämpningar. Fragment i storleksområdet 10 – 60 mm är ur förbränningssynpunkt av acceptabel storlek och skulle därför kunna passeras direkt till processens slutsteg. Större inslag bör dock gå igenom även hammarkvarnens beredning och kan då blandas med sådant material som inte kräver någon egentlig förbehandling. En annan fördel med en förkross är att risken för ett totalt stopp i förbehandlingsledet minskas avsevärt då två maskiner är i drift i stället för en.

6.2.4 Bränslesammansättning

Inför uppstarten av förbränningsanläggningen Ryaverket utförde Borås Energi i oktober månad 2001 en plockanalys för att skapa sig en bild av inkommande avfallsleveransers sammansättning (Borås Energi AB, 2003). Analysen utfördes i syfte att försöka kartlägga vilka avfallsslag som fanns representerade samt i vilken omfattning. Denna kunskap kunde sedan användas vid beslutsfattande om vilken typ av förbränningsanläggning som BEAB:s investeringar skulle komma att omfatta. Samma information fick utgöra underlag till information till företag och entreprenörer om hur källsorteringen skulle kunna utvecklas. Leveranser för analys valdes vid tillfället ut slumpvis för att erhållet resultat skulle kunna anses representativt.

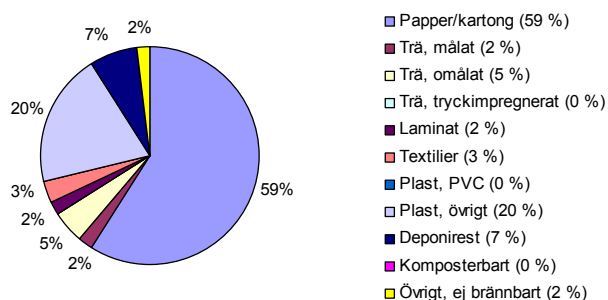
Vid plockanalysen upptäcktes viss variation i sorteringsgrad i vita påsar. Figur 13 visar sammansättningen i en typisk vit påse, antaget att hälften av hushållen sorterade enligt den sämst sorterade gruppen av analyserade påsar och den andra hälften enligt den bäst sorterade. Antagandet anses rimligt då sorteringen över lag sköts bra och att sorteringsgraden därmed inte skiljer sig markant åt mellan påsarna.



Figur 13. Sammanställning av vita påsars innehåll (hushållsavfall) vid plockanalys av inkommande leveranser, utförd av Borås Energi oktober 2001. Listade kategorier som utgjorde << 1 mass-% är inte representerade i diagrammet (Borås Energi AB, 2003).

Som synes innehöll påsarna till stor del sådant material som kan återvinnas. Exempelvis utgjorde komposterbart material tillsammans med papper/kartong mer än två tredjedelar av innehållet i påsarna.

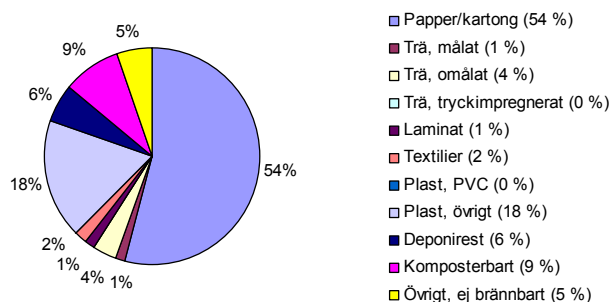
Industri-/Verksamhetsavfallet varierar i hög grad mellan leveranserna beroende på vilken verksamhet de härstammar ifrån. Av de undersökta leveranserna såg sammansättningen ut enligt Figur 14.



Figur 14. Sammanställning av källsorterat industriavfall vid plockanalys av inkommande leveranser, utförd av Borås Energi oktober 2001. Listade kategorier som utgjorde << 1 mass-% är inte representerade i diagrammet (Borås Energi AB, 2003).

Liksom i fallet med de vita påsarna var innehållet av material som kan återvinnas i industri/verksamhetsavfallet stort. Följaktligen är det både privata hushåll och industrier som inte efterlever rådande anvisningar om vad som ska levereras vart.

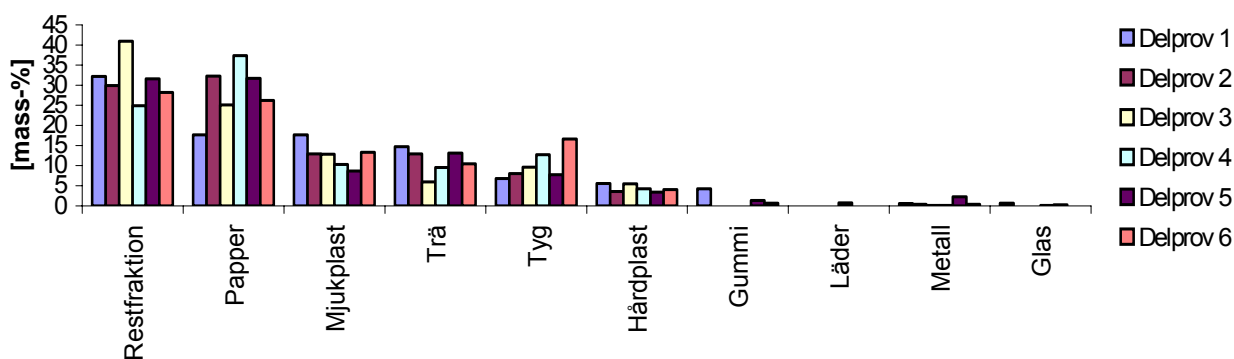
Om dagens förhållande mellan levererad mängd hushålls- och industri-/verksamhetsavfall på 30:70 antas gälla blir den resulterande sammansättningen på avfallsfraktionen, grundad på BEABs plockanalys från 2001 och ovan nämnda antaganden, enligt Figur 15.



Figur 15. Sammanslagen sammansättning av den avfallsfraktion som utgör råmaterial i bränsleberedningen, baserat på resultat vid Borås Energis plockanalys utförd oktober 2001. Listade kategorier som utgjorde << 1 mass-% är inte representerade i diagrammet.

Ett stort problem vid nyttjande av avfall som råvara är att aktuell sammansättning kan ändras markant inom en mycket kort tidsram, varför det är svårt att prediktera avfallets sammansättning och renhet. De resultat som erhöles vid plockanalysen 2001 användes senare bland annat som underlag vid beslutsfattande om diverse anpassningar som gjordes på Ryaverkets pannor vid byggnationen. Under det dryga år som passerade mellan analystillfälle och då pannorna stod klara för kommersiell drift hann avfallets sammansättning förändras avsevärt. Plockanalysen hade visat på att en viss andel av inkommande material inte gick att förbränna, varför leveranssiffrorna anpassats för detta bortfall. När dessa bortfallssiffror istället visade sig vara lägre än planerat fick Sobackens beredningsanläggning ta emot mer avfall än vad som gick åt till förbränning. Detta faktum visar på att den utförda plockanalysens resultat inte alls överensstämde med bränslefraktionens sammansättning då Boråsspannan väl startades upp i mars 2005. Bara under det dryga år som pannorna nu har varit i drift har stora variationer i bränslet anats vid okulära besiktningar.

Som en del i ett examensarbete som utfördes på SP under våren 2005 gjordes en grovt uppskattande analys av det färdiga avfallsbränslets sammansättning. Vid försöket togs sex delprov från den fallande avfallsström som går från bränslelagret in till pannan, vilka efter upp-sortering sammanfördes till ett så kallat konstruerat samlingsprov. De respektive delproverna varierade markant i sammansättning; se Figur 16 (Källander, 2005).



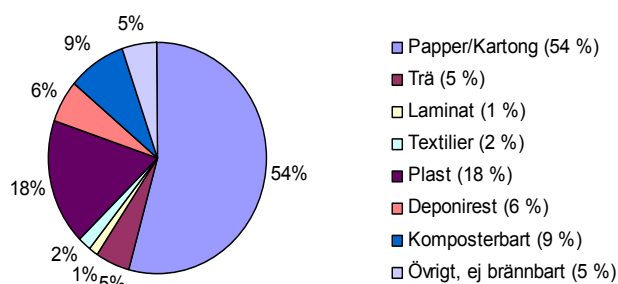
Figur 16. Sammansättning av sex skilda pannbränsleprov tagna i fallande ström vid Ryaverket i Borås 2005 (Källander, 2005). Restfraktionen utgörs av diverse material, främst uppblött papper, som ej gick att dela upp i sina respektive grupper.

För att möjliggöra jämförelse mellan dessa resultat och de som erhöles vid plockanalystillfället grupperades de respektive uppdelningskategorierna om till enhetliga grupper. Som synes i Figur 16 kom en stor del av samtliga pannbränsleprov att utgöras av en rest som inte

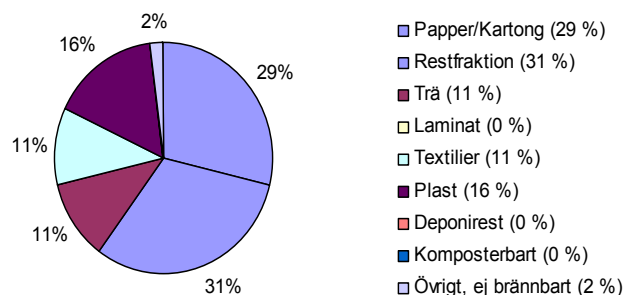
gick att fraktionera upp. Då denna till största del bestod av uppblött papper har kategorin i Figur 18 tilldelats samma färg som papper/kartong (Källander, 2005). Även eventuellt innehåll av komposterbart material kan antas ligga under rubriken restfraktion.

Figur 17 och Figur 18, visar på olikheterna i bränslesammansättning mellan två analys-tillfällen; oktober 2001 samt våren 2005. Viktigt att notera är att förhållandena här anges i mass-%, vilket innebär att förhållande med avseende på exempelvis volym skulle se helt annorlunda ut.

En bakomliggande orsak som kan ha bidragit till de skilda resultaten är att de undersökta fraktionerna till viss del skiljer sig åt mellan tillfällena. 2001 analyserades obehandlat avfall till skillnad från 2005, då färdigproducerat pannbränsle fraktionerades upp. En annan viktig detalj att poängtera är att fukthalten i det konstruerade samlingsprovet 2005 var betydligt högre än hos ingående material vid plockanalysen 2001. Detta bottnar till stor del i att hushålls- och verksamhetsavfall analyserades var för sig 2001, medan de 2005 utgjorde en gemensam fraktion för analys. Fukt från hushållsavfallet kan därmed ha sugits upp av substanser som drar till sig fukt, främst tyg och papper, i verksamhetsavfallet. Av denna anledning antas dessa fraktioner ha tilldelats något för hög andel i det högra diagrammet.



Figur 17. Sammansättning av avfallsbränsle, i Mass-%, enligt resultat från BEABs plockanalys okt 2001



Figur 18. Sammansättning av avfallsbränsle, i mass-%, enligt konstruerat samlingsprov våren 2005. Grupperna Papper/Kartong och Restfraktion har tilldelats samma färg då den sistnämnda till stor del bestod av uppblött papper.

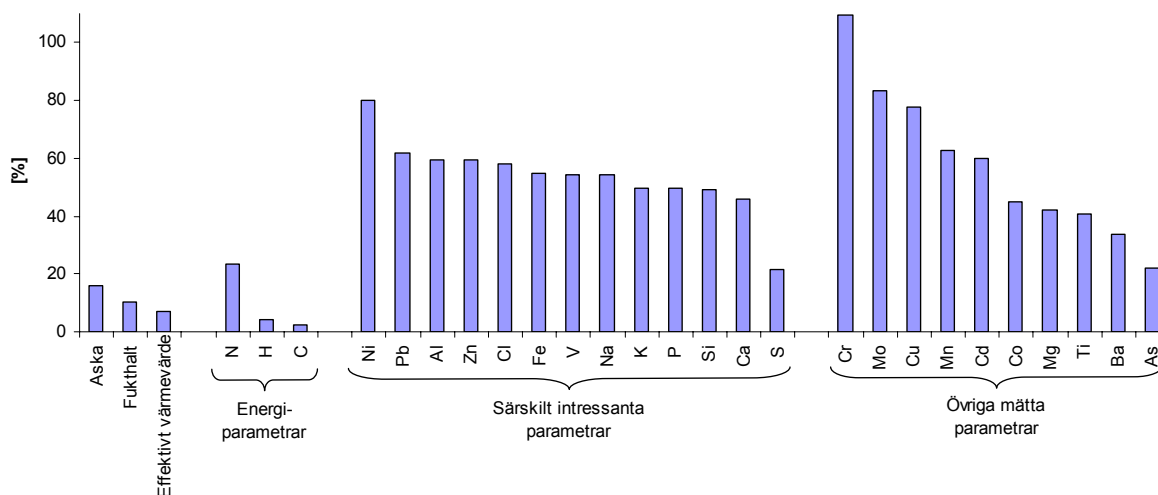
Kemisk analys

Förändringar i avfallens sammansättning har observerats både genom okulära observationer och kemiska analyser av behandlat avfallsbränsle. Dessa förändringar beror främst på den interaktion som under perioden funnits mellan leverantörer och driftansvarig på pannan. Detta har främst rört önskade respektive mindre önskade material i inkommande leveranser och kommunikationen har bland annat lett till minskad halt av oönskade grundämnen i det färdiga bränslet; se Tabell 9. De tabellerade värdena härstammar från analys av avfallsbränsle från fem olika provtagningstillfällen vid Ryaverket. Samtliga prover har tagits i fallande ström då avfallet var på väg från avfallsbunkern till själva pannrummet. För att resultaten skulle bli så representativa som möjligt togs i samtliga fall samlingsprover under en dag varefter neddelning till rimlig provstorlek för analys gjordes. Tabell 9 visar att halterna varierar markant mellan provtillfällena vilket är ännu ett bevis på avfallens heterogena sammansättning. Detta syns än tydligare vid närmare studie av den kompletta tabellversionen i Bilaga 6 och variationskoefficienterna i försöken som illustreras i Figur 19.

Tabell 9. Resultat från kemisk analys av torra avfallsbränsleprov (SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut, 2005). Samtliga prov är tagna i fallande ström vid Ryaverket och det högsta värdet för respektive grundämne är markerat med fet stil. Se Bilaga 6 för fullständig version.

Element	Bränsleprov					Enhet
	2005-02-08	2005-02-11	2005-03-10	2005-10-25	2005-11-29	
Co	12	15	8	4	8	mg/kg TS
Cr	360	670	90	38	73	mg/kg TS
Mn	600	900	200	300	300	mg/kg TS
Mo	6	13	3	2	3	mg/kg TS
Ni	50	80	26	11	14	mg/kg TS
V	22	28	11	7	12	mg/kg TS
Al	26,7	19,9	9,2	8,6	7,4	g/kg TS
Ca	53,0	55,2	26,1	20,6	25,4	g/kg TS
Fe	6,1	10,1	5,1	2,0	4,1	g/kg TS
K	6,0	6,6	3,0	2,7	2,2	g/kg TS
Mg	5,4	5,5	2,8	2,3	2,7	g/kg TS
Na	14,3	12,8	8,4	3,7	4,6	g/kg TS
P	2,1	1,3	1,5	0,6	0,7	g/kg TS
Si	58,6	67,0	32,1	24,7	23,4	g/kg TS
Cl	0,85	0,54	1,26	0,31	0,39	vikts-% TS
N	1,20	1,20	0,96	0,71	0,78	vikts-% TS
S	0,48	0,60	0,40	0,37	0,38	vikts-% TS

Som synes i Figur 19 varierar medelvärdena starkt. Variationen beror till stor del på avfallets inhomogena sammansättning vilken resulterar i att ett prov starkt kan skilja sig från ett annat, men effekter från utförda förändringar på leveransstadiet får heller inte glömmas bort vid utvärdering.



Figur 19. Variationskoefficienter för ämnen analyserade vid provtagning 1-5 från den fullständiga versionen av Tabell 9 (se Bilaga 6). Kategorin Särskilt intressanta parametrar refererar till de grundämnena som kan påverka pannan vid förbränning; se vidare Tabell 8.

6.3 PLOCKANALYS

6.3.1 Genomplockade leveranser 2006

De respektive leverantörernas andel av det undersökta avfallet återfinns i Tabell 10. Detta innebar åtta genomgångna containrar från A, en från B, två från C, ingen från D/E och tre skopor från okänd leverantör.

Tabell 10. Respektive leverantörs andel av under BEAB:s plockanalys genomplockad mängd verksamhetsavfall. Procenten avser viktbaserad andel.

Leverantör	Andel
A	70 %
B	7 %
C	18 %
D	---
E	---
Okänd	5 %
Summa	100 %

* Inga leveranser från D kom in under plockanalysperioden eftersom avtalet var tillfälligt vilande

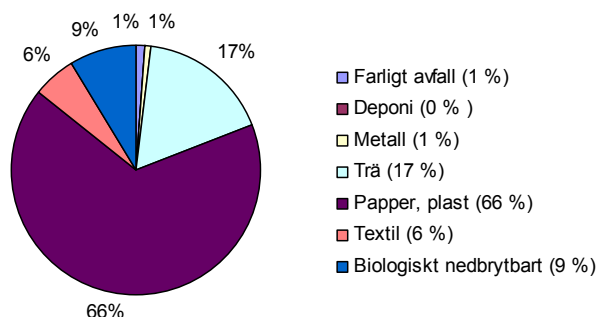
** E levererar främst förkrossat material varför ingen leverans från dessa plockades igenom

Förutom de slumpvis utvalda leveranserna undersöktes särskilt en komprimatorbil från A vilken vid ett flertal tillfällen visat sig innehålla icke-leveransgilla material så som exempelvis bensindunkar. Denna specifika leverans analyserades ännu ett antal gånger efter det ordinarie plockanalystillfället för att ytterligare kontrollera dess sammansättning.

6.3.2 Sammansättning Borås 2006

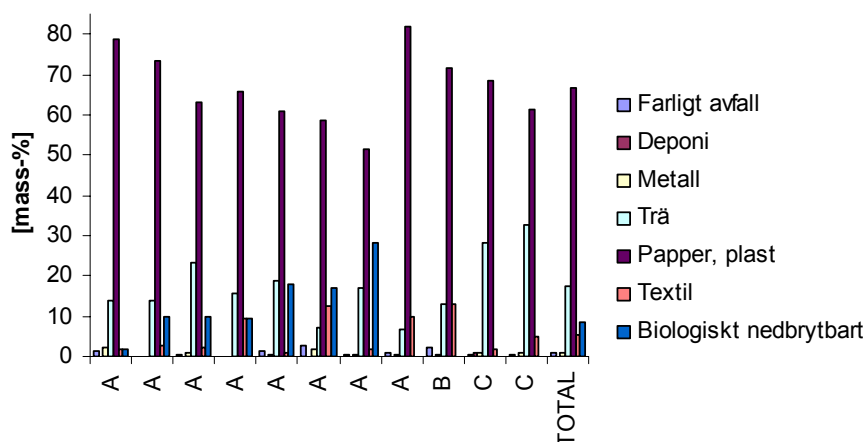
Den sammanslagna sammansättningen av genomplockade leveranser åskådliggörs i Figur 20. Som synes bestod det levererade verksamhetsavfallet till största del av papper och plast. Att träfraktionen, främst i form av obehandlade bräder och träskivor, utgjorde den näst största kategorin ses som positivt då materialet i fråga hjälper till att hålla rent i hammarkvarnen samtidigt som det underlättar sönderdelningen av sega material så som textil och plast.

Till fraktionen Biologiskt nedbrytbart räknas även material som i och med kontakt med biologiskt nedbrytbart material har blivit kontaminerat och därmed utgör en liknande risk som den rena fraktionen.



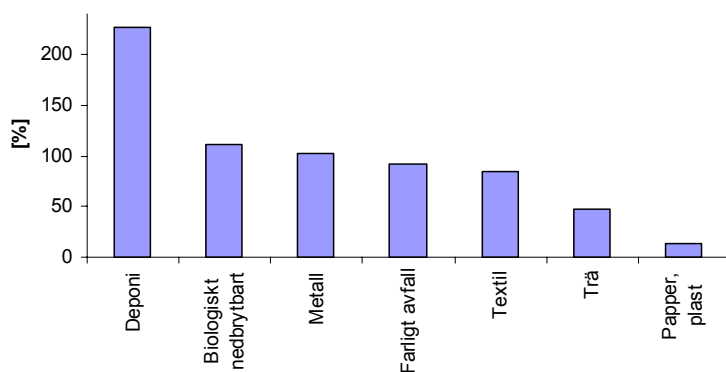
Figur 20. Total sammansättning av under BEAB:s plockanalys feb 2006 undersökta leveranser. Andelarna avser mass-%.

Som synes i Figur 21 varierar sammansättningen relativt mycket mellan olika leveranser; en bild som fördjupas i Bilaga 7 där både variation mellan leverantörer samt mellan de respektive underleverantörerna presenteras. (Se Bilaga 8 för samtliga kategoriers aktuella massor, mass-% samt icke leveransgilla inslag.)



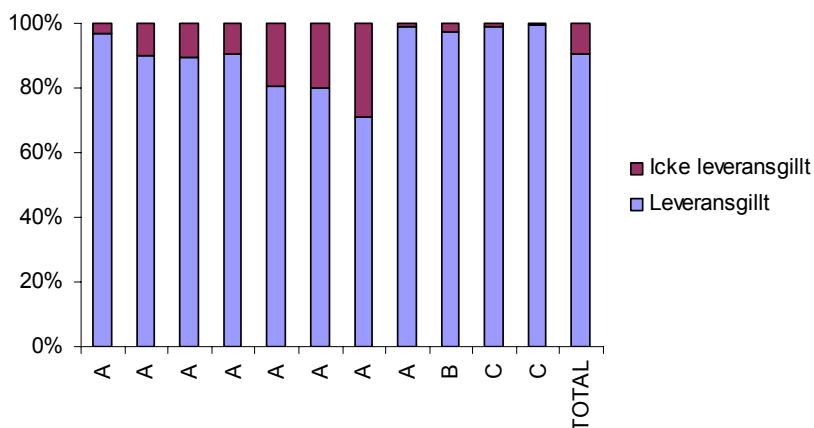
Figur 21. Sammansättning hos respektive leverans undersökt under BEAB:s plockanalys feb 2006

Vidare illustreras de respektive fraktionernas C.V.-värden i Figur 22.



Figur 22. Variationskoefficienter hos analyserade plockanalysfraktioner 2006

Enligt gällande leveransregler är vissa material icke leveransgilla till Sobackens beredningsanläggning. Från de ursprungliga kategorierna har Farligt avfall, Deponi samt Biologiskt nedbrytbart i Figur 23 grupperats under rubriken Icke leveransgillt medan resterande material har klassats som leveransgilla. Figuren visar på variationen i sorteringsgrad mellan inkommande avfallslas. Resultatet indikerar på att sorteringsgraden mellan A:s leveranser varierar kraftigt och att den, över lag, är relativt dålig. Både B och C visar på en bra sortering, men här är endast en respektive två leverans/-er/ undersökta.

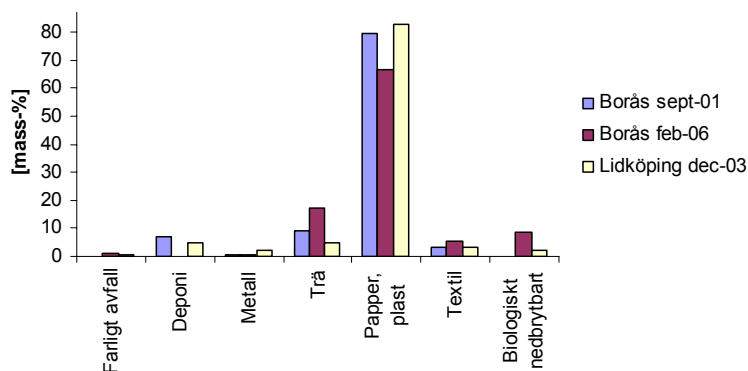


Figur 23. Andel leveransgilla och icke leveransgilla material i undersökta leveranser. Till den sistnämnda kategorin räknas Farligt avfall, Deponi samt Biologiskt nedbrytbart.

6.3.3 Jämförelser

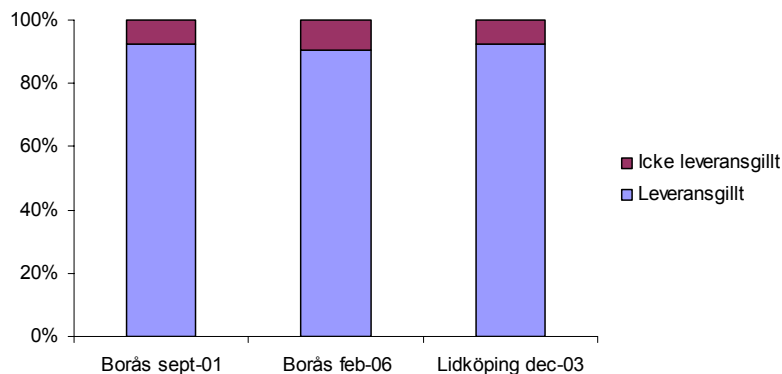
Andra plockanalyser

Som synes i Figur 24 utgör papper/plast det huvudsakliga innehållet vid samtliga studerade analystillfällen. Den relativt stora nedgången i andel papper och plast mellan 2001 och 2006 i Borås, kan vara ett resultat av ökad källsortering och återvinning av fraktionerna.



Figur 24. Jämförelse av rådande sammansättning i leveranser innehållande verksamhetsavfall till beredningsanläggningarna i Borås (2001 samt 2006) och Lidköping (2003)

Resultatet illustrerat ovan innebär att andelen leveransgilla respektive icke leveransgilla material blir enligt Figur 25. Liksom i Figur 23 räknas Farligt avfall, Deponi samt Biologiskt nedbrytbart till kategorin Icke leveransgillt.



Figur 25. Andel leveransgillt respektive icke leveransgillt material i undersökta avfallsleveranser. Till den sistnämnda kategorin räknas Farligt avfall, Deponi samt Biologiskt nedbrytbart.

Intressant att notera är att andelen icke leveransgillt material är någorlunda konstant mellan jämförda plockanalyser. Andelen av de olika ingående substanserna har enligt Figur 24 omfördelats men den övergripande sorteringsgraden verkar inte ha förbättrats under de fem år som plockanalysernas resultat representerar.

Det som kan anses positivt är att andelen icke brännbara material (kategori deponi) har reducerats markant mellan de tre analystillfällena. Istället har andelen biologiskt nedbrytbart (kompost) till synes ökat, vilket dock inte nödvändigtvis behöver spegla verkligheten. En bakomliggande faktor till ökningen kan vara en ökad uppmärksamhet för fraktionen. Funderingen grundas på att de påträffade mängderna i Borås 2006 var betydligt större än vad som anats innan plockanalysen. Både Anders Johnsson på Borås Energi och B-O Andersson på Lidköpings Värmeverk stödjer tanken om att så är fallet.

Utdömd mängd

Varje lass som inkommer till beredningsanläggningen ska genomgå en okulär kontroll vid tippning. Många felaktiga inslag kan härvid passera obemärkta, då de är svåra för kontrollanten att upptäcka i den stora avfallsmassan. Den jämförelse som i Tabell 11 görs mellan okulärt utdömd andel 2005 och vid plockanalysen bortplockade inslag indikerar i fem fall av sju, att en stor andel icke leveransgilla inslag inte döms ut. Detta tyder på att enbart okulär kontroll i många fall är otillräcklig och bör kompletteras med någon form av vidare granskning.

Viktigt att ha i åtanke är att en jämförelse mellan ett fåtal leveranser under en kort tidsperiod och samtliga inkommande leveranser under ett helår lätt blir missvisande då sorteringsgraden i transportererna kan variera enormt, se Figur 23. På grund av detta kan resultat baserat på en eller ett par genomplockade leveranser inte anses representativa för ett helår. Resultaten i Tabell 11 ska därför inte ses som exakta värden utan enbart som en indikation på hur mycket mer icke leveransgilla material som skulle kunna tas bort genom ökad kontroll. Observera att det utdömda materialet för helåret 2005 omfattar hela lass, d.v.s. även leveransgillt material som återfanns i de aktuella leveranserna, medan plockanalyssiffrorna enbart rör utsorterade icke leveransgilla material.

Tabell 11. Andel bortdömda inslag vid okulär kontroll av inkommande leveranser på Sobackens beredningsanläggning helåret 2005 samt vid plockanalys 2006. Endast vid plockanalysen aktuella leverantörer representeras i tabellen.

Leverantör	Underleverantör	Helår [ton]			Plockanalys [kg]		
		Levererat	Utdömt	% utdömt	Analyserat	Utdömt	% utdömt
A	A:1	7523	499	6,6	5585	1103	19,8
	A:2	3546	203	5,7	9650	1480	15,3
	A:3	7656	251	3,3	20838	1568	7,5
	A:4	3025	390	12,9	7725	2230	28,9
	A:5	4705	691	14,7	7970	70	0,9
B		11709	19	0,2	5450	135	2,5
C		6553	218	3,3	13373	98	0,7
Totalt		44717	2271	5,1	70591	6684	9,5

6.3.4 Tillförlitlighet i analysresultat

Den önskan som i planeringsstadiet fanns att genomplockade leveranser skulle återspegla inkommande materialsammansättning lades som tidigare nämnts på hyllan av logistiska skäl. Vid analys av erhållna resultat (se även Bilaga 7) ses tydligt att sammansättningen varierar markant mellan leveranser, även från en och samma leverantör. Detta tyder på att en exakt bild är näst intill omöjlig att skapa sig. Den översiktliga bild som i och med denna plockanalys har erhållits, skulle med största sannolikhet inte ha överensstämmt bättre med verkligheten om andelarna i Tabell 6 istället för, som här, i Tabell 10 hade följts vid analystillfället.

6.3.5 Icke leveransgilla material

Biologiskt nedbrytbart material

Inslag av biologiskt nedbrytbart material påträffades i olika omfattning i samtliga tre plockanalyser. Kategorin var inte tänkt som en egen grupp på planeringsstadiet av plockanalysen i februari, men på grund av den stora mängd som påträffades under analysdag ett, ansågs materialet skäligt att särskilja. Vid okulär kontroll har andelen nedbrytbart material inte uppfattats vara så stor som här påvisats. Detta beror främst på att avfallet i fråga levereras i stora säckar som vid normal behandling inte öppnas förrän i hammarkvarnen. Följaktligen blir innehållet sällan synligt för anläggningsarbetarna.

Den bakomliggande anledningen till att kategorin i fråga inte är tillåten i leveranser av verksamhetsavfall är att biologiskt nedbrytbart material inte får långtidslagras. Förutom att materialet kan orsaka dålig lukt vid nedbrytning medför det en ökad brandfara då värme utvecklas i nedbrytningsprocessen. På grund av dessa faktorer måste fraktioner innehållande matrester etc. transporteras vidare för förbränning inom tre dagar efter beredning. Detta görs idag endast med leveranser vars innehåll klassas som hushållsavfall av leverantören. Enligt miljöbalken §2 definieras hushållsavfall enligt:

Med hushållsavfall avses avfall som kommer från hushåll samt därmed jämförligt avfall från annan verksamhet

Innebörden av detta är att avfallets tillhörighet främst bestäms av dess innehåll och inte av var det har uppkommit. Följaktligen klassas de säckar, innehållande biologiskt nedbrytbart material, som sorterades ut vid plockanalysen, som hushållsavfall och hör därmed inte hemma i de undersökta leveranserna.

Resultaten från plockanalysen indikerar att förbudet mot biologiskt nedbrytbart material i leveranser av verksamhetsavfall inte har nått fram till leverantör. Detta verifierades ytterligare vid efterföljande samtal med leverantörer som inte ansåg sig hitta detta förbud i leverans-

reglerna. På grund av detta är det av stor vikt att hushålls- respektive verksamhetsavfall i nästkommande upplaga av leveransreglerna framställs som två helt skilda fraktioner med inslag av biologiskt nedbrytbart material som en väsentlig skillnad.

Farligt avfall

Det till kategorin tillhörande avfall som främst påträffades under plockanalysen 2006 var elektroniska produkter och elkablar. Utfallet var detsamma vid Lidköpings plockanalys 2003 där förklaringen antogs vara att elektronik då nyligen hade omklassats som farligt avfall. En förhoppning fanns då att sorteringsgraden av fraktionen skulle bli bättre när medvetenheten om den nya klassificeringen ökade. Resultatet från årets plockanalys indikerar motsatsen och att ytterligare information om vad som räknas som farligt avfall behöver spridas.

Den största andelen farligt avfall i Borås 2001 utgjordes av färgburkar medan endast ett fåtal sådana påträffades vid årets plockanalys. Detta talar för att sorteringen av liknande material har förbättrats under de fyra senaste åren.

6.3.6 Material leveransgilla i begränsad mängd

Både metall- och deponifraktionen utgör gränsvfall då Borås Energi i sina leveransregler tillåter upp till 5 % metaller och metallvaror respektive gips, glas, skrot, jord, sten och övrigt obrännbart (deponi).

Metall

Innan avfallet når sin slutdestination och förbränns passerar det tre magnetavskiljare; två på beredningsanläggningen och en vid pannan. Den avskiljda metallen säljs och utgör därigenom en inkomstkälla för Borås Energi.

Icke-magnetiska metaller är svårare att avskilja och går därför hela vägen in i pannan där de antingen förångas, smälter eller blir kvar som slagg. Följden kan bli problem med beläggningar på väggarna och/eller sintring i själva bädden vilket i sin tur kan leda till driftproblem.

Leveransgilla metallinslag är av liten kvantitet så som beslag på dörrar och spikar i bräder medan exempelvis hela påsar innehållande metallföremål ej omfattas. Metallerna sliter på hammarkvarnen och de inslag som inte avskiljs i beredningsprocessen kan följaktligen bidra till problem i pannhuset. Svårigheten är att veta var gränsen ska dras då formuleringen av leveransreglerna innebär en strikt gräns, oberoende av metallens slag, på 5 %.

Lidköpings Värmeverk tillämpar en nollgräns för fraktionen men metallen räknades i den här rapporten ändå inte till icke leveransgillt. Detta beror på att utförda jämförelser baseras på Borås Energi:s leveransregler.

Deponi

Det kommer alltid att finnas inslag i levererat avfall som inte förbränns i pannan. Önskvärt är dock att ta bort inslag som utan tvekan inte hör hemma i förbränningsprocessen. Detta inkluderar exempelvis sten, grus och glas vilka alla är obrännbara material. Fraktionen sliter på hammarkvarnen, kan orsaka driftproblem vid förbränning och utgör senare en för Borås Energis del onödig utgift då det läggs på deponi.

Under plockanalysen sorterades glas ut för sig men då mängden visade sig vara obetydlig (≤ 10 kg) räknades påträffat glas i slutändan till deponifraktionen.

Trenden för deponirester ser i analysresultaten ut att gå nedåt då den högsta nivån erhöles vid plockanalysen 2001 och den lägsta vid 2006 (se Figur 24). Att nivån för Borås 2006 ser ut att

vara noll beror på att det material som kunde sorteras ut direkt utgjorde mindre än 0,5 %, vilket följaktligen avrundades nedåt till noll.

6.3.7 EWC-koder

Intressant att notera är att samtliga vid plockanalysen undersökta leveranser var klassificerade enligt en och samma EWC-kod trots de varierade sammansättningarna. Koderna 19 12 10 står för Brännbart avfall (avfallsfraktion behandlad för förbränning – RDF) och ingår visserligen i de listade leveransgilla fraktionerna. Tanken med EWC-koderna är dock att denna ska ge ingående information om avfallet i fråga, varför en generell användning av en kod inte tjänar det syfte som koderna framtagits för att fylla. Eventuellt behövs ett förtydligande om vad de olika EWC-koderna egentligen innebär.

7 SLUTSATSER

I det här arbetet har sammansättningen av avfall som går till energiåtervinning i Borås undersökts. Inriktningen har främst varit mot det avfall som förbränns då detta i dagsläget är mer heterogent och svårdefinierat än det som behandlas biologiskt.

7.1 REPRESENTATIVA PROVER

Generellt sett är det svårt att ta representativa prover av avfall, då materialet i hög grad varierar i tiden, både på kort och på lång sikt. Ett representativt prov ska återspegla verkligheten, men hur prover ska tas för att uppnå detta är ännu inte klarlagt.

I dagsläget går det inte att ge en generell rekommendation om vilken provtagningsmetod som är att föredra, utan beslutet måste fattas utifrån syftet till den specifika undersökningen. Eftersom erhållna resultat till stor del är metodberoende, måste stor försiktighet iakttas vid eventuella jämförelser mellan resultat från olika tillfällen.

Därtill är det viktigt att komma ihåg att resultat baserade på relativt osäkra prov, aldrig ska tolkas som en exakt verklighetsbild. Däremot kan resultaten ge tydliga svar på de frågeställningar som legat till grund för planeringen av undersökningen.

7.2 BIOLOGISK BEHANDLING

Inslag som orsakar problem i den biologiska beredningen utgörs främst av material som inte är pumpbara samt av material som inte hinner brytas ned inom den relativt korta tidsrymd som avfallet uppehålls i rökammaren.

7.3 FÖRBRÄNNING

7.3.1 Beredningsarbete

Behandling av seiga material så som plast och tyg bidrar ofta till en sänkt kapacitet för hammarkvarnen. Ett sätt att underlätta och effektivisera processen är att blanda in trä som kan hjälpa till i sönderdelningsarbetet. På detta sätt minskar även risken att komprimerbara material trycks igenom rostret innan de är färdigbehandlade. Ytterligare en fördel med träfraktionen är att den rensar hammarkvarnens roster från eventuella kletiga material.

Flera material som idag klassas som problemfraktioner skulle enkelt kunna behandlas om den befintliga hammarkvarnen kompletterades med en förkross med ett skärande tillvägagångssätt. Behandlingen av både seiga och hårt rullade material skulle på detta sätt både och förbättras effektiviseras markant.

Att vidare investera i en sikt skulle effektivisera beredningsarbetet samtidigt som icke önskvärda fraktionsstorlekar skulle kunna avlägsnas innan de når hammarkvarnen och senare även pannan. Borttag av sten och dylika material redan i detta steg skulle reducera relaterade avgifter avsevärt, då både slitaget på hammarkvarnen minskas och deponimängden från pannan blir mindre.

7.3.2 Utdömning

Tippade lass är svåra att bedöma okulärt eftersom endast ytskiktet är synligt för kontrollanten. Övergripande kan sägas att den okulära kontrollen som görs av inkommande leveranser i många fall är bristfällig. Till följd av otydliga instruktioner blir kontrollantens bedömningar relativt godtyckliga.

7.3.3 Bränsle

Avfallsbränslen

Jämfört med fossila bränslen och biobränslen kan avfallsbränslen innehålla förhöjda halter av tungmetaller, organiska föreningar, klor, fluor, brom, svavel och kväve. Dessa ämnen medför förutom en risk för förhöjda emissioner till luft, även en risk för problem i förbränningsanläggningen med korrosion och sintring.

Heterogenitet

Plockanalysen av verksamhetsavfall visar en i hög grad heterogen sammansättning i inkommande leveranser till Sobacken. Andelarna icke leveransgilla fraktioner, främst i form av elektronik (en procent) och biologiskt nedbrytbart material (nio procent), kan ej anses som acceptabla nivåer. Uppföljningssamtal med leverantörerna visade att vetskapen om förbudet mot biologiskt nedbrytbart material i leveranserna av verksamhetsavfall, var bristfällig.

Utförda kemiska analyser på avfallsbränslet indikerar en heterogenitet även i det färdigproducerade pannbränslet. Så länge bränslekvaliteten varierar kraftigt, är risken för ojämn förbränning samt energiproduktion stor.

Sammansättning

Mellan jämförda Boråsanalyser (2001 och 2006) har inga större förändringar skett. Fraktionen papper/plast utgör i båda fallen huvudandelen, med en viss nedgående trend. Träfraktionen har ökat, vilket var en positiv upptäckt då materialet i fråga förenklar hammarkvarnens arbete avsevärt vid behandling av sega material.

Sammansättningen vid plockanalysen i Lidköping överensstämmer relativt bra med analyserade leveranser i Borås. Detta tyder på att de båda anläggningarna får in liknande avfall, trots skilda leverantörer och ställda leveranskrav.

Icke leveransgilla material

Andelen icke leveransgilla material är mellan de tre jämförda plockanalyserna, relativt konstant. Den övergripande sorteringsgraden verkar följaktligen inte ha förbättrats under de fem år som plockanalysernas resultat är tänkta att representera. Något som dock skiljer tillfällena åt är materialen som påträffades. I Borås 2001 utgjordes fraktionen främst av färgburkar, medan elektronik stod för huvuddelen i Lidköping 2003 och biologiskt nedbrytbart material i Borås 2006.

Optimering

För att optimera kvalitén på det avfallsbränsle som bereds på Sobacken krävs en större kontroll av inkommande leveransers innehåll än i dagsläget. Icke leveransgilla material

omfattar icke brännbara fraktioner, material som är svåra alternativt en säkerhetsrisk att bereda, substanser innehållande ämnen som av olika anledning kan orsaka driftstörningar på pannan och material ur vilka höga koncentrationer miljöskadliga ämnen frigörs vid förbränning. Vid leverans av verksamhetsavfall tillkommer kategorin biologiskt nedbrytbart material. Fraktionen i fråga får inte långtidslagras utan måste skickas vidare för förbränning inom tre dagar efter beredning.

8 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

8.1 FÖRBÄTTRAD SORTERINGSGRAD

Möjligheten till ett utökat färgsystem för optisk sortering bör utredas. Transporterna av avfall skulle på detta sätt kunna minskas, samtidigt som sorteringsarbetet för privatperson. Det sistnämnda skulle vara en följd av att specifika påsfärger, istället för separata kärl, skulle användas för de respektive utsorterade fraktionerna. En förhoppning är att fler i och med detta skulle ta sig tid att utföra sorteringen, då extraarbetet med besök på återvinningsstationer etc. skulle försvinna om samtliga avfallskategorier kunde kastas i ett och samma kärl för upphämtning.

8.2 BIOLOGISK BEHANDLING

Apelsinskal från juiceproducenten Brämhult utgör idag en stor problemfraktion för anläggningen. En mer lönsam behandlingsmetod än rötning skulle vara intressant att ta fram för dessa. Ett alternativ skulle vara att försöka utvinna de eteriska oljorna.

8.3 FÖRBRÄNNING

8.3.1 Förbättringar på beredningsanläggningen

Borås Energi har påbörjat en utvärdering av vinsten med en eventuell investering till Sobackens beredningsanläggning. Förutom kompletterande förkross och sikt, undersöks förbättringsmöjligheterna för den redan befintlig utrustningen. Det sistnämnda omfattar främst frågor rörande driftteknikernas arbetsmiljö på anläggningen. Innan en investering görs måste det vara klart exakt vad dessa ska omfatta. En noggrann utredning bör ligga till grund för kommande beslutsfattande.

8.3.2 Leveranskontroll

Kontrollantens arbete

Den dagliga kontroll som görs av inkommande leveranser bör ses över och struktureras upp. Klara regler om vilka material samt vilka kvantiteter som resulterar i vilken åtgärd är nödvändiga för att underlätta kontrollantens arbete. Vid påträffande av icke leveransgilla material i ett lass ska det inte råda några tvivel om vilken åtgärd som ska vidtas.

En rekommendation är att göra dagens dokumentation mer utförlig i sin utformning samt att komplettera denna med digitala bilder som underlag för fattat beslut. Ansvarig leverantör kan sedan lämpligen få tillgång till utförd dokumentation om så önskas.

Bättre översikt

I och med den idag pågående utbyggnaden av beredningsanläggningens ytor anses det lämpligt att ställa i ordning avgränsade tippytor för de respektive leverantörerna. Detta skulle möjliggöra kontroll av lassens innehåll även efter själva tippningen då kontrollanten får god

tid på sig att noggrant granska leveransernas sammansättning. Utdömning skulle då kunna ske även efter att lastfordonet har lämnat området.

Det ovan beskrivna upplägget skulle avlägsna tippande lastbilar från driftteknikernas arbetsområde vilket skulle ge dem en säkrare omgivning att arbeta i. Dock skulle eventuellt ytterligare en tjänst behöva tillsättas då avståndet från tippade lass till hammarkvarnens matarband blir längre. Två lastare kan då komma att behövas för att sköta transporten av det inkomna materialet och samtidigt hålla hammarkvarnen fullmatad. Å andra sidan försvinner det arbete som följer då en tippad leverans inne i hallen döms ut och ska transporteras bort, varför arbetsbelastningen på sikt kan bli oförändrad.

8.3.3 Uppföljning av plockanalys

Den plockanalys som nu utfördes i Borås var ett viktigt förstasteg mot att förbättra leveransernas sammansättning. Resultaten ska nu kommuniceras till samtliga leverantörer och de brister som råder ska åtgärdas.

För att utvärdera effekten av detta förstasteg krävs framtida kontroller. Okulär besiktning är visserligen bättre än ingen alls men ger inte någon ingående information om sammansättningen. Istället rekommenderas ytterligare plockanalyser för att säkerställa att verksamhetsavfallets sammansättning blir bättre. Ett lämpligt intervall anses till en början vara med tre till sex månaders mellanrum, under vilka leverantörerna får tid på sig att implementera nya idéer som kan leda till förbättrad sorteringsgrad. Ett ökat antal kontroller kommer med största sannolikhet att leda till ett ökat antal utdömda leveranser. Detta medför i sin tur en ökad kostnad för leverantörerna vilket förhoppningsvis kommer att resultera i en bättre sortering. En sista utväg om önskad effekt inte uppnås är uppsägning av avtal med de leverantörer som inte lever upp till ställda leveranskrav.

Som uppföljning räcker mindre plockanalyser där både genomplockad mängd samt fraktionsuppdelning kan hållas låg jämfört med den analys som utfördes i februari 2006. Eventuellt räcker uppdelningen Leveransgillt respektive Ej leveransgillt material. Vidare kan det vara av intresse att liksom i 2006 års plockanalys även fraktionera upp kategorin innehållande icke leveransgilla material för att se var eventuella förbättringar sker samt var ytterligare åtgärder behöver sättas in. Denna mer ingående uppdelning anses dock ej nödvändig vid samtliga uppföljningsanalyser.

Hur ofta plockanalyser ska utföras i kontrollerande syfte bör sedan främst bero på indikationer från tidigare utförd analys. Dessa indikationer bör även ligga till grund i beslutsfattande om hur arbetet ska fortlöpa i fråga om konsekvenser för leverantörer etc.

8.3.4 Ökad förståelse hos leverantörer

En metod som enligt Hans Sandblom, drifttekniker på Sobacken, tidigare har visat sig effektiv för att förbättra sammansättningen på levererat avfall är att bjuda in representanter från de större leverantörerna till ett studiebesök på beredningsanläggningen. Under besöket förevisas beredningsarbetet samtidigt som bakgrunden till olika materials varierande lämplighet som inslag i avfallsbränsle förklaras. Ökad informationsspridning istället för enbart utfärdande av förbud tros kunna resultera i en bättre sorteringsgrad då en stor del av felleveranserna antas bero på okunskap om de effekter inslaget kan föra med sig i den fortsatta behandlingsprocessen.

Sorteringsgraden borde alltså kunna förbättras genom ett så enkelt ingrepp som ökad insikt hos leverantörerna. En förutsättning är dock att erhållen information förs vidare nedåt i kedjan till gällande underleverantörer.

8.3.5 Omarbetning av leveransregler

Ytterligare ett steg mot att förbättra sammansättningen av inkommande leveranser är att gå igenom gällande leveransregler. Vissa oklarheter om innebörden av dessa verkar råda hos leverantörerna varför de kan behöva förtydligas. Ett förslag är även att utarbeta en leveransmall för de mest väsentliga inslagen med en kort förklaring till varför material är leveransgilla eller inte, se Bilaga 9.

8.3.6 Förtydligande av EWC-koder

Det sedan en tid tillbaka uppmärksammade problemet med att samtliga leverantörer använder sig av en och samma EWC-kod för sina leveranser oavsett innehåll bör ses över. Innebörden av den till synes övergripande koden 19 12 10 måste utredas så att den i fortsättningen inte kommer att användas generellt för allt inkommande material.

Trots telefonsamtal till flera anställda inom avfallsområdet på Naturvårdsverket, har inget svar om kodens egentliga omfattning kunnat erhållas. Det verkar råda en övergripande ovisshet om de olika EWC-kodernas innebörd, vilket bör förändras. För att koderna ska kunna tjäna sitt syfte krävs klara direktiv om hur de ska användas, samt om vad som ska klassas under vilken kod.

8.3.7 Anvisningar för plockanalys av verksamhetsavfall

RVF har i sin rapport *Manual för plockanalys av hushållsavfall i kärl och säckar* utarbetat anvisningar för plockanalyser av hushållsavfall. Trots att förfarandet vid en plockanalys varierar beroende på syfte kan det vara lämpligt att ha en liknade guide även för verksamhetsavfall. Anvisningarna skulle särskilt vara användbara för plockanalyser där erhållna resultat ska jämföras med analyser från andra platser. Ett liknande förfarande bör ju rimligen resultera i jämförbara resultat.

9 REFERENSER

9.1 TRYCKTA REFERENSER

Blom, E., Ekvall, A., Gustavsson, L., Robertson, K., Sundqvist, J-O., (2004), *Erfarenheter av samförbränning och kvalitetssäkring av verksamhetsavfall i Sverige och Europa*, Värmeforsk, Miljö- och förbränningsteknik 861 (F4-231), ISSN 0282-3772

Borås Energi AB, (2004), *Leveransregler för brännbart avfall till Sobacken 2004-06-01*

Borås Energi AB, (2003), *Bränsleberedningsanläggning – Sobacken, Borås. Tekniska förutsättningar*

Borås Tidning, (2006-02-27), *Nu ska soporna märkas*

Gustavsson, L., Robertsson, K., Wikström, E., Andersson, S., von Bahr, B., Blom, E., Ekvall, A., Rönnbäck, M., Sundqvist, J-O., (2004), *Samförbränning – en möjlighet för utökad energiåtervinning?*, SP Sveriges Forsknings- och Provningsinstitut, P 20118-1

Johansson, A., Wikström, E., Johansson, L., Eskilsson, D., Thullin, C., Andersson, B-Å., Wiktorén, A., Johnsson, A., Peter, G., (2006), *The Performance of a 20 MW Energy-from-Waste Boiler*, Publicerad i *Proceedings of the 19th International Conference of Fluidized Bed Combustion in Vienna 21-24 May 2006*, ISBN: 3-200-00645-5

Johansson, A., (2006), *Waste Refinery in the Municipality of Borås*, kommer att publiceras i *Proceedings of ISWA Annual Congress in Copenhagen 1-5 October 2006*

- Källander, H., (2005), *Fastflödesbalanser över en avfallsförbränningspanna för värmekraftproduktion*, Institutionen för oorganisk miljövetenskap, Chalmers Tekniska Högskola
- Mattsson Petersen, C., Segerberg, B., Rosengren, L., EO Berg, P., (2003-12), *Plockanalyser av hushållsavfall levererat till Lidköpings Värmeverk*
- Naturvårdsverket, (2005), *Strategi för hållbar avfallshantering – Sveriges avfallsplan*, ISBN 91-620-1248-7
- Naturvårdsverkets författarsamling, (2004), *Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall*, NFS 2004:10, ISSN 1403-8234
- Naturvårdsverket, (2002), *Ett ekologiskt hållbart omhändertagande av avfall*, ISBN 91-620-5177-6, ISSN 0282-7298
- Nyström, A., (2004), *Utbyggnad räcker inte*, Miljö & Utveckling 5/2004
- Petänen, P., (2005), *Fluid Bed Solutions for demanding fuels*, Kvaerner Power OY Finland
- Renhållningsverket Borås, (2005), *Biogas för fordonsdrift*
- Renhållningsverket Borås, (2003), *Källsortering i Borås*
- RVF, (2006-03-21), *Lagrådsremiss om skatt på förbränning; Skatten läggs på hushållsavfall från 1 juli*, RVF-nyheterna nr 5/06
- RVF, (2005a), *Manual för plockanalys av hushållsavfall i kärl och säckar*, RVF Utveckling 2005:19, ISSN 1103-4092
- RVF, (2005b), *Troligen ingen skatt på fossilt avfall till förbränning redan den 1 januari*, RVF-nyheterna 19/05
- RVF, (2004), *Mottagningskrav och kontroll av inkommande avfall till förbränningsanläggningar*, RVF Rapport 2004:17, ISSN 1103-4092
- RVF, (2001), *Förbränning av avfall; En kunskapssammansättning om dioxiner*, RVF rapport 01:13, ISSN 1103-4092
- Schön, A-K., (2005), *Miljörapport Sobacken 2005*, Gatukontoret Borås, Renhållningsverket
- Skaldeman, S., (2005), *Nu blir det enklare att elda miljöanpassat*, SIS Standard Magazine nr 1 mars 2005
- SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, (2005), *Analys av returbränsle 2005-02-08, 2005-02-11, 2005-03-10, 2005-10-25 resp. 2005-11-29*
- Svebio, (2005), *Biobränsle från hushålls- och industriavfall*, Fokus Bioenergi nr 6
- Ulveström, A., (2006), *Bränsleberedning – Idag och imorgon*, Sammanställning av internutredning, Borås Energi AB
- Vänersborgs Tingsrätt, Miljödomstolen, *Mål M 382-01 – Borås Energi AB; Ansökan om tillstånd till nuvarande och planerad verksamhet till Ryaverket i Borås*

9.2 INTERNETREFERENSER

- CEM (2005). Bränsleberedningsanläggningen på Sobacken och BFB avfallsförbränningsanläggningen i Borås,
<http://www.avfallsforskning.se/sobacken.htm> (2005-11-14)

DeponiGasTeknik (2005). Information, <http://deponigasteknik.se/index.htm> (2005-10-24)

EU (2005). Europa – The European Union On-Line, <http://www.europa.eu.int/scadplus/leg/sv/lvb/l28072.htm> (2005-10-26)

Gatukontoret Borås (2005a). Andra generationens rötningsanläggning på Sobacken ger nya erfarenheter, <http://www.boras.se/gatukontoret/renhallning/sobackensavfallsanlaggning/biogas/produktion/biogasanlaggningen.4.633e5e10039748abd7fff39519.html> (2005-12-02)

Gatukontoret Borås (2005b). Optisk sortering, <http://www.boras.se/gatukontoret/renhallning/sobackensavfallsanlaggning/optisksortering.4.633e5e10039748abd7fff39452.html> (2005-12-02)

Gatukontoret Borås (2005c). Sobackens avfallsanläggning, <http://www.boras.se/gatukontoret/renhallning/sobackensavfallsanlaggning.4.633e5e10039748abd7fff39429.html> (2005-12-16)

Länsstyrelsen i Örebro län (2005). Sammanfattning av regler inom avfallsområdet, <http://www.t.lst.se/t/amnen/Miljoskydd/avfall/sammanfattning.htm#EWC> (2005-11-22)

Miljöbilar (2004). Biogas – Ett av världens renaste bränslen, http://www.miljobilar.stockholm.se/templates/MIS_Article____2167.aspx (2006-03-24)

Miljöteknikdelegationen (1998). Rapport, Biogas på frammarsch – problem och möjligheter, http://miljoteknik.vinnova.se/rapporter/pm_1998_1.pdf (2005-10-24)

Novator (2005). Bioenergihandboken, http://www.novator.se/Fokus%20Bioenergi/Fokus_Bioenergi_sv9.pdf (2005-10-21)

Regeringskansliet (2003). Tal 29 oktober 2003 – Lena Sommestad, miljöminister, <http://www.sweden.gov.se/sb/d/1169/nocache/true/a/7557/style/l> (2006-03-24)

RVF (2005). Förbränning, <http://www.sopor.nu> (2005-11-21)

Rättsnätet (2005). Miljöbalken (1998:808) uppdaterad tom SFS 2005:687, <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19980808.HTM/2005-11-01>

9.3 PERSONLIGA MEDDELANDEN

Andersson, B-O., Driftingenjör Lidköpings Värmeverk AB (2006-03)

Assarsson, Anders, Gatukontoret (2005-12)

Bauer, Ann-Charlotte, Energikonsult A BAUER AB (2006-03)

Johansson, Andreas, Tekn. Dr., SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (Löpande)

Johnsson, Anders, Borås Energi AB (Löpande)

Myllylä, Vesa, Renhållningsverket, Gatukontoret Borås (2006-04)

Peters, Gunnar, VD Borås Energi AB (2006-01)

Sandblom, Hans, Drifttekniker Sobackens Beredningsanläggning (Löpande)

Schön, Anna-Karin, Renhållningsverket, Gatukontoret Borås (2006-04)

Wikström, Evalena, Ph. Dr., SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (Löpande)

BILAGOR

BILAGA 1 AVFALLSKATEGORIER ENLIGT AVFALLSFÖRORDNINGEN

Huvudkategori (Undergrupp)	Ursprung
01 (010101-010599)	Avfall från prospektering, ovan- och underjordsbrytning samt fysikaliska och kemisk behandling av mineral
02 (020101-020799)	Avfall från jordbruk, trädgårdsnäring, vattenbruk, skogsbruk, jakt och fiske samt från bearbetning och beredning av livsmedel
03 (030101-030399)	Avfall från träförädling och tillverkning av plattor och möbler, pappersmassa, papper och papp
04 (040101-040299)	Avfall från läder-, päls- och textilindustrin
05 (050102-050799)	Avfall från oljeraffinering, naturgasrening och kolporolys
06 (060101-061399)	Avfall från oorganiska-kemiska processer
07 (070101-070799)	Avfall från organiska-kemiska processer
08 (080101-080501)	Avfall från tillverkning, formulering, distribution och användning av ytbeläggningar (färger, lack och porslinsemalj), lim, fogmassa och tryckfärg
09 (090101-090199)	Avfall från fotografiska processer
10 (100101-101401)	Avfall från termiska processer
11 (110101-110599)	Avfall från kemisk ytbehandling och ytbeläggning av metaller och andra material; hydrometallurgiska processer, exklusive järnmetaller
12 (120101-120302)	Avfall från formning samt fysikalisk och mekanisk ytbehandling av metaller och plaster
13 (130101-130899)	Oljeavfall och avfall från flytande bränslen (utom 05 och 12)
14 (140601-140605)	Avfall bestående av organiska lösningsmedel, köldmedier och drivmedel (utom 07 och 08)
15 (150101-150203)	Förpackningsavfall; absorbermedel, torkdukar, filtermaterial och skyddskläder som inte anges på annan plats
16 (160103-161106)	Avfall som inte anges på annan plats i förteckningen
17 (170101-170904)	Bygg- och rivningsavfall (även uppgrävda massor från förorenad mark)
18 (180101-180208)	Avfall från sjukvård och veterinärverksamhet, och/eller därmed förknippad forskning (utom köks- och restaurangavfall utan direkt anknytning till patientbehandling)
19 (190102-191308)	Avfall från avfallshanteringsanläggningar, externa avloppsreningsverk och framställning av dricksvatten eller vatten för industriändamål
20 (200101-210399)	Kommunalt avfall och liknande handels-, industri- och institutionsavfall, även separat insamlade fraktioner

**BILAGA 2 DOKUMENTERINGSFORMULÄR FÖR PLOCKANALYS AV
VERKSAMHETSAVFALL**

Datum, tid	
Leverantör	
Totalvikt	

Farligt avfall	
Deponi	
Metall – F/NF	
Trä	
Papper, plast	
Elektronik	
Textil	
Glas	
Kompost, Biologiskt nedbrytbart	
Övrigt ej leveransgillt material	

Anteckningar:

BILAGA 3 AVFALL FRÅN HUSHÅLL

Om Du av någon anledning inte klarar att sortera ut allt så gäller nedanstående prioriteringsordning (det viktigaste står överst). Farligt avfall och elektronik måste dock alltid sorteras ut. Svarta påsar får endast innehålla komposterbart avfall. Glas får endast i undantagsfall läggas i soppåsen och måste då förpackas noggrant.

Avfallsslag	Lämnas till	Efter insamling
Farligt avfall Batterier, olja och oljefilter, kvicksilvertermometrar, glykol, kemikalier, färgrester, lim, asbest, lysrör och andra lampor som innehåller kvicksilver	Återvinningscentral Asbest lämnas väl förpackat till Sobackens avfallsanläggning. Öppet vardagar 7-16 tel 35 74 87	En del går till återvinning. Annat skickas till destruktion. Asbest deponeras i särskild cell på tippen
Elektronik Alla elektriska apparater, både batteridrivna och nätdrivna inklusive glödlampor	Återvinningscentral	Vissa delar destrueras i godkänd anläggning. Metaller återvinns.
Komposterbart Skal, matrester, brödrester, kaffesump o dyl	Svart påse	Blir biogas och kompost
Glas Flaskor och burkar av glas	Återvinningsstation eller central	Blir burkar, flaskor och isolering
Metallföremål Bildelar, verktyg, stekpannor, hästskor med mera	Återvinningscentral	Blir nya metallprodukter
Metallförpackningar Konservburkar, dryckesburkar utan pant, lock, kapsyler med mera	Återvinningsstation eller central	Blir bla armeringsjärn, plattjärn och bildelar
Papper Tidningar, reklam, kataloger, skrivpapper och liknande	Återvinningsstation eller central	Blir nya tidningar. Borås tidning består av 50 % återvunnet papper.
Wellpapp Wellpapp och kartonger av wellpapp	Återvinningscentral (särskild behållare) eller till återvinningsstation (i behållaren för pappersförpackningar om sådan finns)	Blir ny wellpapp
Pappersförpackningar Alla förpackningar som består av minst 50 % papper	Återvinningsstation eller central	Blir mellanskikt i nya pappersförpackningar
Plastförpackningar Schampoflaskor, yoghurtburkar mm	Återvinningsstation eller central Endast hårda (mjuka i vit påse)	Blir bullerplank och andra plastprodukter

Borås stad, Gatukontoret, Renhållningsverket Borås, Källsortering i Borås

BILAGA 4 LEVERANSGILLA EWC-KODER**EWC-kod Förklaring**

03	<i>Avfall från träförädling och tillverkning av plattor och möbler, pappersmassa, papper och papp</i>
03 01 05	Annat spån, spill, trä och fanér och andra spånskivor
03 03 01	Bark- och träavfall
03 03 08	Avfall från sortering av papper och papp för återvinning
04	<i>Avfall från läder-, päls- och textilindustrin</i>
04 01 08	Garvat läderavfall som innehåller krom
04 02 09	Sammansatt material
04 02 21	Oförädlade textilfibrer
04 02 22	Förädlade textilfibrer
15	<i>Förpackningsavfall; absorbermedel, torkdukar, filtermaterial och skyddskläder som inte anges på annan plats</i>
15 01 01	Pappers- och pappförpackningar
15 01 02	Plastförpackningar
15 01 03	Träförpackningar
15 01 05	Förpackningar av kompositmaterial
15 01 06	Blandade förpackningar
15 01 09	Textilförpackningar
17	<i>Bygg- och rivningsmaterial (även uppgrävda massor från förorenad mark)</i>
17 02 01	Trä
17 02 03	Plast
17 09 04	Annat blandat bygg- och rivningsavfall

EWC-kod Förklaring

18	<i>Avfall från sjukvård och veterinärverksamhet, och/eller därmed förknippad forskning (utom köks- och restaurangavfall utan direkt anknytning till patientbehandling)</i>
18 01 04	Annat avfall där det inte ställs krav på insamling
19	<i>Avfall från avfallshanteringsanläggningar, externa avloppsreningsverk och framställning av dricksvatten eller vatten för industriändamål</i>
19 12 01	Papper och papp
19 12 04	Plast och gummi
19 12 07	Annat trä än det som anges i 19 12 06
19 12 08	Textilier
19 12 10	Brännbart avfall
20	<i>Kommunalt avfall och liknande handels-, industri- och institutionsavfall, även separat insamlade fraktioner</i>
20 01 01	Papper och papp
20 01 08	Biologiskt nedbrytbart köks- och restaurangavfall
20 01 10	Kläder
20 01 11	Textilier
20 01 38	Annat trä än det som anges i 20 01 37
20 01 39	Plaster
20 02 01	Biologiskt nedbrytbart avfall
20 02 03	Annat icke biologiskt nedbrytbart avfall
20 03 01	Blandat kommunalt avfall
20 03 02	Avfall från torghandel
20 03 03	Avfall från gatuhållning

BILAGA 5 LEVERANSREGLER FÖR BRÄNNBART AVFALL TILL SOBACKEN

Leveransregler för brännbart avfall till Sobacken

Avfallsklasser

Borås Energi har enligt miljödomstolen tillstånd att förbränna följande avfallssortiment:

Kod EWC	Förklaring	Kod	Förklaring
03 01 05	Annat spån, spill, trä och fanér och andra spånskivor	18 01 04	Annat avfall där det inte ställs krav på insamling.
03 03 01	Bark- och träavfall		
03 03 08	Avfall från sortering av papper och papp för återvinning	19 12 01	Papper och papp
		19 12 04	Plast och gummi
04 01 08	Garvat läderavfall som innehåller krom	19 12 07	Annat trä än det som anges i 19 12 06
04 02 09	Sammansatt material	19 12 08	Textilier
04 02 21	Oförädlade textilfibrer	19 12 10	Brännbart avfall
04 02 22	Förädlade textilfibrer		
		20 01 01	Papper och papp
15 01 01	Pappers- och pappförpackningar	20 01 08	Biologiskt nedbrytbart köks- och restaurangavfall
15 01 02	Plastförpackningar	20 01 10	Kläder
15 01 03	Träförpackningar	20 01 11	Textilier
15 01 05	Förpackningar av kompositmaterial	20 01 38	Annat trä än det som anges i 20 01 37
15 01 06	Blandade förpackningar	20 01 39	Plaster
15 01 09	Textilförpackningar	20 02 01	Biologiskt nedbrytbart avfall
		20 02 03	Annat icke biologiskt nedbrytbart avfall
17 02 01	Trä	20 03 01	Blandat kommunalt avfall
17 02 03	Plast	20 03 02	Avfall från torghandel
17 09 04	Annat blandat bygg- och rivningsavfall	20 03 03	Avfall från gatuhållning

Allmänt

Avfall som mottas för förbränning med energiutvinning i Ryaverket indelas i följande klasser:

1. Bränslefraktion ur hushållsavfall
2. Brännbart industri- och byggavfall
3. Brännbart branschspecifikt industriavfall
4. Träavfall (två kategorier)

Avfallsklasserna avser enbart material som är lämpligt för förbränning med energiproduktion. Allt levererat avfall oavsett klass skall, så långt det är möjligt, vara rent från miljöstörande innehåll.

Frågor om leveranskrav besvaras av vår bränsleingenjör, tfn 033-35 33 51 (Anders Johnsson) eller Sobackens invägningsstation, tfn 033-35 74 87.

Avfallsbeskrivningar

Bränslefraktion ur hushållsavfall

I hushållen källsorterad eller centralt utsorterad ren bränslefraktion ur hushållsavfall eller likvärdigt.

Hushållsavfallet får innehålla max 10 vikts- % komposterbart.

Hela leveranser innehållande en fukthalt överstigande 50 % får ej förekomma.

Avfallet får inte innehålla:

- Mer än 1 vikts- % av glas, gips, metaller eller annat obrännbart material.
- Farligt avfall enligt avfallsförordningen SFS 2001:1063 .
- Riskavfall från sjukhus och vårdinrättningar.
- Elektronik- och eltekniska produkter
- Grovavfall såsom fat, cyklar, kedjor.
- Balat eller pressat material. (dock beroende av innehåll)

Brännbart industri- och byggavfall (Verksamhetsavfall)

Sorterat brännbart avfall från industri- och affärsverksamhet. Sorterat brännbart avfall från bygg-, riv- och anläggnings-verksamhet samt sorterat brännbart grovavfall från hushåll.

Avfallet får inte innehålla:

- Farligt avfall enligt Avfallsförordningen
- Mer än 1 vikts- % av gips, glas, jord, sten och övrigt obrännbart.
- Mer än 1 vikts- % av metall.
- Vitvaror.
- Elektronik och elektroniska produkter.
- Cyklar, bildelar, kedjor, vajrar, slangar.
- PVC-varor.
- Askor, pulver och dammande avfall.
- Stora rullar med papper eller plast.
- Större mängder textilier.
- Balat, pressat material.
- Soffor, fätöljer, madrasser med metallfjädrar.
- Mattor, heltäckningsmattor.
- Utan särskilt tillstånd, större mängder av utsorterade ensartade produkter.

Brännbart branschspecifikt industriavfall

Brännbar produkt som erhålls som produktionsspill eller restfraktion från process- eller tillverkningsindustri eller liknande.

Avfallet mottages endast efter anmälan från kund och erhållet godkännande av Borås Energi AB.

Träavfall***A. Rent träavfall***

Sorterat, torrt, rent och obehandlat träavfall från industriell verksamhet samt från bygg- och anläggningsverksamhet.

Avfallet får inte innehålla:

- Nedsmutsat, målat eller i övrigt behandlat trävirke.
- Spånskivor eller laminerade träprodukter.
- Papper, plast, kartong m.m.
- Obrännbart material såsom tegel, betong, sten, kablar, metaller m.m.

B. Blandat träavfall

Sorterat rent träavfall från industriell verksamhet samt från bygg- och anläggningsverksamhet.

Avfallet får inte innehålla:

- Tryckimpregnerat eller kreosot-behandlat virke.
- Trävaror med pålimmade golvmattor av PVC.
- Papper, plast, kartong.
- Obrännbart material såsom tegel, betong, sten, kablar, metaller. Dock accepteras i virke inmonterade metallvaror som fönster- och dörrbeslag, gångjärn m.m.
- Fönsterglas, persienner.

Allmänna villkor

Med begreppet kunden i dessa leveransregler avses juridisk person i form av företag som Borås Energi AB tecknat avtal med.

Begreppet kunden i dessa villkor omfattar i tillämpliga delar även kundens personal eller anlitaad entreprenör.

Kunden skall vid leverans av avfall väl känna dess art och sammansättning så att korrekt klassning i olika avfallstyper kan ske. Definitiv klassning, eventuell omklassning eller avvisning utförs av Sobackens invägningspersonal.

Deklarationspliktigt avfall skall deklarerars av kunden enligt gällande bestämmelser.

Äganderätten till avfallet som levereras övergår till Borås Energi AB så snart fordonet, som transporterar avfallet, har registrerats i vägstationen.

Vid leverans av avfall i strid med dessa leveransregler är kunden skyldig att ersätta Borås Energi AB dess merkostnader till följd av att anvisningarna inte har följts.

Borås Energi AB friskriver sig allt ansvar gentemot kunden och dennes fordon inom Sobacken i det fall skada som drabbar kunden eller fordonet, orsakas av det avfall, som kunden själv tillfört, eller av annan omständighet, som skulle ha kunnat undvikas med kännedom om risker inom Sobacken.

Vidare friskriver sig Borås Energi AB allt ansvar för skada som inom Sobacken kan drabba kunden eller dennes fordon och som vållas av tredje man.

Kunden är vidare ansvarig för all skada och kostnader som uppkommer genom att kunden, kundens personal och fordon eller av kunden anlita entreprenör skadar anläggningen inom Sobacken.

Transport- och tippregler

Transporter inom Sobackens område ska ske enligt givna trafikantvisningar och omgående till anvisad tipp-plats. Fordon ska framföras med största möjliga försiktighet.

Transporter ska alltid vara transportsäkrade för att förhindra olyckor och nedskräpning. Säkerhetstäckning och skyddsnet får avlägsnas först vid anvisad tipp-plats, eller vid anmodan vid vägstationen.

Om avfallet vid tippning visar sig innehålla annat än vad som angivits vid invägningen ska kunden omedelbart anmäla detta till vågpersonalen.

Kunden får efter leverans inte kvarstanna inom Sobacken utan ska omgående återvända till vägstationen.

Rökning utanför förarhytten är inte tillåten.

Det är inte tillåtet att plocka och medtaga avfall från Sobacken.

Kvalitetskontroll

Borås Energi AB äger rätt att vidtaga kontroll av att levererat avfall uppfyller kvalitetsvillkoren i dessa leveransregler. Kontrollen kan bestå av okulär besiktning eller noggrann genomgång av avfallet. Kontrollen dokumenteras och kund kan erhålla kopia av denna dokumentation i vägstationen.

Vid avvikelse från leveransvillkoren har Borås Energi AB rätt att ta ut särskild avgift enligt gällande behandlingsavgifter.

Öppettider

Sobacken hålls öppen för avlämnande av brännbart avfall på följande tider:

Helgfria vardagar 06.00 – 22.00

Tillfälliga ändringar i öppettiderna meddelas till avtalskunder via brev eller likvärdigt.

BILAGA 6 RESULTAT AV KEMISK ANALYS AV AVFALLSBRÄNSLE

Element	Plockanalys	Bränsleprov					Garantispann och enhet	
	2001-09	2005-02-08	2005-02-11	2005-03-10	2005-10-25	2005-11-29		
Inlämningstillstånd								
Effektivt värmevärde ^a	11,96	10,37	10,02	11,61	11,50	11,67	8,0 – 15,0	MJ/kg
Fukthalt	36,22	35,40	35,40	33,30	29,60	28,40	20 - 45	vikts-%
På torrt prov								
As	---	10	11	8	6	10	≤ 12	mg/kg TS
Cd	---	3	7	7	11	2	≤ 12	mg/kg TS
Co	---	12	15	8	4	8	≤ 4	mg/kg TS
Cr	---	360	670	90	38	73	≤ 100	mg/kg TS
Cu	---	750	1330	250	63	860	≤ 700	mg/kg TS
Hg	---	0,23	0,28	---	---	---	< 3	mg/kg TS
Mn	---	600	900	200	300	300	≤ 400	mg/kg TS
Ni	---	50	80	26	11	14	≤ 40	mg/kg TS
Pb	---	170	440	180	76	230	≤ 500	mg/kg TS
Sb	---	100	300	---	---	---	≤ 0,7	mg/kg TS
Tl	---	< 4	< 4	---	---	---	≤ 3	mg/kg TS
V	---	22	28	11	7	12	≤ 10	mg/kg TS
Al	---	26,7	19,9	9,2	8,6	7,4	≤ 10	g/kg TS
Fe	---	6,1	10,1	5,1	2,0	4,1	≤ 10	g/kg TS
Zn	---	0,81	1,63	0,67	0,32	0,68	≤ 1	g/kg TS
Aska	13,88	19,1	22,6	16,9	15,0	16,8	10 - 26	vikts-% TS
C	49,60	44,2	43,1	45,8	45,2	44,9	47,75	vikts-% TS
Cl	0,79	0,85	0,54	1,26	0,31	0,39	< 1,2	vikts-% TS
H	6,51	5,7	5,4	6,0	5,8	5,9	6,29	vikts-% TS
N	1,42	1,20	1,20	0,96	0,71	0,78	< 1,35	vikts-% TS
S	0,23	0,48	0,60	0,40	0,37	0,38	< 0,54 ^b	vikts-% TS
Mo	---	6	13	3	2	3	---	mg/kg TS
Ba	---	0,4	0,5	0,3	0,2	0,3	---	g/kg TS
Ca	---	53,0	55,2	26,1	20,6	25,4	---	g/kg TS
K	---	6,0	6,6	3,0	2,7	2,2	---	g/kg TS
Mg	---	5,4	5,5	2,8	2,3	2,7	---	g/kg TS
Na	---	14,3	12,8	8,4	3,7	4,6	---	g/kg TS
Si	---	58,6	67,0	32,1	24,7	23,4	---	g/kg TS
Ti	---	4,3	3,7	2,2	1,4	2,6	---	g/kg TS
P	---	2,1	1,3	1,5	0,6	0,7	---	g/kg TS

^a Bestämt vid konstant tryck

^b < 1,2 gäller för bikarbonat

Fetmarkerade halter överstiger det satta garantispannet

Kursiverade analysdata ingår ej i garanti

BILAGA 7 VARIANS I SAMMANSÄTTNING MELLAN LEVERANSER

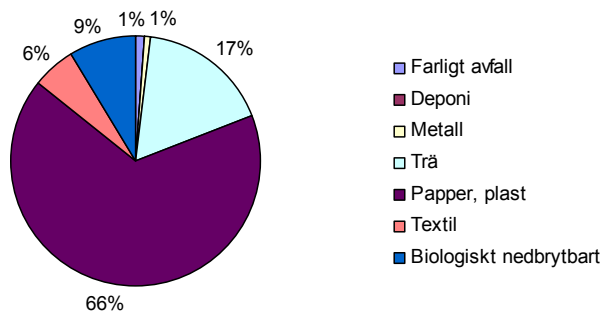


Diagram 7.1. Total sammansättning i mass-% av analyserade leveranser

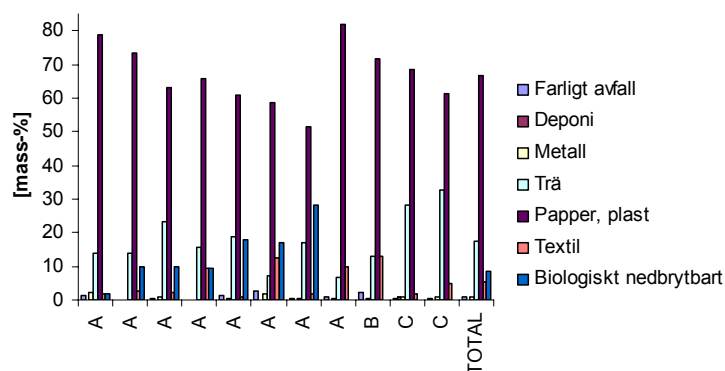


Diagram 7.2. Sammansättning av samtliga analyserade leveranser. De respektive leveranserna illustreras i samma ordning som de är angivna i Tabell 1.

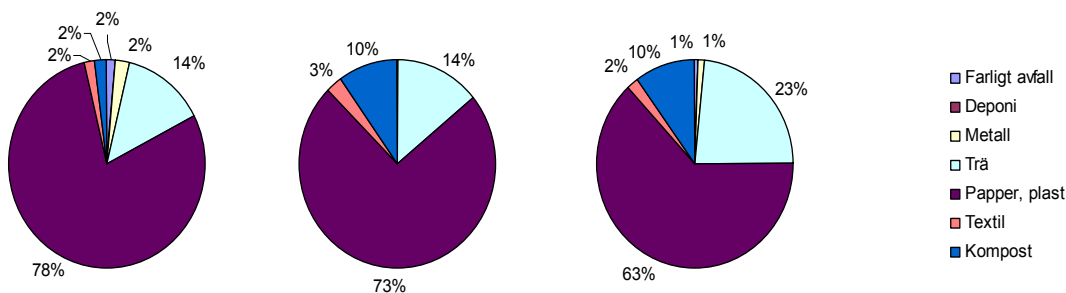


Diagram 7.3. Sammansättning i mass-% av tre skilda leveranser från A:3

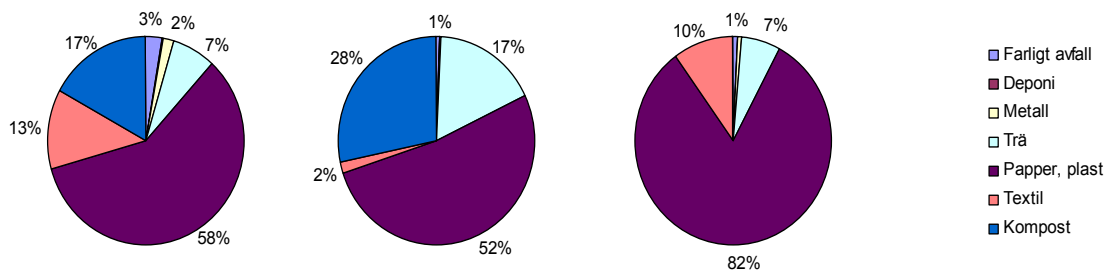


Diagram 7.4. Sammansättning i mass-% av tre skilda leveranser från A:1, A:4 resp. A:5

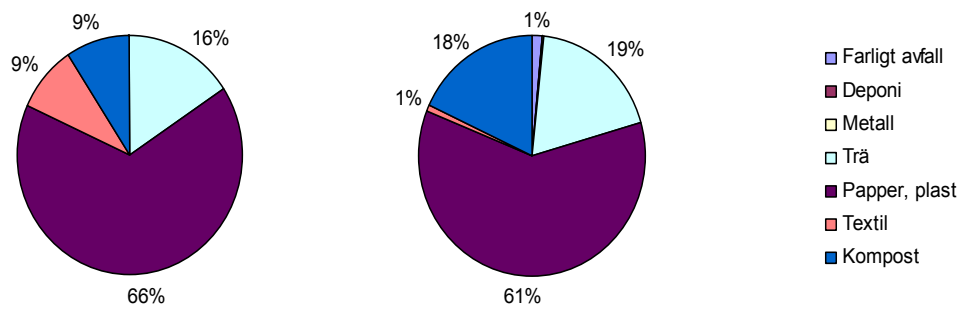


Diagram 7:5. Sammansättning i mass-% av två skilda leveranser från A:2

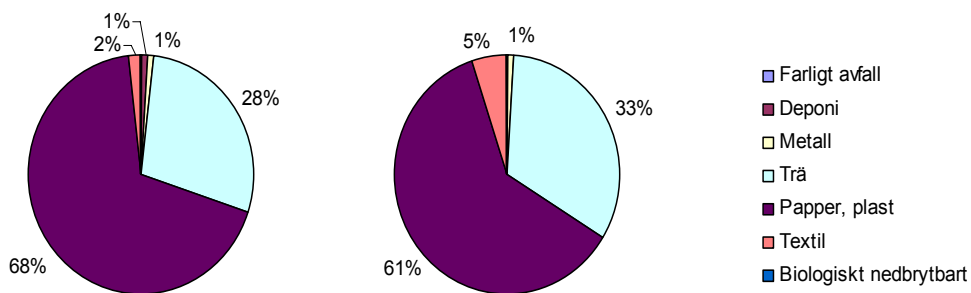


Diagram 7:6. Sammansättning i mass-% av två skilda leveranser från C

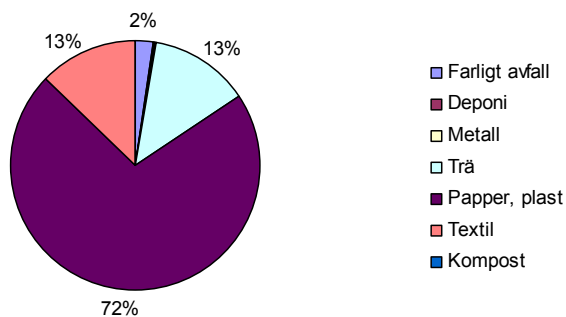


Diagram 7:7. Sammansättning i mass-% av en leverans från B

Tabell 7:1. Sammanställning av analyserade leveransers sammansättning i mass-%. De respektive leveranserna står i motsvarande ordning som resultaten illustreras i ovanstående diagram.

Leverantör	A					B	C	Total				
Underleverantör	1	2	3	4	5							
Farligt avfall	2,86	---	1,37	1,52	0,19	0,54	0,58	0,88	2,29	0,39	0,33	1,0
Deponi	0,18	---	---	---	---	---	---	---	0,18	0,78	---	0,1
Metall	1,61	---	0,34	2,43	---	1,07	0,32	0,38	0,28	0,78	0,71	0,72
Trä	7,16	15,79	18,8	13,67	13,95	23,26	17,22	6,9	12,84	28,24	32,87	17,34
Papper, plast	58,77	65,79	60,68	78,74	73,26	63,14	51,65	81,81	71,56	68,24	61,09	66,79
Textil	12,53	9,21	0,85	1,82	2,91	2,01	1,94	10,04	12,84	1,57	5,0	5,52
Kompost	16,88	9,21	17,95	1,82	9,69	9,97	28,28	---	---	---	---	8,53

BILAGA 8 SAMMANSTÄLLNING AV GENOMPLOCKADE LEVERANSER

Leverantör	A:1		A:2		A:2		A:3		A:3		A:3		A:4		A:5	
	[kg]	[mass-%]	[kg]	[mass-%]	[kg]	[mass-%]	[kg]	[mass-%]	[kg]	[mass-%]	[kg]	[mass-%]	[kg]	[mass-%]	[kg]	[mass-%]
Farligt avfall Deponi	10	0,18											30	0,39	40	0,5
Metall	90	1,61			20	0,34	200	2,43			80	1,07	25	0,32	30	0,38
Trä	400	7,16	600	15,79	1100	18,8	1125	13,67	720	13,95	1732,5	23,26	1330	17,22	550	6,9
Papper, plast	3282,5	58,77	2500	65,79	3550	60,68	6480	78,74	3780	73,26	4702,5	63,14	3990	51,65	6520	81,81
Elektronik	150	2,69			80	1,37	125	1,52	10	0,19	40	0,54	15	0,19	30	0,38
Textil	700	12,53	350	9,21	50	0,85	150	1,82	150	2,91	150	2,01	150	1,94	800	10,04
Glas	10	0,18														
Hushåll	942,5	16,88			1050	17,95	150	1,82	500	9,69	742,5	9,97	2185	28,28		
Kompost Övrigt			350	9,21												
Total	5585	100	3800	100	5850	100	8230	100	5160	100	7448	100	7725	100	7970	100
Anmärkning	Bensindunk (ej ursköld) Dunk m lösningsmedel Div elektronik		Blommor Krukväxter Jord		Div elektronik Spolarvätska Restaurangavfall		Div elektronik Isolering		Div elektronik		Div elektronik		Slakteriavfall Packeterad mat Torr målarfärg Div elektronik		Seg målarfärg Div elektronik	

Leverantör	B		C		C		? (3*skopa)	
	[kg]	[mass-%]	[kg]	[mass-%]	[kg]	[mass-%]	[kg]	[mass-%]
Farligt avfall	100	1,83			3	0,04		
Deponi	10	0,18	50	0,78				
Metall	15	0,28	50	0,78	50	0,71		
Trä	700	12,84	1800	28,24	2300	32,87	300	9,09
Papper, plast	3900	71,56	4350	68,24	4275	61,09	3000	90,91
Elektronik	25	0,46	25	0,39	20	0,29		
Textil	700	12,84	100	1,57	350	5		
Glas								
Hushåll								
Kompost								
Övrigt								
Total	5450	100	6375	100	6998	100	3300	100
Anmärkning	3 brandsläckare Dammande material 1 kart smällare 15 Glödlampor Div elektronik		Gips 1 m ³ isolering Div elektronik Torr målarfärg		Flaska spolarvätska Div elektronik			

BILAGA 9 LEVERANSMALL

VERKSAMHETSAVFALL

Icke krossbara material

- Hårda material; skrot, plåt, betong, sten
- Vävsäck, lyftstrappar
- Grova rep, tampar

Medför säkerhets- och/eller miljörisk

- Farligt avfall
(elektronik, batterier, explosiva material, glödlampor, målarfärg etc.)
- Dammande material
- Slangar
- Långa föremål oavsett material

- Isoleringsmaterial
- Slakteriavfall

Orsakar driftstopp

- Rullade/Pressade material
- Stora skivor, samtliga material
- Grovavfall
(stora föremål av icke-brännbart material)
- Långa rep, tygremsor etc

Icke lagringssgillt material

- Blött hushållsavfall
(matrester, fruktskal etc.)

Beroende på material och sammansättning (Kontakta anläggningen inför leverans)

- Rivningsmaterial
- Möbler
- Inslag av stor storlek
- Ensartade fraktioner, beroende på material

Tidskrävande material

- Tyg, mjukplast, mattor
- Presenningar
- Hudrens

Rensar rent i krossen och underlättar sönderdelning

- Trä
- Hårdplast
- Bra blandat verksamhetsavfall

Lättkrossade, brännbara material

- Papper
- Trä