RAPPORT U2009:01

Verktyg för bättre sortering på återvinningscentraler

ISSN 1103-4092

AVFALL SVERIGE
utveckling

FÖRORD

Mellan 10-20% av avfallet sorteras fel vid återvinningscentralerna (ÅVC). Detta leder till både resursförluster och onödiga kostnader i återvinningskedjan. För att till fullo kunna utnyttja miljöpotentialen från återvinning av avfall behövs därför en ännu bättre sortering. Tyvärr saknas bra verktyg för ett effektivt, fortlöpande utvecklingsarbete av systemen för sortering av avfall vid ÅVC. Det behövs en snabb, enkel och tillförlitlig metod för att rutinmässigt mäta hur avfallet sorteras.

I denna rapport beskrivs utvecklingen av ett sådant verktyg. Studien har genomförts av Joakim Krook och Mats Eklund, båda verksamma vid Industriell miljöteknik, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, Linköpings universitet.

Malmö februari 2009

Håkan Rylander
Ordf. Avfall Sveriges Utvecklingskommitté

Weine Wiqvist
VD Avfall Sverige

SAMMANFATTNING

Återvinningscentraler har idag en nyckelroll i det svenska avfallshanteringssystemet. Hur pass väl avfallet sorteras här påverkar arbetsmiljöförhållanden, uppnådd miljöprestanda och ekonomin i hela återvinningskedjan. Även om sorteringsförmågan på landets återvinningscentraler varierar finns det över lag en tydlig potential till förbättringar. En av grundpelarna i ett effektivt förbättringsarbete är att det måste baseras på fakta. Ska en ökad sorteringskvalitet åstadkommas måste alltså först orsakerna till varför avfallet egentligen sorteras fel kartläggas. Baserat på sådana fakta kan sedan genomtänkta förbättringsåtgärder tas fram och föras in i verksamheten. Effekten av de vidtagna åtgärderna måste alltid följas upp och mätas för att kunna fortsätta förbättra sorteringen och ta fram nya, ännu effektivare åtgärder. Det handlar följaktligen inte om något enskilt, tidsbestämt projekt utan snarare om att fortlöpande planera, införa och utvärdera åtgärder för bättre sortering. Ett stort hinder för att kunna arbeta med den typen av ständiga förbättringar på återvinningscentraler är att det saknas lämpliga, resurseffektiva verktyg för att kontinuerligt utvärdera sorteringskvaliteten. Syftet med detta projekt var därför att utveckla en snabb, enkel och tillförlitig metod för att mäta hur avfallet är sorterat i olika avfallsfraktioner.

I projektets första fas utvecklades ett koncept till en mätmetod på en återvinningscentral. Konceptet bygger på visuell inventering av avfallet i en container och varje mätning innefattat två huvudmoment. Först görs ett urval av en yta i containern och avfallet inom denna provyta fotograferas med en digitalkamera. Bilden inventeras sedan och alla felsorterade föremål inom provytan räknas, kategoriseras och dokumenteras efter bestämda riktlinjer. Konceptet vidareutvecklades genom provmätningar i flera steg där förändringar gjordes allt efter som för att eliminera de problem som uppstod. I projektets andra fas testades sedan den utvecklade mätmetoden i full skala. Under denna fas av projektet gjordes även en omfattande plockanalys av avfallet och resultaten från den analysen jämfördes med resultaten från mätmetoden. Den sista fasen av projektet innefattade en utvärdering av den utvecklade mätmetodens tillförlitighet och resursbehov.

Resultaten från projektet visar att mätmetoden är ett tillförlitligt verktyg framförallt för att identifiera och mäta omfattningen av felsorteringen i en fraktion vid en viss tidpunkt. I båda dessa avseenden ger den lika tillförlitliga resultat som traditionella plockanalyser. En viktig fördel med mätmetoden gentemot plockanalyser är att den är betydligt mer resurseffektiv och därmed lättare att föra in i den ordinarie verksamheten på återvinningscentraler. Tidsåtgången för att fullständigt kartlägga felsorteringen i avfallet med mätmetoden utgör endast 10 procent av den tid det tar att genomföra en plockanalys. Med hjälp av mätmetoden kan de bakomliggande orsakerna till felsortering kartläggas, konkreta förbättringsåtgärder tas fram och effekten av dessa åtgärder direkt mätas och utvärderas. Metoden ger därmed återvinningscentraler möjlighet att initiera ett fortlöpande förbättringsarbete, som baseras på fakta, där både miljönyttan och de affärsmässiga intressena av återvinning optimeras.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning

1. Inledning 1

2. Offensivt förbättringsarbete och mätmetodens roll 3

3. Projektets genomförande 5

4. Resultat från mätningarna med provytan 13

5. Är resultaten från mätningarna med provytan tillförlitliga? 19

6. Diskussion kring mätmetodens användbarhet 22

Referenser 27

Appendix – inventeringsformulär 30

1. INLEDNING

För att kunna ta tillvara på naturresurser på bästa sätt krävs effektiva system för insamling och sortering av avfall (Ayres, 1997; Reijnders, 2000; Krook, 2006). Värdefulla material måste separeras ut från avfallsflöden för att kunna skickas till rätt typ av återvinningsanläggningar. En effektiv sortering är också en viktig förutsättning för en säker hantering av det farliga avfallet. Återvinningscentraler utgör platser dit kommuninvånare själva kan komma för att lämna och sortera sitt grovavfall (möbler, cyklar, trädgårdsavfall, elektronik, virke, etc.) och farliga avfall (kemikalier, färg, etc.). Dessa anläggningar har idag en central roll i det svenska avfallshanteringssystemet. För det första hanterar de stora mängder avfall. Varje år uppkommer det nästan fem miljoner ton avfall från hushållen och andelen som passerar någon av landets ca 630 återvinningscentraler har successivt ökat med tiden (Avfall Sverige, 2008). För tillfället uppgår denna andel till ca 30 procent vilket i kvantitativa termer innebär 1,4 miljoner ton avfall. Återvinningscentraler utgör också det första steget i återvinningskedjan. Även om avfallet sedan vidareförädlas är den första sortering som sker här avgörande för vilken renhet, kvalitet som uppnås och därmed vad avfallet slutligen kan användas till (Schachermayer, 2000; Tanskanen, 2000).

En återvinningscentral har egentligen tre huvudsyften, eller funktioner om man så vill. Det absolut viktigaste syftet har historiskt sett varit att erbjuda invånarna ett sätt att bli av med det avfall som de inte kan eller bör lägga i den vanliga soppåsen. På de flesta platser i landet uppfylls denna servicefunktion på ett bra sätt – besökare är generellt sätt nöjda med den service de erbjuds på återvinningscentralerna (Engkvist et al., 2008). På senare tid har även betydelsen av dessa anläggningar som leverantörer av avfall till energiutvinning och materialåtervinning och som platser för att avgifta samhällets materialflöden ökat. Hur pass väl återvinningscentraler uppfyller dessa två, relativt nya samhälleliga funktioner vet vi inte eftersom det saknas tillförlitig kunskap om hur effektiv sorteringen egentligen är.

Det finns dock indikationer på att ganska mycket avfall sorteras fel på återvinningscentraler – i ett tidigare forskningsprogram uppskattade över 100 anställda att ca 20 procent av avfallet totalt sett hamnar i fel fraktioner (Engkvist et al., 2008). När så pass mycket avfall sorteras fel leder det till föroreningsproblem och att möjligheterna för ett effektivt resursutnyttjande begränsas. Speciellt allvarligt är det när farligt avfall hamnar på fel plats (Krook et al., 2006) eller när värdefulla, icke-förnyelsebara material som metaller och plaster förloras ur kretsloppet (Björklund och Finnveden, 2005). Sorteringen får också ekonomiska konsekvenser. På återvinningscentraler är vissa avfallsfraktioner förknippade med dyra behandlingsavgifter (t ex brännbart avfall och deponi) medan andra istället ger betydande nettointäkter till anläggningarna (t ex metall och trä). I vilka fraktioner avfallet sorteras påverkar alltså direkt de kostnader och intäkter som återvinningscentraler får för det avfall som samlats in. Felsortering kan även leda till betydande kostnader för de företag som slutligen behandlar avfallet – kostnader orsakade av ökad korrosion, slitage och andra oförutsedda driftstörningar (se exempelvis Andersson och Tullin, 1999; Sjöblom, 2001).

Även om servicefunktionen är viktig skulle återvinningscentraler också ha mycket att vinna på att fortlöpande och mer systematiskt arbeta för bättre sortering. Sådana förbättringar kan ge större intäkter alternativt lägre kostnader för avfallet, bättre miljöprestanda och en smidigare och säkrare hantering av avfallet både på återvinningscentraler och i de efterkommande leden av återvinningskedjan (Engkvist et al., 2008). Just avfallets sorteringskvalitet har därför något av en nyckelroll i att skapa väl fungerande återvinningscentraler.

En av grundpelarna i ett modernt, effektivt förbättringsarbete är att det måste baseras på fakta, och inte på vad man tror sig veta (Klefsjö et al., 1999). Ett stort hinder för att kunna ta fram sådana fakta på återvinningscentraler är att det saknas lämpliga, resurseffektiva verktyg för att mäta avfallets sorteringskvalitet. Den kvalitetskontroll som normalt sker på återvinningscentraler ansvarar de anställda för när de går runt och tittar i containrar och, efter egen förmåga, försöker bedöma hur avfallet är sorterat. På så vis upptäcker de säkerligen en del felsortering men för att ta fram fakta för effektiva förbättringsåtgärder krävs ett mer systematiskt och tillförlitligt tillvägagångssätt. Plockanalyser är för tillfället den enda mätmetod som, åtminstone delvis, uppfyller sådana kriterier (se Ohlsson och Retzner, 1998; RVF Utveckling, 2005). Tyvärr är den typen av mätmetoder alldeles för resurskrävande för att kunna användas i ett fortlöpande förbättringsarbete.

1.1 Projektets syfte

Syftet med projektet är att utveckla en snabb, enkel och tillförlitlig metod för att mäta sorteringskvalitet i olika avfall på återvinningscentraler. Med ett sådant verktyg har återvinningscentraler möjlighet att initiera ett fortlöpande förbättringsarbete, som baseras på fakta, där både miljönyttan och de affärsmässiga intressena av återvinning optimeras.

2. OFFENSIVT FÖRBÄTTRINGSARBETE OCH MÄTMETODENS ROLL

För att mätmetoden ska vara användbar för återvinningscentraler måste den uppfylla några grundläggande kriterier. De kriterier som utvecklats i projektet bygger mycket på teorin bakom offensiv kvalitetsutveckling i organisationer (se t ex Klefsjö et al., 1999). Med offensiv menas framförallt att förebygga problem, utveckla och ständigt förbättra verksamheten. För att förbättringsarbetet verkligen ska bli offensivt och framförallt effektivt måste problem angripas systematiskt och grundligt. Ett arbetssätt som tagits fram för detta ändamål är förbättringscykeln som består av fyra faser: planera, gör, studera och lär (ibid.). Första fasen i denna cykel (planera) innebär att orsakerna till problemet identifieras, alternativa lösningar utarbetas och en plan för utvärdering och uppföljning tas fram. Denna fas måste baseras på fakta. Sedan väljs och införs en förbättringsåtgärd i verksamheten (gör) och i nästa fas (studera) mäts resultaten av denna åtgärd. Sista fasen (lär) handlar om att utvärdera om den vidtagna åtgärden ledde till avsedd effekt. Visar det sig att åtgärden inte fungerade tillfredsställande får man helt enkelt börja om i planera-fasen och gå igenom hela cykeln igen. Om åtgärden löste problemet implementeras den i verksamheten och därefter angriper man nästa problem enligt samma angreppssätt. Det handlar alltså inte om något enskilt, tidsbestämt projektarbete utan snarare om att fortlöpande planera, införa och utvärdera åtgärder för förbättring.

2.1 Grundläggande kriterier för mätmetoden

Vad är det då för fakta om sorteringen återvinningscentraler egentligen behöver och vad ställer det för krav på den mätmetod som ska utvecklas i projektet? För det första måste mätmetoden fungera som ett undersökande verktyg för att identifiera vilka typer av felsortering som förekommer i avfallet. Baserat på sådana fakta kan de bakomliggande orsakerna till felsortering analyseras och genomtänkta åtgärder till förbättring tas fram. Vid alla typer av utvecklingsarbete krävs dessutom prioriteringar – det går inte att förbättra allting samtidigt. Följaktligen måste mätmetoden vara så pass precis att det baserat på dess resultat även går att rangordna förekomsten av olika felsorteringar. På en återvinningscentral kan givetvis många andra aspekter påverka vilken typ av felsortering man tycker är mest allvarlig, exempelvis miljöaspekter, ekonomiska konsekvenser, etc. Att utreda betydelsen av sådana aspekter är dock bortom syftet med detta projekt men ett exempel på hur man kan tänka och analysera konsekvenser av felsortering ges ändå i det avslutande kapitlet av rapporten.

Ett offensivt förbättringsarbete bygger mycket på att effekten av de åtgärder som vidtas alltid följs upp och utvärderas. Blev sorteringen bättre eller sämre, vilka typer av felsortering hade egentligen åtgärden effekt på, uppkom några andra problem som en bieffekt av åtgärden? Endast genom att försöka besvara den typen av frågor får man reda på orsakerna till varför eller varför inte en viss åtgärd fungerade – kunskap nödvändig för att kunna fortsätta förbättra sorteringen och utarbeta nya, ännu effektivare åtgärder. Mätmetoden måste därför även vara relativ i den meningen att den ska kunna användas för att mäta och jämföra hur sorteringen fungerar vid olika tidpunkter, exempelvis innan och efter att en viss åtgärd införts.

Att arbeta med ständiga förbättringar av verksamheten kräver givetvis resurser och därför en god förankring hos företagsledning eller liknande. På många återvinningscentraler är emellertid möjligheten att, utöver rådande arbetsuppgifter, bedriva ett sådant utvecklingsarbete begränsad. Detta gäller för såväl de anställda på själva anläggningarna som för de tjänstemän som ansvarar för driften. Ska mätmetoden i praktiken bli användbar måste den följaktligen vara så pass snabb och enkel att den relativt

lätt kan föras in och användas inom ramen för den ordinarie verksamheten. Slutsatsen blir därför att metoden måste bygga på någon form av visuell inventering det vill säga att man helt enkelt tittar på avfallet i en container och snabbt dokumenterar dess innehåll. Att ta fysiska prover av avfallet som sedan analyseras i detalj i likhet med plockanalysmetodik är sannolikt en alltför tidskrävande metod för denna typ av kontinuerliga kvalitetsmätningar.

För att hela mätproceduren ska gå tillräckligt fort måste metoden sannolikt innefatta flera urval och förenklingar. Detta måste i sin tur ställas mot kraven på mätmetodens precision och tillförlitlighet – alla förenklingar påverkar i slutändan resultatens tillförlitlighet. För att ta fram faktaunderlag för bättre sortering är det emellertid sällan nödvändigt att exakt kunna fastställa avfallets totala sammansättning. Istället räcker det långt om mätmetoden är tillräckligt precis och tillförlitlig för att mäta vilka typer av avfall som dominerar i en fraktion – då framförallt vilka olika felsorteringar som förekommer. Hela mätproceduren måste emellertid standardiseras och utföras efter strikta, förutbestämda riktlinjer. Annars riskerar inverkan av slumpfaktorer och subjektiva bedömningar att resultaten från mätningarna blir, mer eller mindre, oanvändbara.

3. PROJEKTETS GENOMFÖRANDE

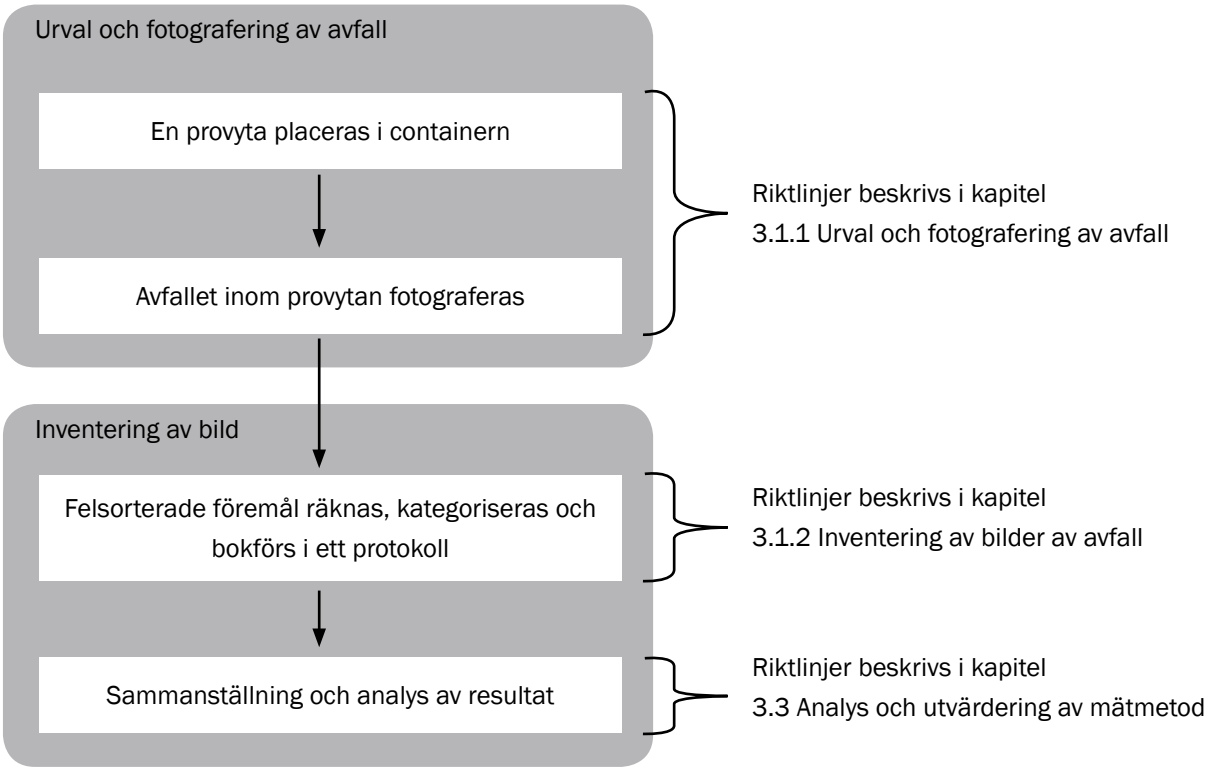
Projektet kan delas in i tre olika delar, vilka beskrivs utförligt nedan: utveckling av mätmetoden, fullskaleförsök och utvärdering av mätmetodens tillförlitlighet.

3.1 Utveckling av mätmetoden

Mätmetoden utvecklades efter de förutsättningar som finns på återvinningscentralen Malmen i Linköping. Mätningar med metoden gjordes i fraktionerna Brännbart, Träavfall, Metall och Deponi som på denna återvinningscentral samlas in i containrar av storleken 30 m^3, se figur 1

Figur 1. Placering av containrar för grovavfall på återvinningscentralen Malmen i Linköping. Containrarna står något snedställda på en lång rad efter varandra med kortsidan mot det containerområde dit besökarna kommer för att slänga sitt avfall. Samtliga containrar är försänkta det vill säga står på en lägre marknivå än själva containerområdet.

Hela metodutvecklingen kan ses som en iterativ process. Återvinningscentralen besöktes först vid flera tillfällen för att analysera de faktiska förutsättningarna att visuellt mäta hur avfallet är sorterat i olika fraktioner. Baserat på dessa erfarenheter utvecklades sedan ett koncept till en mätmetod, se figur 2. Konceptet innefattar två huvudsakliga moment. Först görs ett urval av en yta i containern och avfallet inom denna provyta fotograferas med en digitalkamera. Bilden inventeras sedan och alla felsorterade föremål inom provytan räknas, kategoriseras och dokumenteras efter förutbestämda riktlinjer. Detta andra moment innefattar även själva analysen av resultaten, vilken kan göras på lite olika sätt beroende på vad själva syftet är med mätningen. Mätmetoden är dock framförallt utvecklad för att identifiera och mäta omfattningen av felsorteringen i en fraktion vid en viss tidpunkt. Hela konceptet vidareutvecklades genom provmätningar i flera steg där både riktlinjer för urval och fotografering och för själva inventeringen av bilderna utarbetades. Förändringar med avseende på dessa riktlinjer gjordes allt efter som för att eliminera de problem som uppstod. Provmätningarna fortsatte till dess att inga eller endast mindre förändringar behövde göras. Totalt gjordes 20 stycken provmätningar under denna fas av projektet.

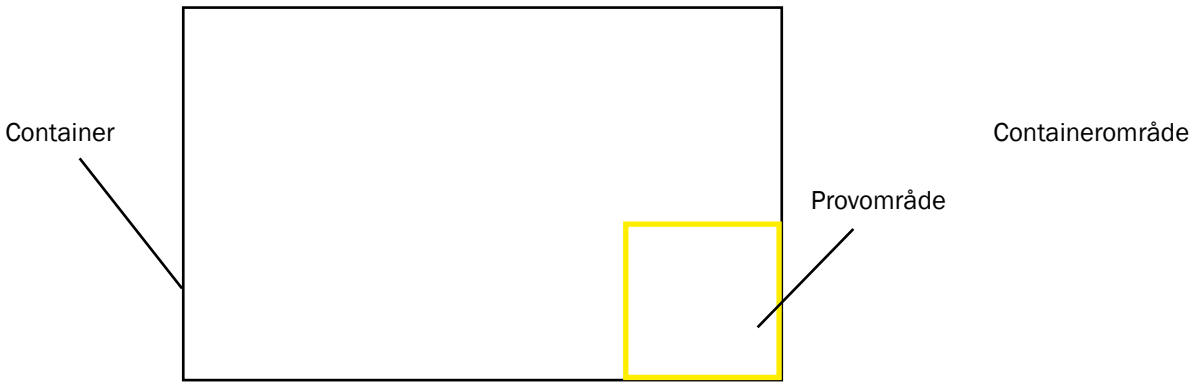


Figur 2. Illustration av utvecklat koncept till mätmetod.

3.1.1 Urval och fotografering av avfall

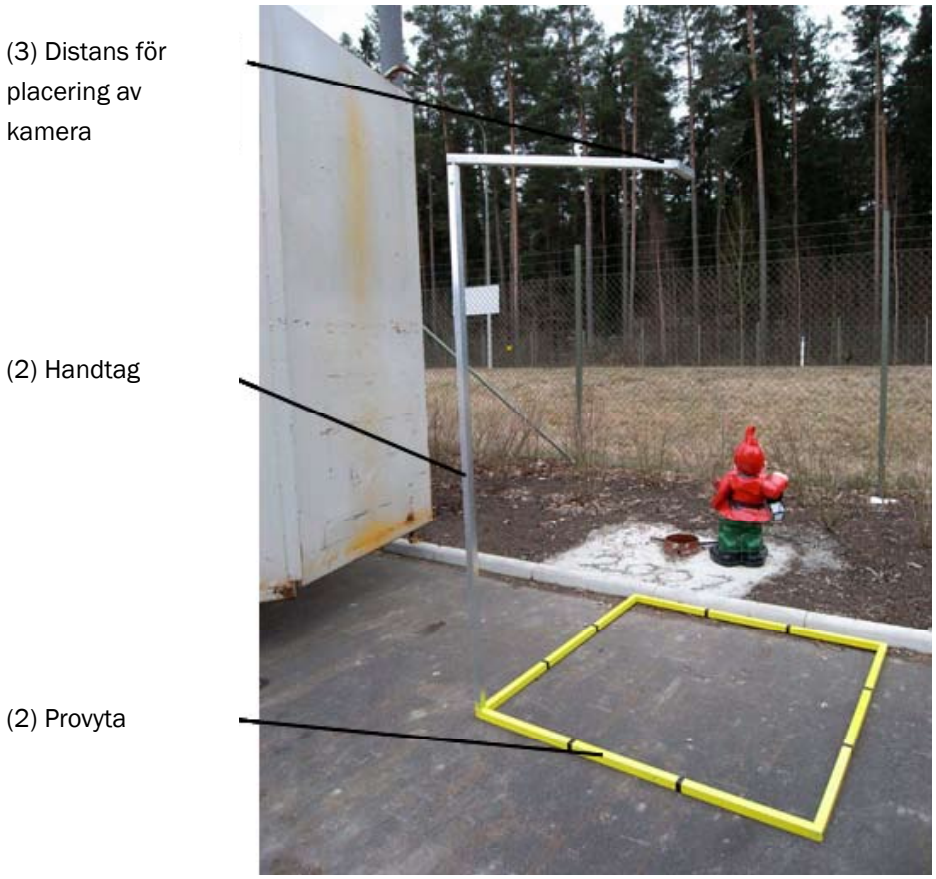
Det förekommer en mängd inventeringsmetoder i litteraturen, framförallt inom området Ekologi där de används för att kartlägga förekomsten av olika växt- och djurarter i biotoper (Ringvall et al., 2000a; Henderson, 2003; Ecke, 2007). Vid sådana inventeringar är det i princip alltid nödvändigt att göra någon form av urval av det som ska inventeras. Så är också fallet här eftersom det skulle vara alldeles för tidskrävande att vid varje mätning med metoden analysera allt avfall i en container. Det förekommer flera olika urvalsprinciper. Ofta delas studieobjektet först in i ett antal linjer, band eller rutor. Ett visst antal av dessa väljs sedan slumpmässigt eller selektivt ut för själva inventeringen. Hur urvalet görs och hur många linjer, band eller rutor som måste inventeras för att få tillförlitliga resultat beror helt på studiernas förutsättningar och syften (Henderson, 2003).

I det koncept som togs fram i projektet görs urvalet av avfall med hjälp av en kvadratisk provyta. I figur 4 ses den slutliga versionen av denna provyta. Varje mätning går till så att provytan placeras plant, direkt uppe på avfallet i containern. För att möjliggöra relativa, jämförande undersökningar och undvika oönskade variationer mellan mätningarna placeras provytan alltid på samma plats, så kallat selektivt urval (Henderson, 2003). Den plats som valdes var det närmaste, vänstra hörnet av containern sett från containerområdet, se figur 3. Anledningen till detta val var framförallt att göra placeringen av provytan så snabb och enkel som möjligt. Med hjälp av det långa handtaget (se figur 4) är det lätt att placera och hålla provytan på plats när man står vid containers kortsida på containerområdet. Provytan måste emellertid vara gjord av ett relativt lätt material annars blir den för otymplig att hantera. Den första prototypen som gjordes i projektet var av fyrkantsjärn men den gjordes senare om i det lättare materialet aluminium.



Figur 3. Schematisk illustration av provytans fasta placering. Containerområdet utgör den plats dit besökarna kommer för att slänga sitt avfall i containern.

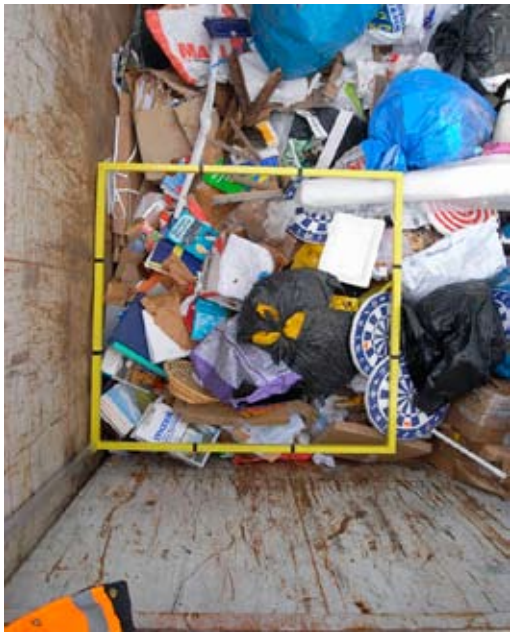
När provytan väl är på plats i containern fotograferas avfallet med en digitalkamera. Kameran måste ha en relativt god vidvinkel så att bilden fångar upp hela provytan (en digitalkamera av märket RICOH CAPLIO GX100 användes i projektet). I och med provytans placering i containern behöver kameran inte sättas fast i någon ställning eller liknande utan kan helt enkelt hållas i handen vid själva fotograferingen. Efter bara några få provmätningar blev det dock uppenbart att kamerans placering måste standardiseras. Detta för att bilderna från olika mätningar ska bli så identiska som möjligt och därmed ge samma förutsättningar för den efterkommande inventeringen. En distans monterades därför längst upp på provytans handtag (se figur 4) mot vilken kameran alltid ska hållas när bilden tas. Distansen markerar provytans centrum och avfallet fotograferas därifrån med maximal vidvinkel det vill säga ingen zoom.



Figur 4. Den slutliga versionen av provytan. Hela konstruktionen består av tre delar: (1) själva provytan som är målad i avvikande färg (signalgul) och 1,5 m² i innermått, (2) ett 2 meter långt handtag som används för att placera och hålla provytan på rätt plats i containern och (3) en distans som markerar var kameran ska placeras när avfallet fotograferas.

Givetvis är det alltid önskvärt att få med en så stor och representativ andel av avfallet som möjligt vid varje mätning (Dahlén och Lagerkvist, 2007). I projektet ställdes detta emot två andra centrala kriterier för mätmetodens användbarhet – att den ska vara snabb och enkel. Den provyta som utvecklades i projektet är 1,5 m^2 i innermått vilket innebär att den utgör 10 procent av en containers totala yta. Endast det avfall som är synligt på bilden, det vill säga själva ytskiktet i containern, och som är innanför provytan ingår i mätningen. På grund av att en så pass liten andel av avfallet inventeras vid varje tillfälle är det inte sannolikt att en enskild mätning med metoden säger så mycket avfallets sammansättning (Henderson, 2003). Fördelen med konceptet är emellertid att det är snabbt och enkelt och förhoppning var att genom att utföra flera, oberoende mätningar erhålla ett tillförlitligt underlag för hur avfallet är sorterat. I figur 5 visas några exempel på hur bilderna av avfallet, som i nästa moment ska inventeras, ser ut när det ovanstående konceptet använts.

Fraktion: Metall



Fraktion: Brännbart

Figur 5. Exempel på hur bilderna av avfallet ser ut när det utvecklade konceptet för urval och fotografering använts. Bilderna är i naturlig storlek det vill säga ingen zoom har använts vid fotograferingen.

3.1.2 Inventering av bilder av avfall

För att förbättra möjligheterna att identifiera olika typer av föremål i avfallet måste bilderna inventeras i ett bildredigeringsprogram. Det program som användes i projektet var Photoshop vilket ger goda möjligheter att zooma och vid behov även ändra bildens kontrast, ljusförhållanden, etc.

Även själva inventeringen av bilderna måste givetvis standardiseras för att resultaten från mätningarna ska bli tillförlitliga. Av den anledningen utvecklades ett inventeringsformulär bestående av två delar: (1) en del som beskriver riktlinjer för hur bilderna ska inventeras och (2) ett protokoll i vilket den som utför inventeringen dokumenterar sina observationer. Dessa formulär återfinns i Appendix.

Ett första steg i att ta fram riktlinjer för inventeringen (1) var att besluta vad olika fraktioner ska respektive inte ska innehålla för avfall. Till stor del baserades detta på Tekniska Verken i Linköping AB:s önskemål om hur avfallet ska sorteras på just denna återvinningscentral. Förutom sådana specifika detaljer togs även mer generella riktlinjer fram för hur inventeringen ska utföras. Dessa riktlinjer baserades på erfarenheter från provmätningarna. Att dokumentera avfallet i en container kan vara mycket tidkrävan-

de och göras i princip hur detaljerat som helst. En central förenkling som gjordes tidigt i projektet var därför att endast dokumentera de felsorterade föremålen inom provytan. Inventeringen blir då avsevärt snabbare än om samtliga föremål ska bokföras. Enda begränsningen med detta upplägg är egentligen att resultaten inte täcker in den totala sorteringskvaliteten det vill säga hur mycket avfall som både är rätt respektive felaktigt sorterat. För sådana ändamål används normalt mer invecklade och tidskrävande metoder som plockanalys (se Ohlsson och Retzner, 1998; RVF Utveckling, 2005). Vid behov går emellertid sådana analyser även att göra med den utvecklade mätmetoden, vilket vi återkommer till i kapitlet 3.3 Analys och utvärdering av mätmetoden.

Provytan utgör gräns för vilka föremål som ska ingå i inventeringen. I det koncept som togs fram räcker det med att ett föremål har någon del innanför provytans ramverk för att det ska räknas med. Detta är bara ett av flera möjliga sätt att definiera provytans gränser (Ringvall et al., 2000a; Henderson, 2003). Ett alternativ vore att endast räkna de felsorterade föremål av vilka hälften eller mer är innanför provytan. Sådana gränsdragningar ger dock upphov till flera subjektiva bedömningar och tar längre tid i och med att inventeraren i varje enskilt fall tvingas avgöra hur stor del av olika föremål som egentligen är innanför provytan. I och med att mätmetoden framförallt är avsedd som ett undersökande och relativt verktyg fungerar den valda gränsdragningen sannolikt lika bra som någon annan. Det centrala är att provytans gränser alltid hanteras på samma sätt.

Ibland förekommer det föremål som består av flera material i avfallet. Därför utarbetades gränser för när ett sådana föremål ska bedömas som felsorterat. Gränserna är givetvis olika för olika avfallsfraktioner, se Appendix. För brännbart avfall beslutades i samråd med Tekniska Verken i Linköping AB att ett föremål räknas som felsorterat om mer än ¼ består av ett material som inte ska sorteras i denna fraktion, t ex metall. Det går inte komma ifrån att detta ger upphov till subjektiva bedömningar i och med att det är upp till inventeraren att avgöra ett visst föremåls sammansättning. Gränserna utgör emellertid ett hjälpmedel för att göra sådana bedömningar och den som ska utföra inventeringen bör vara kapabel att avgöra ett föremåls ungefärliga materialsammansättning – är det 10, 50 eller 80 procent metall? En annan typ av föremål som orsakar problem vid inventeringen är olika typer av emballage som innehåller avfall, framförallt i fraktionen Brännbart. Vid inventeringen av bilderna finns det oftast ingen möjlighet att avgöra vad fulla sopsäckar, plastpåsar, kartonger, etc. innehåller. Även om sådana föremål inte nödvändigtvis behöver innehålla felaktigt sorterat avfall, kan de innehålla i princip vad som helst och utgör därmed en osäkerhetskälla vad gäller avfallets sammansättning. Av den anledningen beslutades det att förekomsten av sådana föremål alltid ska dokumenteras vid inventeringen.

Det inventeringsprotokoll som utarbetades (2) består av en tabell med fem kolumner (se Appendix). I första kolumnen fyller inventeraren i vilken typ av avfall det felsorterade föremålet utgör. Till sin hjälp har inventeraren ett antal förutbestämda kategorier, allt för att förenkla och göra inventeringen så snabb som möjligt. Dessa kategorier baseras på tidigare resultat från ett treårigt forskningsprogram där vanliga typer av felsortering på återvinningscentraler kartlades (Krook et al., manuskript). Föremål som består av flera material förs in under den kategori som bäst överensstämmer med föremålets materialsammansättning. Om ingen av de förtryckta kategorierna passar finns även en kategori där inventeraren kan dokumentera andra typer av felsortering. Slutligen finns en kategori som benämns Okänt/svårbedömt. Här bokförs allt emballage vars innehåll inte går att avgöra. Även andra typer av föremål som inventeraren av någon anledning har svårt att bedöma förs in under denna kategori.

I protokollets andra kolumn fyller inventeraren i antalet av en viss typ av föremål som förekommer inom provytan. Vid behov kan sedan föremålens ungefärliga materialsammansättning beskrivas i de två efterföljande kolumnerna. I protokollets sista kolumn finns möjlighet för inventeraren att lämna förtydligande kommentarer (t ex sannolikt innehåll i en sopsäck).

3.2 Fullskaleförsök

När provmätningarna var avslutade testades mätmetoden i full skala under nio veckors tid. Under hela perioden fotograferade personalen på återvinningscentralen avfallet i de fyra studerade fraktionerna vid två tillfällen per vecka. På anläggningen finns totalt 4 stycken containrar för Brännbart avfall, 3 för Träavfall, 2 för Metall och endast en container för fraktionen Deponi. Så vid varje tillfälle togs alltså totalt tio bilder av avfall. Anledningen till att avfallet inte fotograferades vid mer än två tillfällen per vecka var att säkerställa oberoende mätningar det vill säga att inte samma avfall inventerades flera gånger. Bilderna laddade personalen ner på en dator och skickade via E-mail till Joakim Krook på Industriell miljöteknik vid Linköpings universitet som utförde själva inventeringarna. Totalt gjordes över 90 stycken mätningar med metoden under fullskaleförsöket: 25 stycken bilder inventerades av Brännbart, Träavfall respektive Metall och 17 stycken av Deponi. Under hela perioden dokumenterades även hur pass resurs- och tidskrävande den utvecklade mätmetoden var.

Figur 6. Personalen på återvinningscentralen Malmen som föredömligt tog alla bilder av avfallet under fullskaleförsöket. Från vänster, Hassan, Lennart och Göran.

3.3 Analys och utvärdering av mätmetoden

När resultaten från fullskaleförsöket sammanställts analyserades först vilka huvudtyper av felsortering som förekom i de olika fraktionerna. Av speciellt intresse var att fastställa vid vilket antal mätningar med metoden en mättnad uppstår det vill säga när inga fler typer av felsortering längre identifieras. För den som ska använda metoden är sådan information central eftersom den indikerar hur många mätningar som måste göras för att kartlägga felsorteringen i en avfallsfraktion (jmf Dahlén och Lagerkvist, 2007). De identifierade typerna av felsortering rangordnades sedan efter hur pass vanligt förekommande de var vid mätningarna. Även här gick analysen till stor del ut på att kartlägga hur antalet mätningar påverkar den inbördes rangordningen mellan olika felsorteringar.

Även möjligheten att göra absoluta mätningar med metoden analyserades i denna del av projektet det vill säga att mäta hur stor andel av avfallet i en fraktion som totalt sett är rätt respektive felaktigt sorterat. Detta gjordes endast för fraktionen Brännbart. Anledningen till att just denna fraktion valdes är att den har en av de mest komplexa sammansättningarna på återvinningscentraler. Fungerar mätmetoden på denna fraktion är det följaktligen mycket som talar för att den även borde fungera på andra typer av avfall.

För att kunna beräkna den totala sorteringskvaliteten i brännbart avfall måste man förutom antalet felsorterade föremål även veta det totala antalet föremål i fraktionen. Först beräknades medelvärdet för antalet felsorterade föremål inom provytan baserat på mätningarna från fullskaleförsöket. Därefter valdes 10 stycken av dessa mätningar slumpmässigt ut och bilderna inventerades igen, fast nu dokumenterades det totala antalet föremål inom provytan. Baserat på dessa 10 inventeringar kunde ett schablonvärde beräknas för det totala antalet föremål provytan normalt innehåller. Slutligen beräknades den totala sorteringskvaliteten för fraktionen uttryckt som procentandel av alla föremål som är rätt respektive felaktigt sorterade eller vars innehåll är okänt.

3.3.1 Validering av mätmetodens tillförlitlighet

För att kunna utvärdera mätmetodens tillförlitlighet behövdes ett referensvärde för avfallets ”verkliga” sammansättning. En omfattande plockanalys av brännbart avfall genomfördes därför under fullskaleförsöket och dessa resultat jämfördes sedan med resultaten från mätmetoden.

Figur 7. Översiktsbild av en del av det brännbara avfall som sorterades igenom vid plockanalysen.

En hel container av brännbart avfall från återvinningscentralen Malmen valdes ut för plockanalysen. Det tog två hela dagar (måndag–tisdag) att fylla containern och den innehöll totalt 2860 kg brännbart avfall. En central fråga var om denna mängd var tillräcklig för att ge ett representativt urval av avfallets verkliga sammansättning? Under månaderna april och maj är medelantalet besökare per vecka ca 2800 stycken på återvinningscentralen. Tidigare forskning har visat att lite drygt 60 procent av dessa besökare slänger avfall i fraktionen Brännbart (Porsborn, 2004), alltså 1680 besökare per vecka. Antalet containrar brännbart avfall som i medeltal samlas in under dessa månader är på Malmen ca 10 stycken per vecka. Detta räkneexempel ger att lite drygt 150 stycken besökare oberoende av varandra slängt avfall i den analyserade containern, vilket i sin tur borde innebära att en stor del av den variation som kan förekomma i avfallets sammansättning täcks in. Mängden avfall som ingick i plockanalysen är dessutom relativt stor i jämförelse med den provmängd (ca 1 ton) som normalt används för en hel sorteringskampanj av hushållens säck- och kärlavfall (RVF Utveckling, 2005; Dahlén och Lagerkvist, 2007).

Plockanalysen gick till så att hela containerns innehåll först tippades ut på en stor, rengjord och asfalterad yta. Analysen fokuserade på det felsorterade avfallet medan det som var rätt sorterat bara lades åt sidan. Det felsorterade avfallet sorterades i så stor utsträckning efter samma kategorier som använts

vid inventeringarna med mätmetoden. Varje kategori av avfall lades i en egen behållare bestående av en truckpall med tre stycken pallkragar, se figur 8. Allt eftersom behållarna blev fulla vägdes de och tömdes sedan för att kunna användas på nytt.

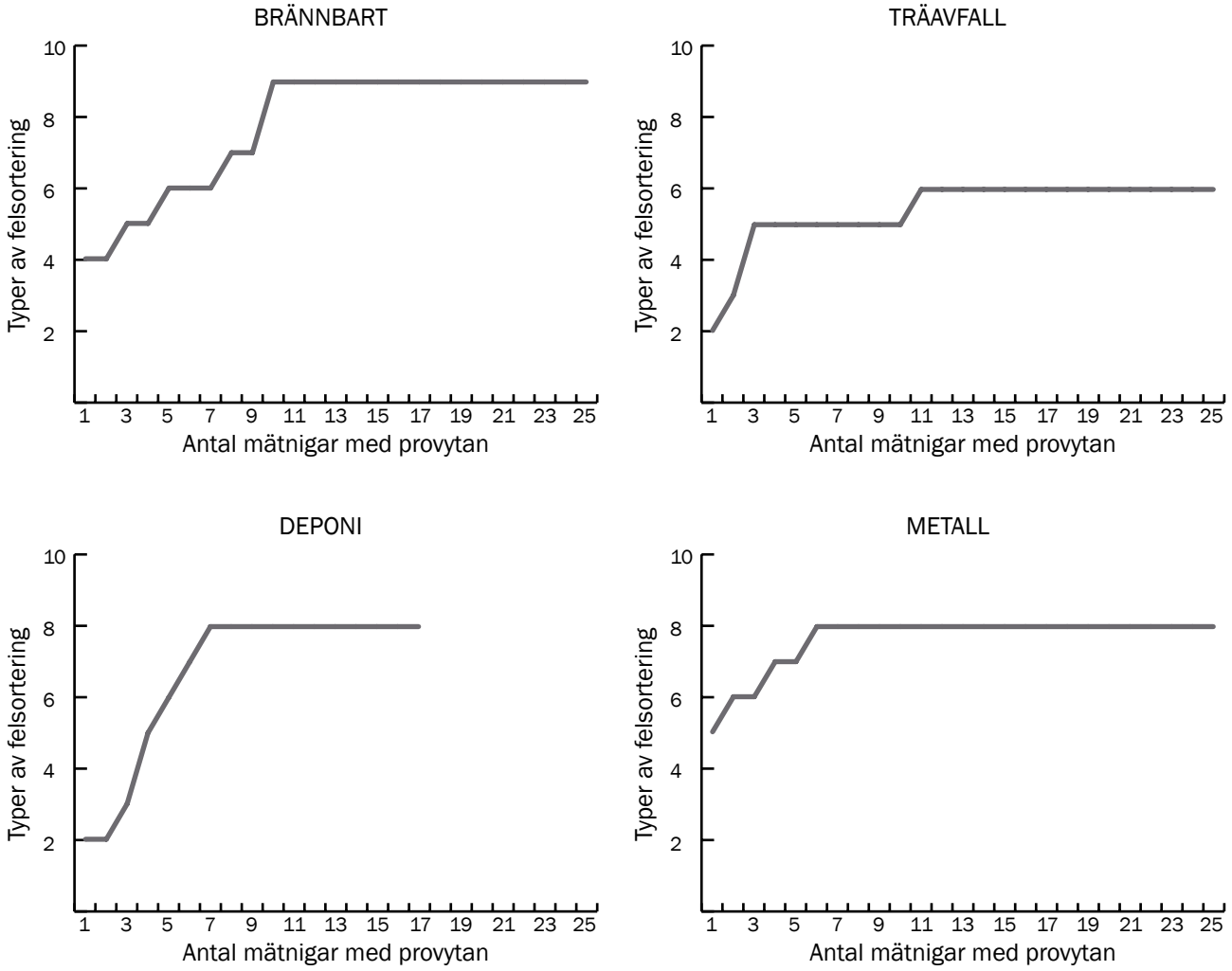
Figur 8. Allt avfall i containern (2860 kg) sorterades igenom vid plockanalysen, lades i olika behållare och vägdes med en palltruck utrustad med digital våg (noggrannhet på 0,5 kg).

Plockanalysen utfördes i två steg. Först sorterades och vägdes endast det friliggande avfallet i containern. Emballage bestående av fulla sopsäckar, plastpåsar, kartonger, etc. lades då tillfälligt åt sidan. I nästa steg vägdes sedan allt emballage. Därefter gjordes ett slumpmässigt urval av 15 stycken emballage (ca 20 viktsprocent av allt emballage i containern) vars innehåll analyserades enligt samma procedur som använts för det friliggande avfallet. Sammansättningen i detta urval fick alltså representera sammansättningen av allt det avfall som låg i emballage i containern. När plockanalysen var avslutad beräknades den totala sorteringskvaliteten av avfallet uttryckt i viktsprocent.

4. RESULTAT FRÅN MÄTNINGARNA MED PROVYTAN

4.1 Identifiering av olika typer av felsortering – när uppstår mättnad?

Vid mätningarna med provytan identifierades ett antal huvudtyper av felsortering i varje fraktion. Antalet typer varierade för de olika fraktionerna. Flest typer av felsortering förekom i Brännbart (9 stycken), tätt följt av fraktionerna Metall (8 stycken) och Deponi (8 stycken), och minst antal typer identifierades i Träavfall (6 stycken). Redan efter lite drygt fem mätningar med provytan hade samtliga typer av felsortering kartlagts i fraktionerna Metall och Deponi, se figur 9. För Brännbart och Träavfall krävdes något fler mätningar (10 respektive 11 stycken). Resultaten visar följaktligen att ca 10 mätningar med provytan är tillräckligt för att kartlägga felsorteringen i en fraktion. Ännu fler mätningar ger inte någon ytterligare information utan en mättnad i antalet typer av felsortering som kan identifieras med provytan har redan uppnåtts.



Figur 9. Ackumulativt antal typer av felsortering som identifierades i fraktionerna Brännbart, Träavfall, Deponi och Metall vid ökande antal mätningar med den utvecklade metoden.

4.2 Rangordning av felsortering

De identifierade typerna av felsortering kan rangordnas efter hur pass vanligt förekommande de är. Ett sätt att göra detta på är att analysera frekvensen av felsortering det vill säga i hur stor andel av mätningarna med provytan en viss typ av avfall förekommer. Även här visar resultaten att ca 10 mätningar är tillräckligt för att skapa en inbördes rangordning mellan de olika typerna av felsortering, se figur 10. Fler mätningar leder visserligen till att skillnaderna mellan olika felsorteringar blir tydligare men detta resulterar endast i mindre förändringar av den ursprungliga rangordningen. Det bör poängteras att oftast räcker det med ca 5 mätningar med provytan för att identifiera de mest frekvent förekommande felsorteringarna i en fraktion (topp 3).

BRÄNNBART	
10 mätningar*	25 mätningar*
Well/pappersförp. (100)	Well/pappersförp. (100)
Tidningar (70)	Tidningar (56)
Trä (60)	Trä (48)
Hårdplast (30)	Hårdplast (32)
Plastförp. (30)	Plastförp. (24)
Metall (20)	Metall (12)
Farligt avfall (10)	Farligt avfall (4)
Deponi (10)	Deponi (4)
Trädgårdsavfall (10)	Trädgårdsavfall (4)

TRÄAVFALL	
11 mätningar*	25 mätningar*
Tryckimpregnerat trä (55)	Tryckimpregnerat trä (60)
Plast (45)	Plast (44)
Metall (45)	Metall (28)
Deponi (18)	Well/övrigt papper (24)
Well/övrigt papper (9)	Deponi (8)
Elektronik (9)	Elektronik (4)

DEPONI	
7 mätningar*	17 mätningar*
Plast (100)	Plast (94)
Well/övrigt papper (57)	Well/övrigt papper (65)
Returglas (57)	Returglas (59)
Metall (57)	Metall (53)
Trä (14)	Trä (24)
Textil (14)	Textil (12)
Farligt avfall (14)	Farligt avfall (12)
Elektronik (14)	Elektronik (6)

METALL	
6 mätningar*	25 mätningar*
Metallförp. (83)	Plast (72)
Plast (67)	Metallförp. (68)
Elektronik (50)	Elektronik (40)
Trä (50)	Trä (36)
Well/övrigt papper (50)	Well/övrigt papper (24)
Farligt avfall (17)	Farligt avfall (8)
Glas (17)	Glas (8)
Textil (17)	Textil (8)

Figur 10. Rangordning mellan olika typer av felsortering i Brännbart, Träavfall, Deponi och Metall baserat på frekvens. Med frekvens menas här andelen av alla mätningar med provytan där en viss typ av felsortering förekom. I figuren uttrycks frekvensen i procent och visas inom parenteserna.
** antalet mätningar då alla typer av felsortering har identifierats i fraktionen.*
*** totalt antal mätningar som har utförts i projektet.*

Ett alternativ till frekvens är att istället basera rangordningen på vilken andel en viss typ av felsortering utgör av det totala antalet felsorterade föremål i fraktionen. En sådan rangordning inför ytterligare en dimension i och med att den, förutom frekvens, även till viss del tar hänsyn till mängden avfall (det vill säga antalet felsorterade föremål). Resultaten visar dock att rangordningen mellan olika felsorteringar blir liknande vare sig den baseras på frekvens eller antal föremål, jmf figur 10 och figur 11. Det förekommer emellertid vissa skillnader. Baseras rangordningen på antal föremål blir vissa typer av felsortering klart mer dominerande än när frekvens används. Bra exempel på detta är tidningar och wellpapp i fraktionen Brännbart och tryckimpregnerat trä i Träavfall. Även för fraktionerna Deponi och Metall

förekommer vissa skillnader. Exempelvis så utkristalliseras felsortering av returglas som mer vanligt i Deponi om rangordningen baseras på antal föremål. En liknande slutsats kan dras för metallförpackningar i fraktionen Metall.

BRÄNNBART	
10 mätningar*	25 mätningar*
Tidningar (56)	Tidningar (49)
Well/pappersförp. (34)	Well/pappersförp. (39)
Trä (3,5)	Trä (4,5)
Plastförp. (2)	Plastförp. (2,5)
Hårdplast (1,5)	Hårdplast (2,5)
Metall (1,5)	Metall (1)
Farligt avfall (0,5)	Farligt avfall (0,5)
Deponi (0,5)	Deponi (0,5)
Trädgårdsavfall (0,5)	Trädgårdsavfall (0,5)

TRÄAVFALL	
11 mätningar*	25 mätningar*
Tryckimpregnerat trä (60)	Tryckimpregnerat trä (68)
Plast (11)	Plast (12)
Metall (11)	Well/övrigt papper (8)
Deponi (11)	Metall (6)
Well/övrigt papper (5)	Deponi (5)
Elektronik (2)	Elektronik (1)

DEPONI	
7 mätningar*	17 mätningar*
Plast (57)	Plast (45)
Returglas (14)	Returglas (23)
Metall (11)	Well/övrigt papper (13)
Well/övrigt papper (9)	Metall (9)
Elektronik (3)	Trä (7)
Trä (2)	Textil (1)
Textil (2)	Farligt avfall (1)
Farligt avfall (2)	Elektronik (1)

METALL	
6 mätningar*	25 mätningar*
Metallförp. (42)	Metallförp. (40)
Plast (20)	Plast (25)
Trä (13)	Trä (14)
Elektronik (11)	Elektronik (9)
Well/övrigt papper (9)	Well/övrigt papper (9)
Glas (2)	Farligt avfall (1)
Textil (2)	Glas (1)
Farligt avfall (1)	Textil (1)

Figur 11. Rangordning mellan olika typer av felsortering i Brännbart, Träavfall, Deponi och Metall baserat på vilken andel de utgör av det totala antalet felsorterade föremål som identifierats vid mätningarna med provytan. Andelen uttrycks i procent och visas inom parenteserna.
** antalet mätningar då alla typer av felsortering har identifierats i fraktionen.*
*** totalt antal mätningar som har gjorts i projektet.*

För att kunna förstå orsakssamband och ta fram genomtänkta åtgärder för bättre sortering behövs olika typer av information. Resultaten från mätmetoden utgör den första grundläggande information som återvinningscentraler behöver. Förutom sådan information om omfattningen av olika typer av felsortering krävs även insikt i vilka faktorer som i praktiken påverkar sorteringen. Det senare måste till stor del baseras på återvinningscentralernas egna erfarenheter men det finns även generella översikter av bakomliggande orsaker till felsortering som kan utgöra ett stöd i detta arbete (se Engkvist et al., 2008).

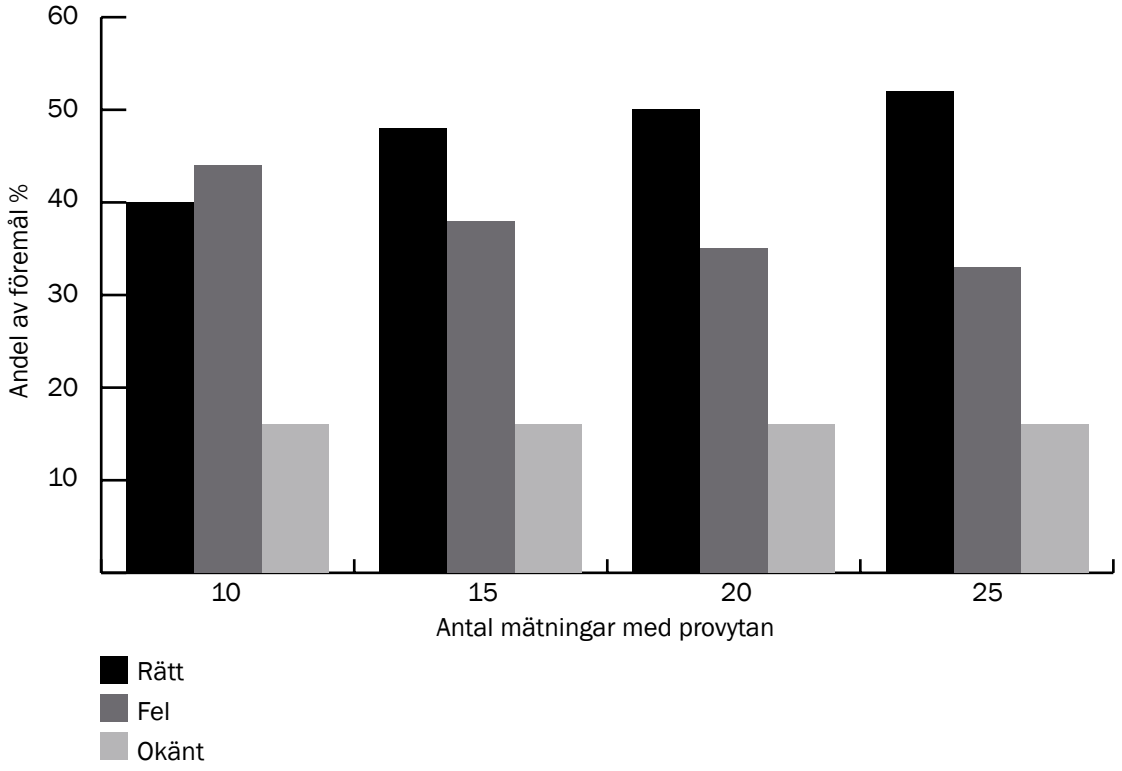
För att sedan ta fram konkreta, riktade åtgärder måste orsakssambanden mellan den felsortering som förekommer och de bakomliggande faktorer som påverkar sorteringen klargöras. Ofta finns det emellertid flera möjliga orsaker till en viss typ av felsortering. Den kan exempelvis bero på återvinningscentralers utformning (skyltning, tillgängliga avfallsfraktioner, placering av containrar, etc.) och driftförhållanden (öppettider, bemanning, etc.) och på besökares förkunskaper och attityder. Att fastställa tydliga orsakssamband kan därför vara svårt. Följaktligen får man inte vara rädd för att misslyckas utan för att komma till rätta med en viss typ av felsortering kan det vara nödvändigt att planera, införa och utvärdera flera olika typer av åtgärder.

Resultaten från mätmetoden kan också användas för att utvärdera om de åtgärder som införts ledde till avsedd effekt. Detta görs genom att baserat på mätningarna med metoden besvara frågor av typen: Vilka typer av felsortering försvann, minskade omfattningen av några felsorteringar, tillkom några andra typer av felsortering som en följd av åtgärden? När mätmetoden används som ett utvärderande verktyg krävs emellertid att ett tillräckligt antal mätningar (ca 10 stycken) görs både innan och efter att åtgärden införts.

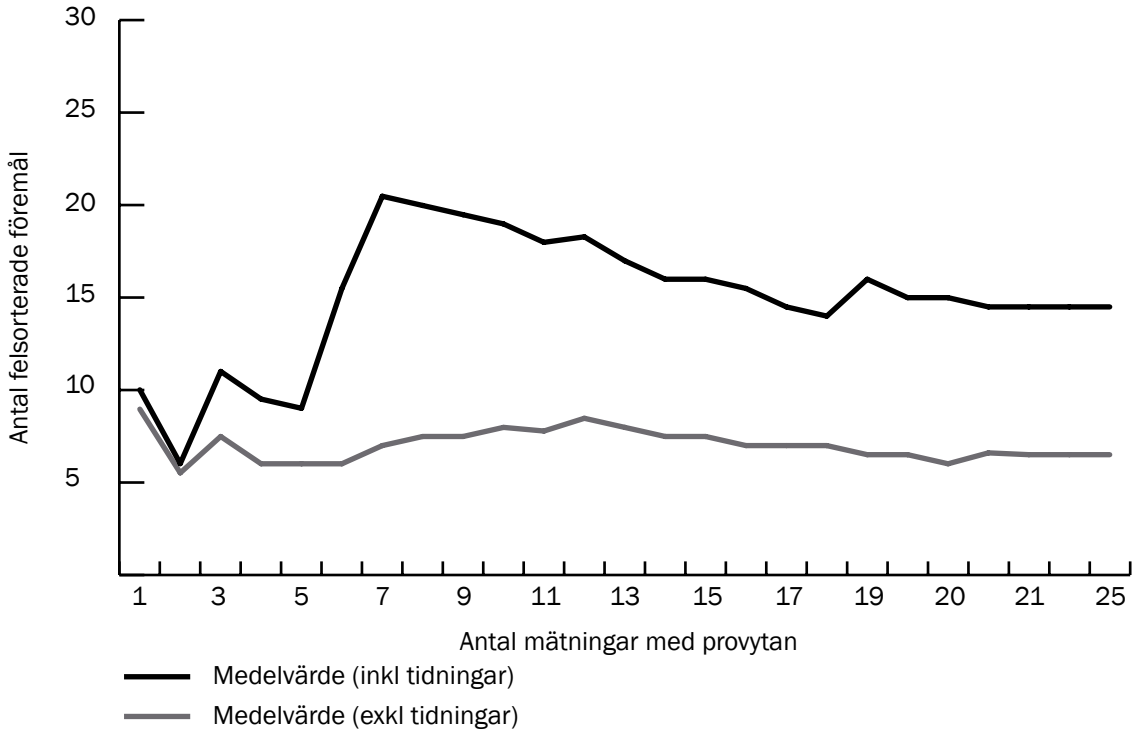
4.3 Total sorteringskvalitet – provytan som en absolut mätmetod

De resultat från mätmetoden som hittills presenterats är av central betydelse i ett ständigt förbättringsarbete men säger egentligen inte så mycket om hur sorteringen fungerar i stort. Vill man kunna utvärdera verksamheten på återvinningscentraler måste istället den totala sorteringskvaliteten analyseras. Med detta menas hur stor andel av avfallet som totalt sett är felaktigt respektive rätt sorterat. I projektet har mätmetodens lämplighet för sådana absoluta kvalitetsmätningar testats på fraktionen Brännbart. Följaktligen har samtliga föremål, det vill säga både de som är rätt och felaktigt sorterade, inom provytan dokumenterats vid mätningarna i just denna fraktion.

I figur 12 visas den totala sorteringskvaliteten för brännbart avfall baserat på olika antal mätningar med provytan. Sorteringskvaliteten uttrycks som andelen av det totala antalet föremål i fraktionen som är rätt respektive felaktigt sorterat eller vars innehåll inte gick att fastställa vid inventeringen (t ex full sopsäckar, plastpåsar, kartonger, etc.). Resultaten visar att sorteringskvaliteten är betydligt lägre vid 10 mätningar jämfört med 15, 20 och 25 mätningar med provytan. Från och med 15 mätningar sker dock endast mindre förändringar – andelen rätt och felaktigt sorterade föremål i fraktionen ligger relativt konstant runt ca 50 procent respektive 35 procent.



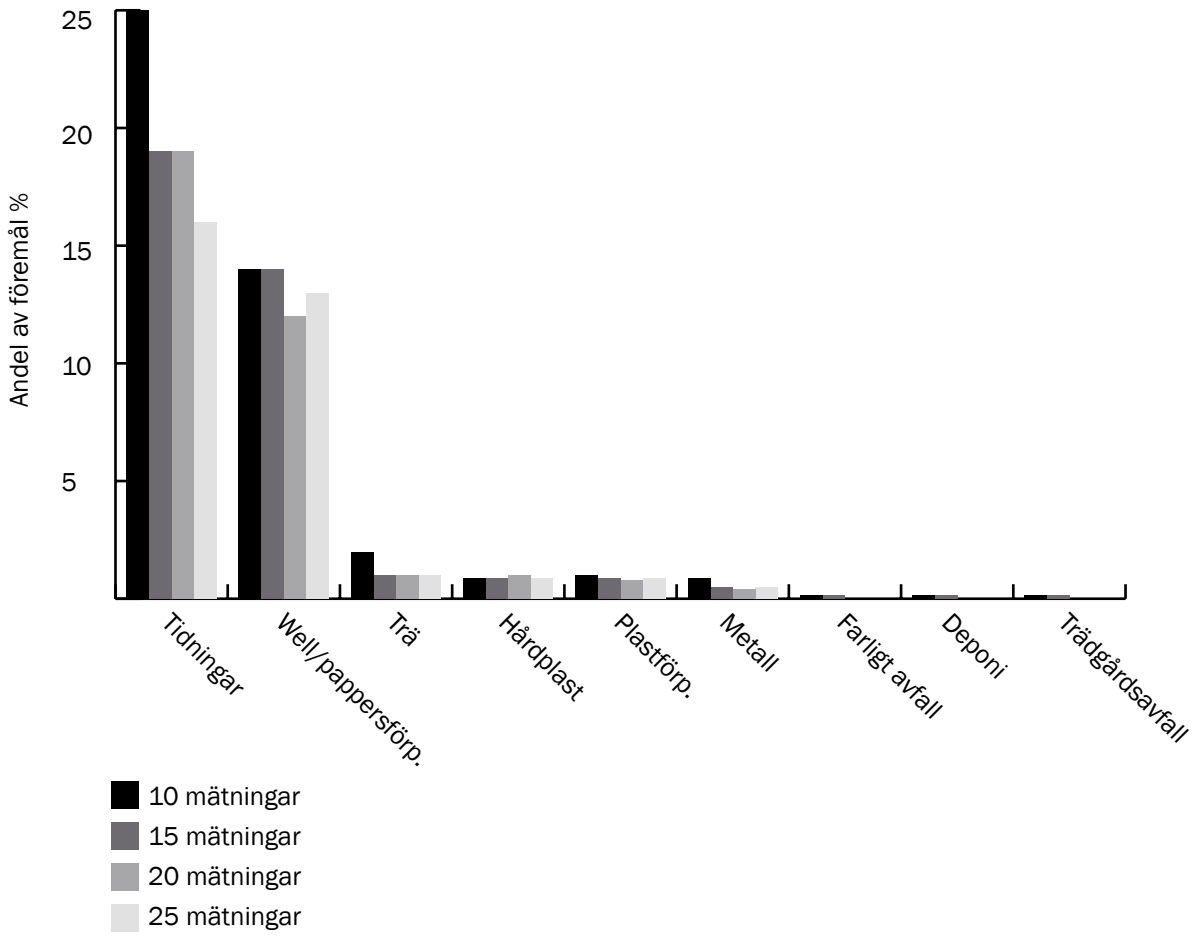
Figur 12. Andelen av alla föremål inom provytan som var sorterade rätt respektive fel eller vars innehåll var okänt i fraktionen Brännbart. Andelen har beräknats baserat på medelvärden.



Figur 13. Medelvärdet av antalet felsorterade föremål i Brännbart efter olika antal mätningar med provytan.

Resultaten indikerar alltså att för att mäta den totala sorteringskvaliteten krävs något fler mätningar med provytan än när endast omfattningen av olika typer av felsortering ska analyseras. En viktig orsak till detta är att förekomsten av vissa, enskilda typer av avfall varierar kraftigt mellan mätningarna. För brännbart avfall gäller detta speciellt tidningar. Vid vissa mätningar finns inga eller endast ett fåtal tidningar medan detta avfall andra gånger utgör en mycket stor andel av föremålen inom provytan. Fenomenet blir tydligt när medelvärdet av antalet felsorterade föremål vid olika antal mätningar med metoden studeras, se figur 13. Vid ett fåtal mätningar varierar medelvärdet kraftigt för att sedan plana ut efter ca 15 mätningar. Bortser man däremot från just tidningar varierar medelvärdet betydligt mindre.

Ett mer detaljerat sätt att beskriva den totala sorteringskvaliteten på ges i figur 14. Från de resultaten kan man konstatera att några få enskilda typer av felsortering utgör en mycket stor andel av avfallet när sorteringskvaliteten baseras på antal föremål. De andra felsorteringarna står generellt sätt för små andelar av avfallet i fraktionen. En omedelbar fråga som då infinner sig är om dessa resultat från mätmetoden egentligen säger något om avfallets ”verkliga” sorteringskvalitet, även i vikt räknat. Denna centrala frågeställning besvaras i nästa kapitel.



Figur 14. De olika typerna av felsortering i brännbart avfall uttryckt som procentandel av det totala antalet föremål inom provytan vid olika antal mätningar med metoden.

5. ÄR RESULTATEN FRÅN MÄTNINGARNA MED PROVYTAN TILLFÖRLITIGA?

I projektet har en plockanalys av brännbart avfall genomförts för att fastställa avfallets ”verkliga” sammansättning i viktprocent. Resultaten från denna analys används här för att utvärdera hur pass tillförlitliga mätningarna med den utvecklade metoden egentligen är. En beskrivning av metoden för plockanalysen ges i kapitlet 3.3.1 Validering av mätmetodens tillförlitlighet.

5.1 Identifiering och rangordning av felsortering

Det kan konstateras att i stort sätt samma typer av felsortering identifierades vid plockanalysen som vid mätningarna med provytan i fraktionen Brännbart, figur 15. Enda undantaget är egentligen felsortering av returglas som endast identifierades vid plockanalysen. Rangordningen mellan de olika felsorteringarna är också i princip densamma, undantaget att förekomsten av metall är något vanligare när rangordningen baseras på plockanalysen. Följaktligen fungerar den utvecklade metoden i princip lika bra som plockanalyser för att identifiera och mäta omfattningen av olika typer av felsortering i avfallet.

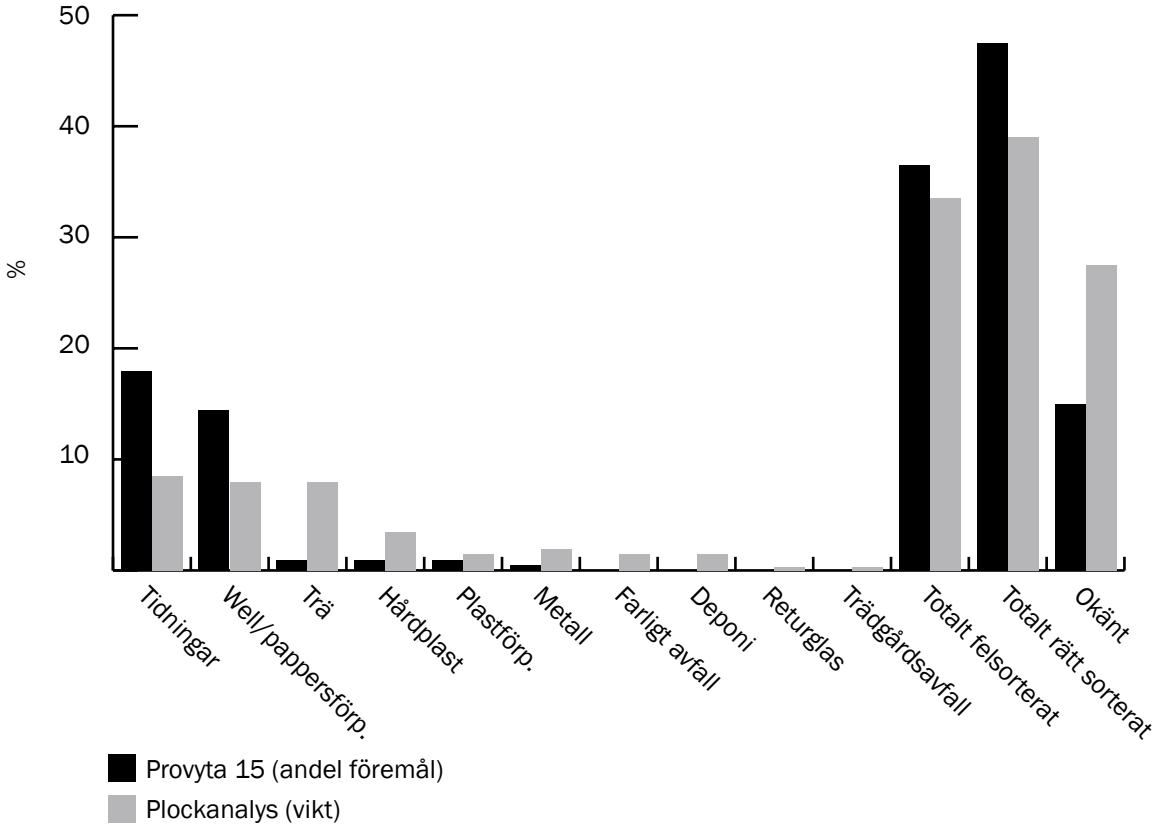
PLOCKANALYS 2860 kg*	MÄTNINGAR MED PROVYTAN 10 mätningar**	MÄTNINGAR MED PROVYTAN 10 mätningar***
Tidningar	Well/pappersförp.	Tidningar
Well/pappersförp.	Tidningar	Well/pappersförp.
Trä	Trä	Trä
Hårdplast	Hårdplast	Plastförp.
Metall	Plastförp.	Hårdplast
Plastförp.	Metall	Metall
Farligt avfall	Farligt avfall	Farligt avfall
Deponi	Deponi	Deponi
Returglas	Trädgårdsavfall	Trädgårdsavfall
Trädgårdsavfall		

Figur 15. Identifierade typer av felsortering i fraktionen Brännbart baserat på resultaten från en plockanalys respektive från mätningarna med provytan. I figuren presenteras de olika typerna av felsortering i fallande ordningen efter hur pass vanligt förekommande de är, från mest till minst vanligt förekommande.
** Rangordning baserad på viktsprocent av total mängd avfall*
*** Rangordning baserad på frekvens av felsortering*
**** Rangordning baserad på antal felsorterade föremål*

5.2 Total sorteringskvalitet

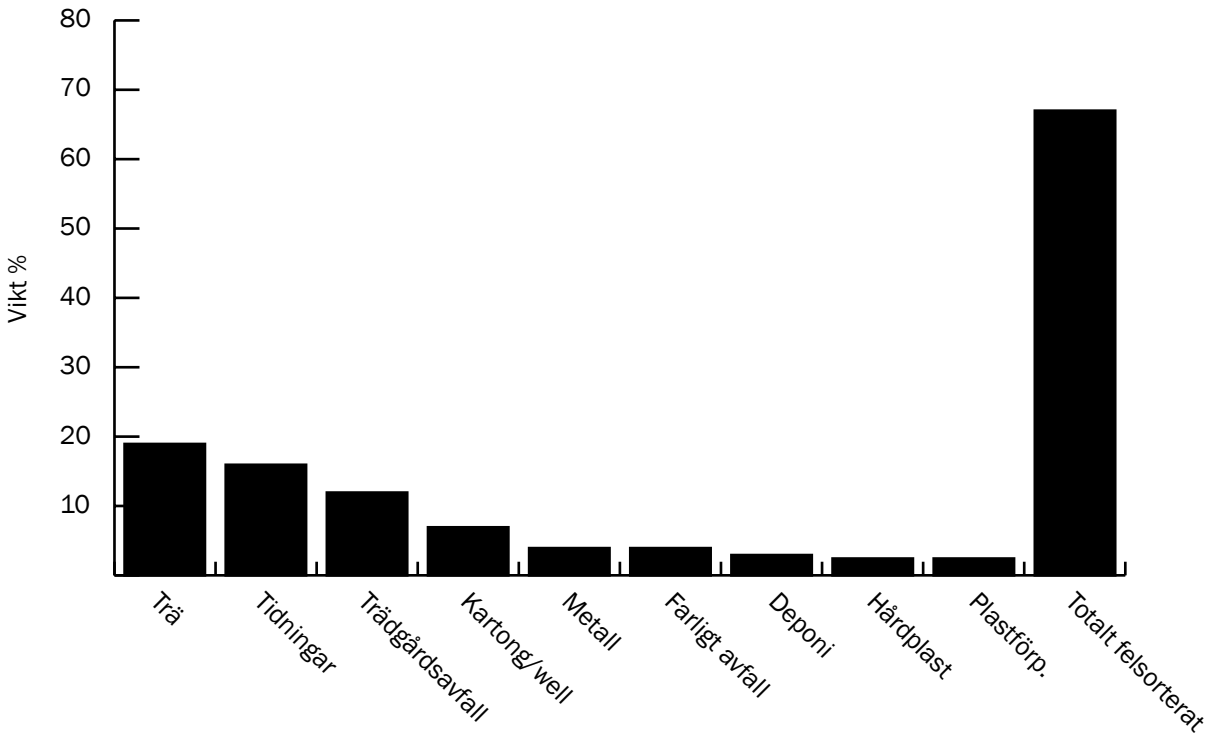
Den återstående frågan är då om provytan även är en tillförlitlig metod för att mäta avfallets totala sorteringskvalitet. Normalt uttrycks sorteringskvalitet i viktsprocent och för detta ändamål används oftast plockanalyser av avfall. Vid mätningar med provytan ignoreras emellertid avfallets vikt och endast antalet av olika typer av avfall bokförs. Sorteringskvaliteten uttrycks därför i procentandel av det totala antalet föremål i avfallet. I figur 16 redovisas hur pass väl denna sorteringskvalitet som baseras på antal

föremål överensstämmer med avfallets ”verkliga” sammansättning, det vill säga sammansättningen i vikt räknat. Inte helt förvånande så blir procentandelen av vissa typer av avfall (t ex tidningar och wellpapp) betydligt högre när sorteringskvaliteten baseras på antal föremål. Anledningen är framförallt att dessa avfall förekommer i stort antal men på grund av att de väger relativt lite i jämförelse med andra avfall får de inte så stort genomslag i vikt räknat. Det omvända gäller för tyngre avfall som inte förekommer lika frekvent i fraktionen (t ex trä och metall) där mätningarna med provytan istället visar på än lägre procentandel av avfallet.



Figur 16. Jämförelse mellan sorteringskvaliteten i brännbart avfall baserat på mätningarna med provytan respektive på resultaten från plockanalysen. För den utvecklade mätmetoden uttrycks sorteringskvaliteten i procentandel av det totala antalet föremål i fraktionen medan den för plockanalysen uttrycks i viktsprocent av allt avfall.

Jämförelsen i figur 16 visar också att andelen farligt avfall är lägre vid mätningarna med provytan än vid plockanalysen. En orsak till detta är att det farliga avfallet ofta utgörs av mindre föremål (sprayburkar, batterier, termometrar, etc.) som lätt trillar ner genom avfallet och därför hamnar i containerns bottenskikt. I och med att den utvecklade mätmetoden endast analyserar ytskiktet av avfallet i containern är dessa föremål svåra att identifiera vid inventeringen. En kanske viktigare orsak är det faktum att farligt avfall ofta påträffas tillsammans med annat avfall i olika typer av emballage. Att endast det friliggande, synliga avfallet i en container kan inventeras vid mätningarna med provytan är en generell begränsning med metoden. Speciellt med tanke på att resultaten från plockanalysen visar att det avfall som återfinns i emballage är betydligt sämre sorterat än det friliggande avfallet i containern, jmf figur 16 och figur 17.



Figur 17. Andelen felsorterat avfall (i viktsprocent) i sopsäckar, plastspåsar, kartonger, etc. vid plockanalysen av en container brännbart avfall.

Trots mätmetodens begränsningar visar resultaten att den är tillräckligt precis för att direkt ge en approximation av hur mycket avfall som totalt sett är rätt respektive felaktigt sorterat, även i vikt räknat, se figur 16. Krävs det av någon anledning mer detaljerad information angående avfallets sammansättning måste emellertid resultaten från mätningarna med provytan på något sätt räknas om, från antal till vikt. Annars kommer sannolikt andelen för vissa, enskilda typer av avfall att över- respektive underskattas. Vi återkommer till detta i diskussionskapitlet.

6. DISKUSSION KRING MÄTMETODENS ANVÄNDBARHET

Baserat på resultaten i denna rapport kan man diskutera många olika saker såsom bakomliggande orsaker till felsortering, möjligheter till förbättringar, miljökonsekvenser, etc. Vi har emellertid valt att endast fokusera på det vi tycker är mest centralt i projektet det vill säga den utvecklade mätmetodens praktiska användbarhet för återvinningscentraler.

6.1 Mätmetodens tillförlitlighet

Ska återvinningscentraler ha någon användning av mätmetoden måste den först och främst ge tillförlitliga resultat. Om inte detta kriterium uppfylls spelar det ingen roll hur utomordentlig bra metoden är i övrigt. Resultaten från projektet visar att mätmetoden i allra högsta grad är tillförlitlig som ett undersökande och relativt verktyg. Återvinningscentraler kan därmed använda den för att identifiera och mäta omfattningen av de felsorteringar som sker i en fraktion vid en viss tidpunkt. Genom att kombinera sådan grundläggande information med kunskap om vilka bakomliggande faktorer som påverkar sorteringen på anläggningen kan orsakssambanden till felsortering kartläggas. Som poängterats tidigare är det ibland svårt att finna sådana tydliga samband i och med att det för en viss typ av felsortering kan finnas flera möjliga orsaker. För att få ut så användbar information som möjligt av mätmetoden är det därför viktigt att mätningarna noggrant planeras. Exempelvis kan betydelsen av olika driftförhållanden på återvinningscentraler (antal besökare, grad av bemanning, etc.) analyseras genom att utföra mätningar vid olika veckodagar och tidpunkter. När mätmetoden ska användas för att utvärdera effekten av de åtgärder som införts krävs alltid planering så att ett tillräckligt antal mätningar (ca 10 stycken) görs både innan och efter att åtgärden vidtagits.

När det gäller absoluta mätningar av avfallets totala sorteringskvalitet har mätmetoden sina begränsningar. För det första mäts endast antalet föremål och det faktum att olika avfall väger olika mycket ignoreras. Resultaten visar dock att mätmetoden trots denna kraftiga förenkling ändå ger en approximation av avfallets totala sorteringskvalitet, även i vikt räknat. Det är emellertid ofrånkomligt att mätmetoden för vissa, enskilda typer av avfall leder till över- respektive underskattningar av viktandelen. För brännbart avfall har vi därför tagit fram grova omvandlingsfaktorer så att mätmetodens resultat vid behov kan räknas om från antal till vikt, se tabell 1. En kanske större begränsning med mätmetoden är att den endast analyserar det friliggande avfallet i en container. Allt avfall som ligger i någon form av emballage utgör således en osäkerhetskälla gällande avfallets sammansättning. I vissa fraktioner som Brännbart utgör dessutom sådant avfall en betydande andel (ca 25 viktsprocent). Denna begränsning går det inte att göra så mycket åt utan enda sättet att komma åt denna källa till osäkerhet är att utföra plockanalyser av emballaget.

Tabell 1. Faktorer för omräkning av den totala sorteringskvaliteten i brännbart avfall, från antal föremål till vikt. Genom att multiplicera resultaten från mätmetoden, som uttrycks i procentandel av det totala antalet föremål i fraktionen, med respektive faktor fås avfallets sammansättning i viktsprocent. Omvandlingsfaktorerna har beräknats baserat på resultaten som presenteras i figur 16.

AVFALL	OMVANDLINGSFAKTOR
Tidningar	0,4
Wellpapp och övriga pappersförpackningar	0,5
Trä	7,4
Hårdplast	4,4
Plastförpackningar	1,7
Metall	3,3
Farligt avfall	8,5
Deponi	8,5
Trädgårdsavfall	1,3
Totalt felsorterat	0,9
Totalt rätt sorterat	0,8
Okänt	1,8

En annan fråga som är värd att ta upp här och som inte har utretts fullt ut i projektet är mätmetodens känslighet gentemot användaren. Under provmätningarna fick i och för sig två olika personer inventera samma bilder av avfall. Resultaten blev i stort sätt desamma men mindre avvikelser förekom också där exempelvis den ena personen hade hittat ett felsorterat föremål som den andra inte identifierat. För att verkligen fastställa till vilken grad resultaten från mätmetoden påverkas av vem som utför inventeringen krävs emellertid ett mer systematiskt angreppssätt där en större grupp försökspersoner ingår i studien (jmf Ringvall et al., 2000b). Sett över projektet i stort har i princip samtliga inventeringar utförts av en och samma person. Denna person är väl insatt i hur avfallet ska sorteras och exakt hur inventeringen ska utföras, vilket är en förutsättning för att mätmetoden ska fungera. Meningen med de riktlinjer för inventeringen som tagits fram i projektet är också att just minska mätmetodens känslighet gentemot användaren.

6.2 Mätmetoden som ett snabbt och enkelt verktyg

För att fullständigt kartlägga felsorteringen i en fraktion visar resultaten på att det krävs ca 10 oberoende mätningar med metoden. På återvinningscentralen Malmen behövde en anställd i snitt 30 minuter på sig för att fotografera, ladda ner och skicka iväg 10 bilder av avfall för inventering, det vill säga ca 3 minuter per mätning. Hur lång tid inventeringen sedan tar beror givetvis på hur pass erfaren inventeraren är samt på hur avfallet ser ut på bilden – i vissa fall är det många föremål inom provytan som ska inventeras. Vår erfarenhet från fullskaleförsöket är att det normalt tar mellan fem och tio minuter att inventera en bild. Slutligen återstår själva sammanställningen och analysen av resultaten vilket för en hel mätserie (10 bilder) tar i storleksordningen en timme. Den totala tidsåtgången för att fullständigt kartlägga felsorteringen i en fraktion med mätmetoden kan därmed uppskattas till mellan 2,5 till 3 mantimmar (räknat som effektiv arbetstid). För att undvika risken att samma avfall inventeras flera gånger måste dock mätningarna i praktiken fördelas över en längre tidsperiod (allt från en till flera veckor beroende på vilken omsättning återvinningscentralen har av olika avfall).

Ovanstående resursbehov kan jämföras med plockanalysen av brännbart avfall som totalt tog mer än 20 mantimmar (effektiv arbetstid) att utföra, se tabell 2. Bara planeringen, transporten och avlastningen av avfallet och förberedelserna på platsen (schaktning/rengöring av yta, utplacering av behållare, etc.) tog lite drygt tre timmar. Den stora arbetsbelastningen var emellertid själva sorteringen av avfallet vilken uppehöll två man mer än en hel arbetsdag.

Tabell 2. Jämförelse av tidsåtgången för den utvecklade mätmetoden och den plockanalys av brännbart avfall som gjordes i projektet. All tid redovisas i mantimmar och som effektiv arbetstid.

MÄTMETOD (10 MÄTNINGAR)	TID (MANTIMMAR)
Urval och fotografering	0,5
Inventering av bilder	1-1,5
Analys av resultat	1
TOTALT	2,5-3

PLOCKANALYS	TID (MANTIMMAR)
Planering, transport, avlastning	3
Sortering och vägning	20
Analys av resultat	1
TOTALT	24

Den kanske viktigaste fördelen med mätmetoden gentemot plockanalyser är att den relativt lätt kan föras in i den ordinarie verksamheten. Metoden kräver inga nämnvärda resurser utan det enda som egentligen behövs är en provyta, en digitalkamera och lite papper. I och med att den är så pass snabb kan anställda göra mätningar när det bäst passar in i deras arbetssituation – har en avfallsingenjör 5-10 minuter över hinner de göra en inventering. Alternativt kan de samla bilder från en hel mätserie (10 mätningar) och inventera alla dessa bilder och analysera resultaten inom loppet av några få timmar. En plockanalys å andra sidan tar mycket tid i anspråk och värdefull personal måste avsättas hela arbetsdagar. Vidare kräver en plockanalys av grovavfall tillgång till allehanda resurser som containerbilar för transport, dumpers för avlastning och bortschaktning av avfall, en stor rengjord och asfalterad yta, behållare, våg, etc.

Givetvis måste den personal som ska utföra mätningarna med metoden utbildas. Metoden är emellertid ganska enkel och rättfram. För att utbilda de anställda på Malmen återvinningscentral i hur avfallet ska fotograferas, hur bilderna ska laddas ner, namnges och skickas till inventering tog det kanske en förmiddag. De anställda klarade sedan att utföra dessa arbetsuppgifter själva under hela fullskaleförsöket. Även den person som ska ansvara för inventeringen och analysen av bilderna måste utbildas. Att fullt ut sätta sig in i exakt hur inventeringen ska utföras tar säkerligen en del tid i anspråk men är alternativet att utföra plockanalyser är det alltså väl investerad tid.

6.3 Ekonomiska argument för att använda mätmetoden

Att sorteringskvaliteten har en central betydelse för arbetsmiljöförhållanden och miljöprestanda både på återvinningscentraler och i de efterföljande stegen av avfallshanteringen har poängterats tidigare (Engkvist et al., 2008). Ingen har emellertid analyserat sorteringens direkta inverkan på återvinningscentralernas ekonomi. I tabell 3 ges ett räkneexempel med avsikten att belysa ekonomiska konsekvenser av dagens felsortering. Räkneexemplet gäller för fraktionen brännbart avfall och för en återvinningscentral med ett underlag på ca 50 000 invånare. Totalt sätt orsakar felsorteringen enbart i denna fraktion en årlig nettoförlust för återvinningscentralen på mellan 800 000 kr och 1 000 000 kr. Detta beror till viss del på förlorade intäkter för de i annat fall nettoinbringande avfall (trä, wellpapp och metall) som av misstag hamnar i fraktionen. Men den absolut största orsaken till förlusterna är att man tvingas att betala dyra behandlingsavgifter till förbränningsanläggningarna även för det felsorterade avfallet. Är då dessa nettoförluster på uppemot 1 miljon kronor betydande? För en återvinningscentral av denna storlek kan den totala, årliga driftkostnaden (personal, underhåll, räntor, amorteringar, transporter,

behandlingsavgifter, etc.) uppskattas till närmare 6 miljoner kronor (Petersson, muntlig). Idealt skulle alltså driftkostnaden kunna sänkas med ca 20 procent genom att bara undvika felsorteringen i den brännbara fraktionen. Således är det inte bara av miljö- eller arbetsmiljöskäl motiverat att mer systematiskt, fortlöpande arbeta för en bättre sortering på återvinningscentraler utan det finns även starka ekonomiska incitament.

Tabell 3. Uppskattade ekonomiska konsekvenser av dagens nivå av felsortering i fraktionen Brännbart på en återvinningscentral med ett underlag på ca 50 000 invånare.

FELSORTERAT AVFALL	TON/ÅR[a]	VÄRDE SOM REN FRAKTION (KR/ÅR)[b]	AVGIFT SOM BRÄNNBART (KR/ÅR)[c]	NETTO (KR/ÅR)[d]
Trä	300	60 000	210 000	270 000
Tidningar	300	0	210 000	210 000
Wellpapp	220	20 000–80 000	154 000	174 000–234 000
Hårdplast	90	-10 000–10 000	63 000	53 000–73 000
Trädgårdsavfall	80	-2000	56 000	54 000
Metall	50	20 000–150 000	35 000	55 000–185 000
Farligt avfall	50	-50 000	35 000	-15 000
Deponi	50	-40 000	35 000	-5000
Plastförp.	40	0	28 000	28 000
Returglas	10	0	7000	7000
TOTALT	1190	-2000–208 000	833 000	831 000–1 041 000

a Årsmängderna av avfall som sorteras fel i fraktionen Brännbart på en återvinningscentral med ett underlag på ca 50 000 invånare har beräknats baserat på avfallsstatistik från Tekniska Verken i Linköping AB och på resultaten från den plockanalys som gjorts i projektet.
b Uppskattade, typiska värden för de felsorterade avfallen om de istället sorteras ut som egna fraktioner. I de fall ett intervall presenteras representerar den nedre delen avfallets värde för en återvinningscentral i en lågkonjunktur (höst, 2008) och den övre delen värdet under en högkonjunktur (vår, sommar, 2008).
c Den behandlingsavgift som återvinningscentraler måste betala för det felsorterade avfallet till avfallsförbränningsanläggningar har uppskattats till 700 kronor per ton (jmf Avfall Sverige, 2008).
d Årlig nettoförlust (om positivt värde) som återvinningscentralen gör på grund av felsortering i fraktionen Brännbart. Har beräknats genom att addera värdet för det felsorterade avfallet som ren fraktion med avgiften för det som brännbart avfall.

Varför har då inte denna potential till en bättre ekonomi på återvinningscentraler uppmärksammats? Ett enkelt svar på den frågan är givetvis att man helt enkelt inte har kontroll på hur sorteringen fungerar och hur den i sin tur inverkar på den totala ekonomin. Det finns emellertid även en mer komplicerad och kanske rent av mer konstruktiv förklaring. Återvinningscentraler drivs idag helt enkelt inte som ett företag utan finansieras av en avfallstaxa. Samtliga kommuner har dessutom monopol på att ta hand om hushållens avfall. I detta avgiftsstyrda system saknas alltså helt konkurrens och återvinningscentraler upplever därför ofta inget större behov av effektiviseringar – ökar kostnaderna för att ta hand om avfallet höjs bara avfallstaxan till kommuninvånarna. Givetvis försöker ändå återvinningscentraler att bedriva sin verksamhet så effektivt de kan. Problemet är emellertid att fokus läggs på att minimera tydliga kostnader för personal, drift- och underhåll, etc. Det är sällsynt att man har kontroll på hur själva kärnverksamheten det vill säga sorteringen av avfallet påverkar den totala ekonomin. Om man istället skulle driva en återvinningscentral som en egen resultatenhet, likt ett företag, skulle incitamenten för att fortlöpande förbättra sorteringen öka. Anledningen till detta är att i en sådan verksamhet läggs tyngd-

punkten på att maximera skillnaden mellan anläggningens totala intäkter och utgifter, och inte som idag på att endast försöka minimera tydliga kostnadsposter.

Avslutningsvis är det viktigt att poängtera att mätmetoden endast utgör ett hjälpverktyg. För att återvinningscentraler i praktiken ska få till ett effektivt förbättringsarbete krävs att många andra saker faller på plats (Klefsjö et al., 1999). De som äger och driver återvinningscentraler måste se detta som viktigt, ha en hög ambitionsnivå att ständigt förbättra sig och därmed avsätta tillräckligt med resurser för att fortlöpande planera, införa och utvärdera åtgärder för bättre sortering. Att en väl genomförd sortering faktiskt bidrar till en betydligt effektivare verksamhet, även i ekonomiska termer, borde utgöra en viktig drivkraft för ständiga förbättringar. Om så blir fallet återstår emellertid att se.

REFERENSER

Andersson, C. och Tullin, C. 1999. *Förbränning av returflis — kvalitetssäkring och drifterfarenheter*. Värmeforsk, Avdelningen för miljö- och förbränningsteknik, Rapport nr 668, Stockholm.

Avfall Sverige. 2008. *Svensk avfallshantering*. Malmö.

Ayres, R. U. 1997. *Metal recycling: Economic and environmental implications*. Resources, Conservation and Recycling 21, 145–173.

Björklund, A. och Finnveden, G. 2005. *Recycling revisited – Life cycle comparisons of global warming impact and total energy use of waste management strategies*. Resources, Conservation and Recycling 44, 309–317.

Dahlén, L. och Lagerkvist, A. 2007. *Methods for household waste composition studies*. Waste Management 28, 1100–1112.

Ecke, F. 2007. *Utvärdering av metoder för makrofytinventering*. Luleå tekniska universitet, Avdelningen för Tillämpad geologi, Rapport nr 2007:02, Luleå.

Engkvist, I-L., Eklund, J., Eklund, M., Sundin, E., Krook, J., Björkman, M., Kihlstedt, A. 2008. *Återvinningscentralen: sorteringsplats, arbetsplats och mötesplats*. Institutionen för medicin och hälsa, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, Linköpings universitet, LiU-Tryck, Linköping.

Henderson, P. 2003. *Practical methods in ecology*. Malden, MA: Blackwell Science.

Klefsjö, B., Eliasson, H., Kennerfalk, L., Lundbäck, A. och Sandström, M. 1999. *De sju ledningsverktygen. För effektivare planering av förbättringsarbetet*. Studentlitteratur, Lund.

Krook, J. 2006. *Concentrate or dilute contaminants. Strategies for Swedish wood waste*. Avdelningen för industriell miljöteknik, Doktorsavhandling nr 1047, Linköpings universitet.

Krook, J., Eklund, M. och Mårtensson, A. 2006. *Preservative-treated sawn timber in Sweden. Waste beyond control*. Progress in Industrial Ecology–An international Journal 5, 471–486.

Krook, J., Eklund, M. och Engkvist, I-L. *The strategic role of recycling centres in developing sustainable waste management systems*. Manuskript.

Ohlsson, T. och Retzner, L. 1998. *Plockanalys av hushållens säck- och kärlavfall: en studie av sex svenska kommuner*. Stiftelsen Reforsk, Rapport FoU 145, Malmö.

Petersson, L. *Muntlig kommunikation*. Tekniska Verken i Linköping AB, 013–20 82 18.

Porsborn, J., 2004. *Hur ska en återvinningscentral se ut? Inflödesanalyser av 16 anläggningar*. Examensarbete nr 2161, Avdelningen för Industriell miljöteknik, Linköpings universitet.

Reijnders, L. 2000. *A normative strategy for sustainable resource choice and recycling*. Resources, Conservation and Recycling 28, 121–133.

Ringvall, A., Fridman, J., Lämås, T. och Ståhl, G. 2000a. *Inventering av död ved – några objektiva inventeringsmetoder*. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Fakta Skog Nr 1, Umeå.

Ringvall, A., Patil, P.G. och Taillie, C. 2000b. *A field test of surveyors' influence on estimates in line transect sampling*. Forest Ecology and Management 137, 103–111.

RVF Utveckling. 2005. *Trender och variationer I hushållsavfallets sammansättning. Plockanalys av hushållens säck- och kärlavfall i sju svenska kommuner*. RVF Service AB, Rapport nr 2005:05, Malmö.

Schachermayer, E., Lahner, T. och Brunner, P. H. 2000. *Assessment of two separation techniques for building wastes*. Waste Management Research 18, 16–24.

Sjöblom, R. 2001. *Hypoteser och mekanismer för bildning av beläggningar innehållande zink och bly i samband med förbränning av returflis*. Värmeforsk, Avdelningen för miljö- och förbränningsteknik, Rapport nr 734, Stockholm.

Tanskanen, J-H. 2000. *Strategic planning of municipal solid waste management*. Resources, Conservation and Recycling 30, 111–133.

APPENDIX – INVENTERINGSFORMULÄR

Brännbart avfall

Bild nr: Inventerare:

1. Vad fraktionen ska innehålla

Huvudtyper av avfall	*Exempel*
Mjukplast	Presenningar, emballage, golv
Papper utom förpackningar och tidningar	Tapeter, böcker, papp
Frigolit	
Textilier	Kläder, skor, mattor, dynor, kuddar
Glasfiber	Tak, tapet

2. Riktlinjer för inventeringen

Alla felsorterade föremål inom den markerade provytan förs in i inventeringsprotokollet på nästa sida. Det räcker med att ett föremål har någon del innanför provytan för att hela föremålet ska räknas med i inventeringen. Enskilda föremål mindre än en tennisboll tas dock inte med i inventeringen eftersom den då skulle bli alldeles för tidsödande.

I protokollets första kolumn anges vilken produkt föremålet utgör (t ex kartong, mikrovågsugn, bord, etc.). Om ingen av de listade huvudkategorierna passar förs föremålet in under ”Annat”. Går det inte att se vad ett föremål innehåller (fulla sopsäckar, kartonger, etc.) bokförs det alltid under kategorin ”Okänt/svårbedömt” – observera dock att alla synliga felsorterade föremål i emballaget fortfarande ska inventeras. Denna kategori används också för föremål som det av någon anledning är svårt att avgöra om det är felsorterat eller inte.

Observera att för föremål som består av flera material gäller följande: föremålet räknas som felsorterat om mer än 1/4 består av ett material som inte ska sorteras i denna fraktion, t ex metall eller glas.

Finns det fler än ett föremål av samma typ fylls det totala antalet in i andra kolumnen. Inventeraren ska alltid sträva efter att bokföra så hela föremål som möjligt. Finns flera delar inom provytan som uppenbart kommer från en och samma produkt ska inventeraren alltså bokföra detta som ett föremål, t ex en trasig stol eller en avbruten sopkvast.

I kolumn tre och fyra anges vilket/vilka material föremålet huvudsakligen består av (i viktprocent), t ex ”Material 1”: plast 50 % och ”Material 2”: metall 50 %. Förtydligande kommentarer kan vid behov ges i den sista kolumnen, exempelvis kan inventeraren när möjligt ange sannolikt innehåll i det emballage som förts in under ”Okänt/svårbedömt” (relevant för delvis öppna eller genomskinliga sopsäckar, kartonger, etc.).

3. Inventeringsprotokoll

PRODUKT	ANTAL	MATERIAL 1	MATERIAL 2	KOMMENTAR
Förpackningar (plast, papper), wellpapp samt tidningar				
Hårdplast (tak, möbler, leksaker, etc.)				
Resårmöbler (sängar, soffor, etc.)				
Deponi (isolering, porslin, glas, gips, etc.)				
Träföremål				
Elektronik				
Komposterbart (ris och trädgårdsavfall)				
Metallföremål				
Farligt avfall (impregnerat trä, kemikalier, etc.)				
Annat				
Okänt/svårbedömt				

Träavfall

Bild: Inventerare:

1. Vad fraktionen ska innehålla

Huvudtyper av avfall	*Exempel*
Brädor och plank	Rivningsvirke, även målat trä
Byggskivor	Masonit, spånskivor, MDF, plywood
Trämöbler	Bord, stolar, bokhyllor, skåp
Dörrar	
Lastpallar	
Fönsterkarmar av trä utan glas	

2. Riktlinjer för inventeringen

Alla felsorterade föremål inom den markerade provytan förs in i inventeringsprotokollet på nästa sida. Det räcker med att ett föremål har någon del innanför provytan för att hela föremålet ska räknas med i inventeringen. Enskilda föremål mindre än en tennisboll tas dock inte med i inventeringen eftersom den då skulle bli alldeles för tidsödande.

I protokollets första kolumn anges vilken produkt föremålet utgör (t ex kartong, mikrovågsugn, bord, etc.). Om ingen av de listade huvudkategorierna passar förs föremålet in under ”Annat”. Går det inte att se vad ett föremål innehåller (fulla sopsäckar, kartonger, etc.) bokförs det alltid under kategorin ”Okänt/

svårbedömt” – observera dock att alla synliga felsorterade föremål i emballaget fortfarande ska inventeras. Denna kategori används också för föremål som det av någon anledning är svårt att avgöra om det är felsorterat eller inte.

Observera att för föremål som består av flera material gäller följande: föremålet räknas som felsorterat om 10 % eller mer består av ett annat material än trä, exempelvis plast, gips eller metall.

Finns det fler än ett föremål av samma typ fylls det totala antalet in i andra kolumnen. Inventeraren ska alltid sträva efter att bokföra så hela föremål som möjligt. Finns flera delar inom provytan som uppenbart kommer från en och samma produkt ska inventeraren alltså bokföra detta som ett föremål, t ex en trasig stol eller en avbruten sopkvast.

I kolumn tre och fyra anges vilket/vilka material föremålet huvudsakligen består av (i viktprocent), t ex ”Material 1”: trä 70 % och ”Material 2”: metall 30 %. Förtydligande kommentarer kan vid behov ges i den sista kolumnen, exempelvis kan inventeraren när möjligt ange sannolikt innehåll i det emballage som förts in under ”Okänt/svårbedömt” (relevant för delvis öppna eller genomskinliga sopsäckar, kartonger, etc.).

3. Inventeringsprotokoll

PRODUKT	ANTAL	MATERIAL 1	MATERIAL 2	KOMMENTAR
Brännbart avfall (plast, papper, frigolit, wellpapp, etc.)				
Resårmöbler (sängar, soffor, etc.)				
Deponi (isolering, porslin, glas, gips, etc.)				
Impregnerat trä (regel- och trallvirke som använts utomhus är sannolikt impregnerat)				
Metallföremål				
Annat				
Okänt/svårbedömt				

Deponi

Bild: Inventerare:

1. Vad fraktionen ska innehålla

Huvudtyper av avfall	*Exempel*
Glas utan förpackningar	Fönster- och spegelglas, bilrutor, dricksglas
Isolering	Glas- och mineralull
Porslin	VVS, muggar, prydnadsföremål
Gips	
Kakel och klinkers	
Betong och tegel	

2. Riktlinjer för inventeringen

Alla felsorterade föremål inom den markerade provytan förs in i inventeringsprotokollet på nästa sida. Det räcker med att ett föremål har någon del innanför provytan för att hela föremålet ska räknas med i inventeringen. Enskilda föremål mindre än en tennisboll tas dock inte med i inventeringen eftersom den då skulle bli alldeles för tidsödande.

I protokollets första kolumn anges vilken produkt föremålet utgör (t ex kartong, mikrovågsugn, bord, etc.). Om ingen av de listade huvudkategorierna passar förs föremålet in under ”Annat”. Går det inte att se vad ett föremål innehåller (fulla sopsäckar, kartonger, etc.) bokförs det alltid under kategorin ”Okänt/svårbedömt” – observera dock att alla synliga felsorterade föremål i emballaget fortfarande ska inventeras. Denna kategori används också för föremål som det av någon anledning är svårt att avgöra om det är felsorterat eller inte.

Observera att för föremål som består av flera material gäller följande: föremålet räknas som felsorterat om mer än hälften består av återvinningsbart material, exempelvis metall eller plast.

Finns det fler än ett föremål av samma typ fylls det totala antalet in i andra kolumnen. Inventeraren ska alltid sträva efter att bokföra så hela föremål som möjligt. Finns flera delar inom provytan som uppenbart kommer från en och samma produkt ska inventeraren alltså bokföra detta som ett föremål, t ex en trasig stol eller en avbruten sopkvast.

I kolumn tre och fyra anges vilket/vilka material föremålet huvudsakligen består av (i viktprocent), t ex ”Material 1”: plast 80 % och ”Material 2”: glas 20 %. Förtydligande kommentarer kan vid behov ges i den sista kolumnen, exempelvis kan inventeraren när möjligt ange sannolikt innehåll i det emballage som förts in under ”Okänt/svårbedömt” (relevant för delvis öppna eller genomskinliga sopsäckar, kartonger, etc.).

3. Inventeringsprotokoll

PRODUKT	ANTAL	MATERIAL 1	MATERIAL 2	KOMMENTAR
Brännbart avfall (plast, papper, frigolit, wellpapp, etc.)				
Elektronik				
Metallföremål				
Farligt avfall				
Annat				
Okänt/svårbedömt				

Metallskrot

Bild:

Inventerare:

1. Vad fraktionen ska innehålla

Huvudtyper av avfall	*Exempel*
All metall utom förpackningar	Cyklar, möbler, husgeråd
	Badkar
	Kabel
	Värmepannor
	Gräsklippare
	Bilskrot

2. Riktlinjer för inventeringen

Alla felsorterade föremål inom den markerade provytan förs in i inventeringsprotokollet på nästa sida. Det räcker med att ett föremål har någon del innanför provytan för att hela föremålet ska räknas med i inventeringen. Enskilda föremål mindre än en tennisboll tas dock inte med i inventeringen eftersom den då skulle bli alldeles för tidsödande.

I protokollets första kolumn anges vilken produkt föremålet utgör (t ex kartong, mikrovågsugn, bord, etc.). Om ingen av de listade huvudkategorierna passar förs föremålet in under ”Annat”. Går det inte att se vad ett föremål innehåller (fulla sopsäckar, kartonger, etc.) bokförs det alltid under kategorin ”Okänt/svårbedömt” – observera dock att alla synliga felsorterade föremål i emballaget fortfarande ska inventeras. Denna kategori används också för föremål som det av någon anledning är svårt att avgöra om det är felsorterat eller inte.

Observera att för föremål som består av flera material gäller följande: föremålet räknas som felsorterat om 75 % eller mer består av ett annat material än metall, exempelvis plast eller trä.

Finns det fler än ett föremål av samma typ fylls det totala antalet in i andra kolumnen. Inventeraren ska alltid sträva efter att bokföra så hela föremål som möjligt. Finns flera delar inom provytan som uppenbart kommer från en och samma produkt ska inventeraren alltså bokföra detta som ett föremål, t ex en trasig stol eller en avbruten sopkvast.

I kolumn tre och fyra anges vilket/vilka material föremålet huvudsakligen består av (i viktprocent), t ex ”Material 1”: trä 90 % och ”Material 2”: metall 10 %. Förtydligande kommentarer kan vid behov ges i den sista kolumnen, exempelvis kan inventeraren när möjligt ange sannolikt innehåll i det emballage som förts in under ”Okänt/svårbedömt” (relevant för delvis öppna eller genomskinliga sopsäckar, kartonger, etc.).

3. Inventeringsprotokoll

PRODUKT	ANTAL	MATERIAL 1	MATERIAL 2	KOMMENTAR
Elektronik				
Metallförpackningar				
Annat				
Okänt/svårbedömt				

RAPPORTER FRÅN AVFALL SVERIGE 2009

AVFALL SVERIGES UTVECKLINGSSATSNING

U2009:01 Verktyg för bättre sortering på återvinningscentraler

“Vi är Sveriges största miljörörelse. Det är Avfall Sveriges medlemmar som ser till att svensk avfallshantering fungerar - allt från renhållning till återvinning. Vi gör det på samhällets uppdrag: miljösäkert, hållbart och långsiktigt. Vi är 9 000 personer som arbetar tillsammmans med Sveriges hushåll och företag.”

AVFALL SVERIGE
utveckling

Avfall Sverige Utveckling U2009:01
ISSN 1103-4092
©Avfall Sverige AB

Adress Prostgatan 2, 211 25 Malmö
Telefon 040-35 66 00
Fax 040-35 66 26
E-post info@avfallsverige.se
Hemsida www.avfallsverige.se