



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R109:1982

**Lokala system för
avfallshantering**

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *ser*

Studie av planeringsförutsättningar

**Conney Widmark
Hilding Löfström
Lennart Nilsson
Olof Stenlund**

*K
Olof*

Byggtforskningsrådet

R109:1982

LOKALA SYSTEM FÖR AVFALLSHANTERING
Studie av planeringsförutsättningar

Conney Widmark
Hilding Löfström
Lennart Nilsson
Olof Stenlund

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 800091-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Göteborgs
Förorters Intresseförening, Göteborg.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R109:1982

ISBN 91-540-3796-4
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.

LiberTryck Stockholm 1982

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1. INLEDNING	11
1.1 Problemorientering	11
1.2 Lokala system - målsättning	12
1.3 System och systemgränser	14
1.3.1 Allmänt	14
1.3.2 Avfallshanteringsystemet	15
1.4 Utredningens uppläggning	19
2. FÖRUTSÄTTNINGAR	21
2.1 Befolknings- och bebyggelsestruktur	21
2.1.1 Allmänt	21
2.1.2 Tätortsstruktur	23
2.1.3 Glesbygdsstruktur	25
2.2 Ekonomisk utveckling och energipris	27
2.2.1 Allmänt	27
2.2.2 Energipris	28
2.3 Avfall - mängder och sammansättning	33
2.3.1 Allmänt	33
2.3.2 Hushållsavfall - en tillbakablick	35
2.3.3 Hushållsavfall i dag och i framtiden	37
2.3.4 Prognoser och antaganden	39
2.4 Insamling och transport	43
2.4.1 Allmänt	43
2.4.2 Insamling	44
2.4.3 Transporter	46
2.5 Behandling	46
2.5.1 Allmänt	46
2.5.2 Direktdeponering	47
2.5.3 Enkel maskinell sortering	48
2.6 Organisationsformer	50

2.6.1	Allmänt	50
2.6.2	Nuvarande organisationsformer	50
2.6.3	Motiv till förändrad organisation	51
3.	RESULTAT: METOD	55
3.1	Lösningsmetodik	55
3.2	Modell	56
3.2.1	Avfallsmängd	56
3.2.2	Insamling och transport	60
3.2.3	Behandling	74
3.3	Analys av villkor för lokala system	84
3.3.1	Allmänt	84
3.3.2	Känslighetsanalys	87
3.3.3	Sammanfattning	94
3.4	Arbetsmetod	96
4.	RESULTAT: TILLÄMPNINGSSTUDIE	99
4.1	Presentation av Härryda kommun	99
4.1.1	Allmänt	99
4.1.2	Avfallshantering	102
4.2	Metodtillämpning	104
5.	UTVÄRDERING	111
5.1	Allmänt	111
5.2	Metod	111
5.3	Tillämpningsstudie	114
5.4	Problem och utredningsbehov	114
	LITTERATURFÖRTECKNING	116

FÖRORD

Avfallshanteringens utveckling under det senaste decenniet har främst skett inom regionalt samarbete kring stora avancerade behandlingsanläggningar. Denna utveckling har till stor del genomförts med hjälp av statsbidrag. Idag är man mycket restriktiv med utdelning av bidrag.

Tyvärr är erfarenheterna från bl a de stora maskinella sorteringsanläggningarna hittills inte särskilt positiva. Avsättningsmöjligheten för utsorterat material och kompost är liten på grund av bl a låg kvalitet. Samtidigt ökar transportkostnaden, vilket missgynnar regionala anläggningar.

Trots utbyggnaden under 1970-talet har flertalet kommuner ännu inte beslutat om sin framtida avfallshantering. Många av kommunerna är små och det är intressant för dem att studera lokalt system som jämförelse med ett regionalt alternativ.

I denna rapport redovisas en metod för en kommun att systematiskt studera olika delar i avfallshantering. Metoden är avsedd att vara ett hjälpmedel vid val mellan lokala och regionala system.

Studien har utförts av en arbetsgrupp inom Göteborgs Förorter, Ingenjörskontoret bestående av Conney Widmark, projektledare, Hilding Löfström, Lennart Nilsson och Olof Stenlund. Utskrift och ritningsarbete har gjorts av Inger Jonsson respektive Inger Olsson. Illustrationerna har gjorts av Inger Stenlund.

Till projektet har Byggforskningsrådet utsett en referensgrupp bestående av följande personer:

Per Berg, t f professor, Högskolan, Luleå

Bengt Håkansson, gatuchef, Kungsbacka kommun

Gunnar Lundh, gatuchef, Härryda kommun.

Håkan Rylander, direktör, Svenska Renhållningsverksföreningen

Utöver dessa har ett flertal personer, såväl i Göteborgs Förorters medlemskommuner som i andra delar av landet, varit behjälpliga med material.

Vi vill rikta ett varmt tack till samtliga som deltagit i projektet.

Projektet har finansierats genom forskningsanslag från Statens råd för byggnadsforskning (800091-2). Utöver detta har Göteborgs Förorter bidragit med egna medel.

SAMMANFATTNING

Detta projekt syftar till att klargöra vilka förutsättningar, som bör gälla för att lokala system för avfallshandling skall kunna konkurrera med regionala system. Med lokalt system menas i det följande ett system för en liten eller medelstor kommun. Med regionalt system avses ett system för två eller flera kommuner.

Avfallshandlingens utvecklingen under det senaste decenniet har präglats av regionalt samarbete kring stora tekniskt avancerade behandlingsanläggningar. Syftet med dessa har bl a varit återvinning, såväl på material- som energisidan. Denna satsning på regionala anläggningar stimulerades fram till år 1980 av statliga investeringsbidrag. Resultaten, främst vid de stora sorteringsanläggningarna, har hittills varit nedslående. I första hand beror det på de närmast obefintliga avsättningsmöjligheterna för maskinellt utsorterat material med undantag för den brännbara delen.

Moderna anläggningar för avfallsbehandling dimensioneras sällan för mindre avfallsmängder än 15.000 ton/år, vilket för hushållsavfall motsvarar en befolkning av ca 45.000 invånare. De svenska kommunerna uppvisar stora skillnader ifråga om invånarantal. Ca 3/4 av dem har färre än 30.000 invånare.

Den typ av teknik som används i flertalet regionala anläggningar är emellertid svår att "skala ner" och använda i mindre anläggningar utan att ekonomin kraftigt försämras. Små och medelstora kommuner har ibland orimligt stora transportavstånd till lämplig regional anläggning. Många saknar också naturliga förutsättningar till regionalt samarbete. För dessa kommuner är idag avfallsfrågan därför ofta svårlöst.

Vi har funnit att lokala system för avfallshandling, baserad på enkel teknik, bör vara intressanta att studera för små och medelstora kommuner. I projektet har därför deponering och enkel maskinell sortering, i syfte att utvinna en bränslefraktion, studerats. Dock saknas till viss del småskalig teknik, men genom

att uttrycka behov av sådan finns anledning tro att den kommer att utvecklas. Man kan förmoda att insatser kommer att göras på insamlingsidan för att åstadkomma billigare insamling och ett mer lättbehandlat avfall. Exempel på sådana insatser är alternativa fordon samt satsning på källsortering av plåt och eventuellt ytterligare fraktioner.

Syftet med denna rapport är att ge planerare och beslutsfattare ett hjälpmedel i arbetet med översiktlig planering av avfallshanteringen. Arbetsmetoden är avsedd att vara ett hjälpmedel vid val mellan lokala och regionala system. Vår förhoppning är att den skall kunna tillämpas i kommuner med mycket olika karaktär. De i rapporten ingående beräkningarna är givetvis beroende av de ingångsvärden som används. Beräkningarna bör därför behandlas som räkningsexempel där man själv kan välja aktuella värden för en enskild kommun.

Projektets resultat består av en metod för systematisk studie av avfallshanteringen. Kostnaden för de olika delsystemen genomgås. Likaså belyses andra konsekvenser, som t ex miljöeffekter. Vid framtagande av metoden har olika grundförutsättningar och parametrar sammanställts. Förutsättningarna berör främst olika tekniska systems funktion och tillämpningsområden. Parametrarna utgörs av sådana faktorer som kan variera mellan olika kommuner och från tid till annan. Gemensamt för dem är att de har stor betydelse för avfallshanteringen. Avfallsmängd och energipris får utgöra exempel.

I metoden ingår att bygga upp modeller av system för avfallshantering och analysera villkoren för dem. Av stor betydelse för metodens användbarhet är olika ingångsvärdens tillgänglighet. Det har t ex visat sig att tätortsgraden, förhållandet mellan invånare i tätort och totalt invånarantal, är ett användbart mått på en kommuns struktur, när man vill studera insamlingskostnader. Detta är en i varje kommun lättillgänglig uppgift som alltså visat sig mycket värdefull. I de diagram och nomogram där insamlingskostnaderna vid olika systemval kan avläsas är ingångsparametrarna tätortsgrad och inv/km^2 i glesbygd.

De behandlingsmetoder för lokala system som studerats är deponering och enkel maskinell sortering. De kostnadsberäkningar som utförts för olika anläggningar redovisas både i tabell- och diagramform. I dessa är ingångsparametrarna total avfallsmängd, eller invånarantal (med antagande om en viss specifik avfallsmängd).

För att öka metodens tillgänglighet sammanfattar vi stegvis beräkningsgången för att lättare möjliggöra genomgång av en enskild kommuns förutsättningar. Ett ytterligare resultat av projektet är en tillämpningsstudie. Den ovan beskrivna metoden har således använts till att studera möjligheterna till lokala systemlösningar i en verklig kommun. Vi har valt att utföra tillämpningsstudien på Härryda kommun i göteborgsregionen. Motivet till valet är främst att Härryda kommun på flera sätt synes representativ för många kommuner med 15-30.000 invånare. Genom tillämpningsstudien "testar" vi metoden, men visar också praktiskt hur den är tänkt att användas.

Sammanfattningsvis konstaterar vi att lokala system för avfallshandling ofta ställer sig gynnsammare än regionala avancerade anläggningar.



ETT FÅTAL REGIONALA...



... ELLER FLER LOKALA ?

1 INLEDNING

1.1 Problemorientering

Under en lång rad av år har man strävat mot att minska avfallshandlingens negativa effekter. I första hand gäller dessa påverkan på grundvattnet från gamla eller dåligt skötta deponeringsplatser samt spridning av luftföroreningar från förbränningsanläggningar med dålig eller ingen rökgasrening. Det är således i samband med avfallsbehandlingen som de allvarligaste miljöproblemen uppstått. Det är därför naturligt, om än inte självklart, att de insatser som hittills gjorts för att minska effekterna, koncentrerats till denna del av avfallshandlingen.

Nya metoder för avfallshandling har utvecklats. Gemensamt för dem är att de syftar till att öka möjligheterna till materialåtervinning och energiutvinning av avfallet. Anläggningar av detta slag är tekniskt avancerade, varför storskalig drift ofta blivit en nödvändighet för att nå en acceptabel driftekonomi. Från centralt håll har man velat påskynda utvecklingen och byggandet av kvalificerade anläggningar. Därför infördes statsbidrag till behandlingsanläggningar. Kommunerna kunde härigenom få upp till 50 % av investeringarna täckta via bidrag. En av förutsättningarna var emellertid att kommunerna slog sig samman och byggde regionala anläggningar.

Den teknik som utvecklats är sålunda anpassad till relativt stora anläggningar. En liten kommun utan lämpligt regionsamarbete har svårt att finna ekonomiskt rimliga (dvs utan statsbidrag) lösningar på tekniksidan.

Regionala anläggningar medför ofta att det nödvändiga transportarbetet ökar. Under en relativt lång tid har vi varit vana vid låga transportkostnader. De ökande energipriserna återspeglas nu självfallet på transportkostnaderna, även om någon direkt proportionalitet inte råder.

Hösten 1980 försvann i praktiken statsbidragen. För många kommuner innebar beslutet ökade svårigheter att planera den framtida avfallshanteringen. Behovet att klargöra villkoren för lokala avfallshanteringsystem, blev därigenom ännu större.

1.2 Lokala system - målsättning

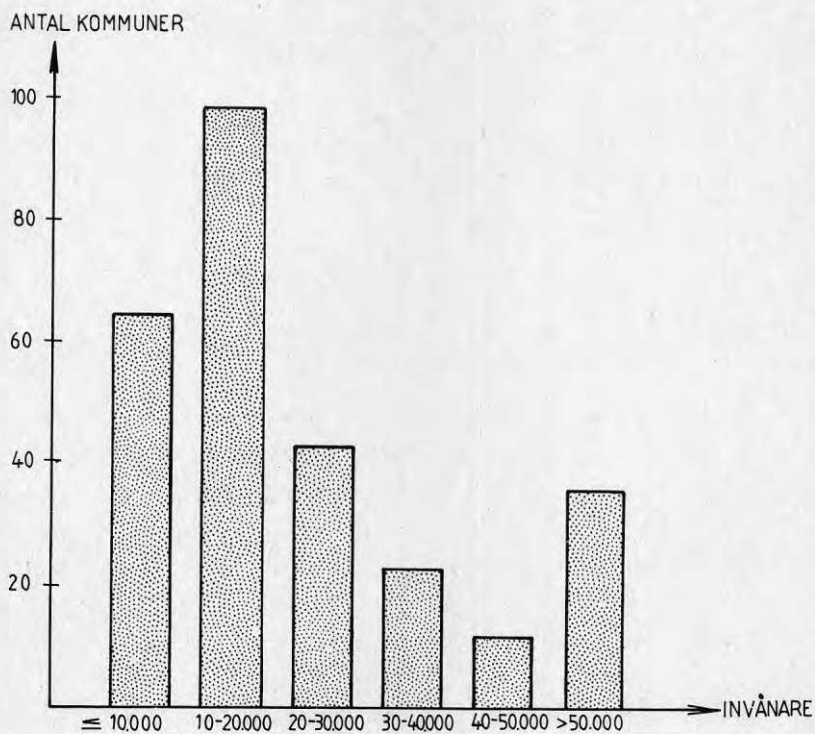
Detta projekt syftar till att klargöra vilka förutsättningar, som bör gälla för att lokala system för avfallshantering skall kunna konkurrera med regionala system. Med lokalt system menas i det följande ett system för en liten eller medelstor kommun. Med regionalt system avses ett system för två eller flera kommuner.

Moderna anläggningar för behandling av avfall dimensioneras sällan för mindre avfallsmängder än ca 15.000 ton/år. Den typ av teknik som används är i sin nuvarande utformning svår att "skala ner". Det innebär att utnyttjandegraden blir låg i mindre anläggningar och därmed fås höga kostnader per ton behandlat avfall.

De svenska kommunerna uppvisar stora skillnader ifråga om invånarantal. Av fig 1.2a framgår att 3/4 av kommunerna har färre än 30.000 invånare och att 1/4 av dem har färre än 10.000 invånare.

För att uppnå 15.000 ton hushållsavfall/år fordras en befolkning på 40.000-50.000 personer. Man inser således att en stor andel av kommunerna har avfallsmängder på omkring 10.000 ton/år och mindre. För dessa kommuner existerar idag inga givna lösningar på avfallsfrågan. Regionalt samarbete kan i vissa fall vara en sådan möjlighet, som dock förutsätter rimliga transportavstånd.

Lokala system för avfallshantering kan för små och medelstora kommuner ge möjligheter till gynnsamma lösningar. Visserligen saknas till vissa delar småskalig teknik.



- Omkring 23 % av kommunerna har 10.000 inv eller färre
- " 59 % " " " 20.000 " " "
- " 74 % " " " 30.000 " " "

Figur 1.2a Sveriges kommuners storleksfördelning

Genom att uttrycka ett behov av sådan, finns det anledning att tro att den kommer att utvecklas. Dessutom kan man förmoda att vissa insatser istället kan göras på insamlingsidan för att åstadkomma ett mer lättbehandlat avfall. Exempel på sådana insatser är källsortering av plåt och eventuellt ytterligare fraktioner.

Syftet med denna rapport är att ge planerare och beslutsfattare ett hjälpmedel i arbetet med översiktlig planering av avfallshanteringen. Avsikten är att de idéer och metoder som redovisas skall kunna tillämpas i kommuner med mycket olika karaktär. Stor vikt har därför lagts vid att göra resultaten så generella och allmängiltiga som möjligt. För att också praktiskt illustrera tankegångarna har en tillämpningsstudie gjorts. Härryda kommun, som ingår i göteborgsregionen, har härvid fått tjäna som exempel.

1.3 System och systemgränser

1.3.1 Allmänt

I varje systembeskrivning görs eller redovisas vissa gränser mellan systemets olika delar samt mot omgivningen. Sådana gränsdragningar är många gånger helt naturliga, men ibland tvingas man av praktiska och traditionella skäl göra indelningar som inte är helt självklara. Inom den offentliga förvaltningen stöter man exempelvis ofta på verksamheter, som man naturligt tycker borde ingå i en angränsande förvaltning.

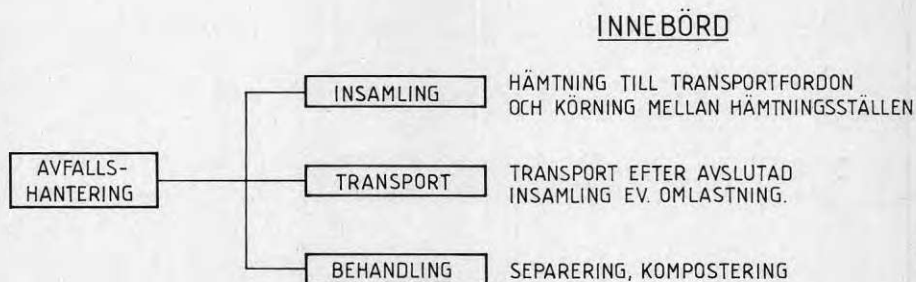
När man arbetar med ett problemområde och gör vissa avgränsningar sker det mestadels för att området skall bli överblickbart och problemen möjliga att lösa. Det finns emellertid alltid risk att problem "löses" genom att de flyttas utanför det egna systemet. Man kan också skapa nya problem utanför gränserna. Därför är det viktigt att arbeta vidsynt med kontakter ett stycke utanför det egna kompetensområdet.

Ett system har vanligen gränser både i tiden och i rummet. Var de yttre systemgränserna skall dras är ett ständigt återkommande problem. Skall t ex långsiktiga miljöeffekter eller risk för framtida resursbrist belasta systemet redan idag? Om ett system direkt eller indirekt orsakar ett problem i ett annat system, hur värderar man den effekten? Dessa eller liknande problem stöter man ofta på. De är viktiga att beskriva och diskutera.

1.3.2 Avfallshanteringsystemet

Ett system för avfallshantering består av många olika delar, som skall samverka, så att helheten fungerar bra. Man måste kunna granska systemets delar var för sig samt hur de kopplas till varandra för att förstå helheten och eventuellt förändra den.

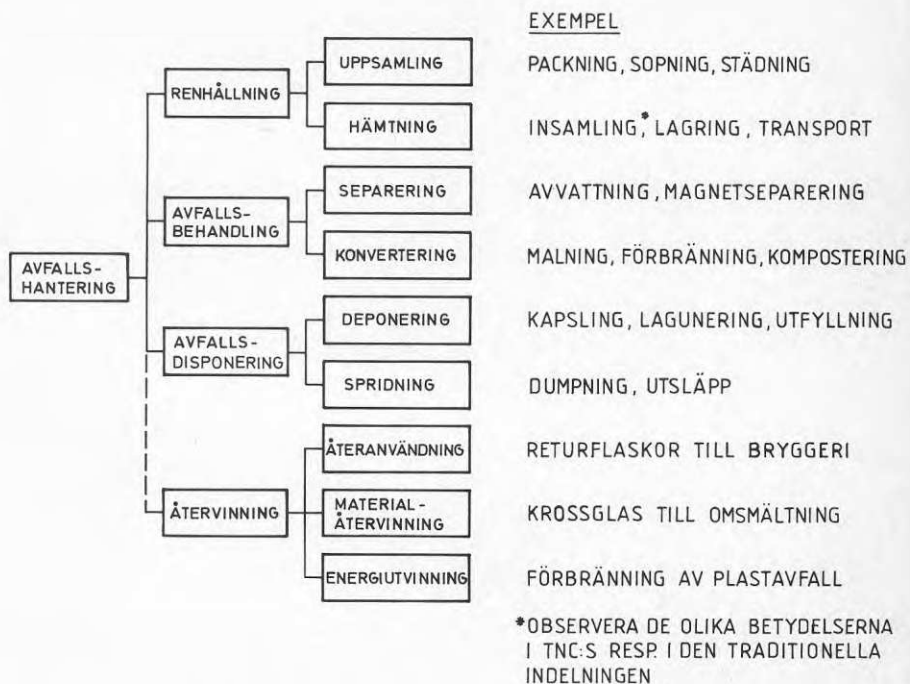
Avfallshanteringen har traditionellt delats i de tre delarna insamling, transport och behandling, se fig 1.3a.



Figur 1.3a Traditionell indelning av avfallshanteringen

Denna indelning har den fördelen att den är enkel. Den har dock vissa brister om man använder den vid en mer ingående systembeskrivning. Det är t ex tveksamhet om en deponeringsanläggning skall beskrivas under rubriken "behandling". Detta har dock gjorts ibland, eftersom ett mer detaljerat indelningssystem har saknats.

Tekniska nomenklaturcentralen har i sin avfallsordlista (TNC 62) redovisat en översiktlig systematisk indelning av avfallshanteringen, fig 1.3b. Denna indelning är riktigare än den föregående, men något svårare att överblicka. I det följande kommer vi att använda den enklare beskrivningen på grund av att den i huvudsak täcker våra behov samt är vanligt förekommande i den praktiska verksamheten. Vi betraktar också i fortsättningen deponering som en behandlingsmetod.



Figur 1.3b Systematisk indelning av avfallshanteringsystemet enligt TNC 62

Det system som beskrivs nedan tillämpas på de avfallstyper som vanligen omfattas av det kommunala renhållningsmonopolet, dvs i första hand hushållsavfall. För andra avfallsslag, som kan ingå i monopolet t ex miljöfarligt avfall och industriavfall gäller något annorlunda indelningar.

Insamling

Med insamling menas arbetet med att samla in avfallskärnen eller säckarna, lastning i fordon och körning mellan hämtningsställena

tills fordonet är fulllastat. En del av detta arbete utförs ibland inom större bostadsområden av fastighetsskötare. Man talar då om internhantering. Vanligen sköter dock renhållningsverk eller entreprenör hela insamlingsarbetet. Vid tillämpning av källsortering, dvs då hushållen sorterar avfallet i olika fraktioner, måste man tänka på de konsekvenser en sådan metod medför i detta skede. Insamlings-systemet är kanske också ett av de mer svårförändrade områdena inom avfallshanteringen. Det omfattar ett stort antal personer; alla anställda och alla hushållens medlemmar! Man kan därför självklart inte se det enbart ur teknisk synvinkel.

Transport

Transportarbetet har under senare år tenderat att öka, genom att avfallsmängderna har blivit större, samtidigt som platserna, dit man transporterar avfallet, har blivit färre. En del ansträngningar har gjorts för att möta de på detta sättet ökande transportkostnaderna. Bland annat har man försökt att anpassa transportfordonen till rådande förhållanden. Således kan lätta transportfordon användas till insamling och utpräglat korta transporter, samt där vägnätet inte tillåter stora och tunga fordon. Komprimerande transportfordon används för insamling och medellånga transporter.

Det är volymen och inte vikten hos avfallet, som är dimensionerande för de flesta avfallstransporter. Därför försöker man ofta att reducera volymen, dvs att öka volymvikten för att utnyttja lastkapaciteten bättre. På vissa håll komprimeras avfallet direkt i anslutning till soputrymmen, särskilt i större bostadshus. Därefter packas det omgående i en container som hämtas av ett lastfordon. För långa transporter använder man på några platser i landet speciella trailerekipage, som fylls med komprimerat avfall vid särskilda om-lastningsstationer.

Behandling

Med behandling av avfall menas, att man förändrar avfallsets egenskaper på något sätt. Denna förändring kan bestå i att man skiljer olika avfallskomponenter från varandra, som t ex plast och papper,

separering. De separerade fraktionerna (eller avfallet i sin helhet) kan i sin tur förändras genom exempelvis malning, förbränning eller kompostering. Vi talar då om konvertering av avfallet. Vid i stort sett all avfallsbehandling uppstår rester, som man inte kan använda, men som måste tas om hand på något sätt. Sådana rester tvingas man lägga på tipp, vi talar då om deponering.

Den totala mängden "hushållsavfall och därmed jämförligt avfall" behandlas enligt följande (1981):

- | | |
|------------------------------------|------|
| o Förbränning | 35 % |
| o Direktdeponering | 50 % |
| o Sortering, malning, kompostering | 15 % |

Under de närmaste åren kommer sannolikt direktdeponering att minska till förmån för de båda övriga metoderna.

Antalet deponeringsplatser och andelen avfall, som man direktdeponerar, minskar för varje år. De krav som ställs på en deponeringsanläggning är stränga, och dispensgivningen är restriktiv. Detta är en medveten politik från myndigheternas sida för att i första hand minska de miljöproblem, som dåligt skötta avfallsupplag ofta orsakar.

Kommentar

Av denna korta beskrivning av avfallshanteringssystemet, framgår hur beroende delarna är av varandra och att samspelet mellan dem i hög grad påverkar helhetsresultatet.

I detta sammanhang är det viktigt att framhålla risken för suboptimering. En sådan kan uppstå när ett problems olika delar lösts på det för varje del bästa sättet, det optimala. När lösningarna sätts samman kan det inträffa att helhetslösningen blir ogynnsam. Orsaken är ofta att de som arbetat med dellösningarna inte haft tillräcklig kännedom om varandras problemområden.

Den forskning och utveckling som hittills utförts inom avfallsområdet har till större delen ägnats behandlingstekniken. Ett mindre antal projekt har ägnats transportfrågorna och ett fåtal insamlingsproblemen. Endast några få forskare har lagt tvärvetenskapliga aspekter på avfallsproblemen, medan flertalet betraktat problemen som tekniska.

1.4 Utredningens uppläggning

Utredningens målsättning är att klargöra förutsättningarna för lokala system. För att ta fram en metod för detta, har olika grundförutsättningar och parametrar sammanställts. Förutsättningarna handlar främst om olika tekniska systems funktion och tillämpningsområden. Parametrarna utgörs av sådana faktorer som kan variera mellan olika kommuner och från tid till annan. Gemensamt för dem är att de har stor betydelse för avfallshanteringen. Avfallsmängd och energipris får utgöra exempel. Förutsättningarna och parametrarna har sammanställts och redovisas i kapitel 2.

Ett resultatet av utredningen är en metod (kap 3). Metoden går ut på att bygga upp modeller av tänkta system för avfallshantering och analysera villkoren för dem. Vissa parametrar kan tänkas bli förändrade med tiden, varför en känslighetsanalys har utförts.

För att öka metodens tillgänglighet redovisar vi stegvis beräkningsgången för att möjliggöra en genomgång av en enskild kommuns avfallshantering.

Vi har valt att utföra en tillämpningsstudie (kap 4) på Härryda kommun, en kommun i göteborgsregionen. Motivet till valet är främst att Härryda på många sätt synes representativ för många kommuner med 15.000-30.000 invånare. Genom tillämpningsstudien "testar" vi metoden, men visar också praktiskt hur den är tänkt att användas. Avslutningsvis (kap 5) görs en utvärdering av innehållet i tidigare kapitel.

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 Befolknings- och bebyggelsestruktur

2.1.1 Allmänt

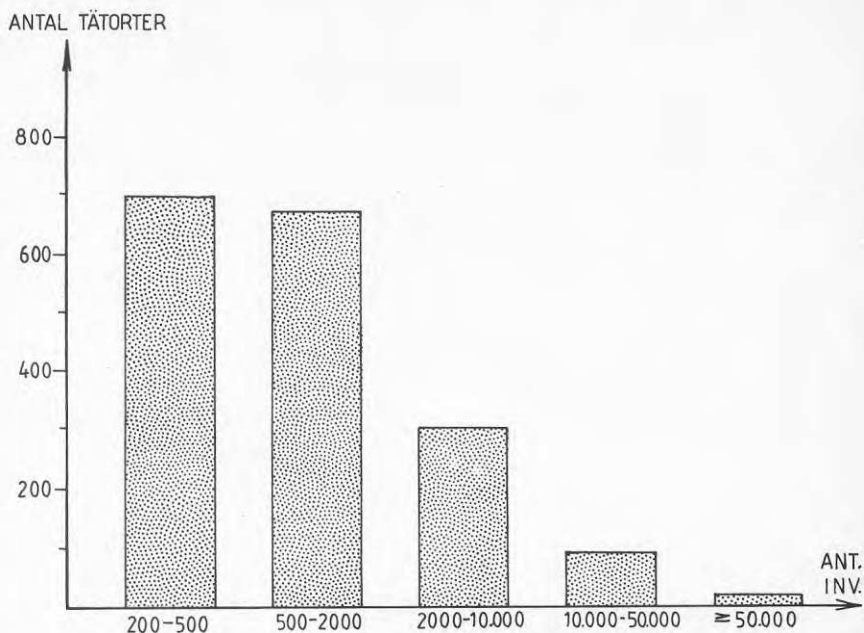
I detta kapitel avser vi att behandla olika parametrar, som på ett översiktligt sätt beskriver en kommuns befolknings- och bebyggelsestruktur m m. Vi har valt att endast behandla de faktorer som senare kommer att användas vid beräkning av modellarbetet.

Internationellt sett är Sverige relativt glesbebyggt. I Sverige räknas som tätbebyggt område alla hussamlingar med minst 200 inv, såvida avståndet mellan husen normalt inte överstiger 200 m.

I tab 2.1a redovisas befolkningens fördelning på tätorter av varierande storleksordning. En mer detaljerad fördelning av tätorterna efter storlek framgår av figur 2.1a (statistisk årsbok 1978).

Tabell 2.1a Tätortsstruktur i Sverige

Ortstyp	Befolkning milj inv	Antal orter	Våningsyta inkl arbetslokaler milj m ²
Glesbygd	1,4	-	75
Mindre tätort 2.000 inv	0,9	1.371	45
Större tätort 2.000 inv	5,9	411	400
Totalt	8,2	1.782	520



Figur 2.1a Tätorter fördelade på storleksgrupper

Hushållsstorleken förändras över tiden och har kontinuerligt minskat efter 1945. Enligt nu föreliggande prognoser bedöms den genomsnittliga hushållsstorleken fortsätta att minska. I tabell 2.1b redovisas en utveckling av hushållsstorleken för perioden 1945-75. För år 2000 uppskattas medelstorleken av hushållen till 2,0 p/hushåll.

Tabell 2.1b Utvecklingen av antalet hushåll

År	Antal milj	Hushållens medelstorlek
1945	2,08	3,1
1950	2,38	2,9
1960	2,58	2,8
1965	2,77	2,7
1970	3,05	2,6
1975	3,30	2,4

För att ta fram en beräkningmetod för insamlingsarbetet för hushållsavfall utgår vi från att man översiktligt kan beskriva en kommuns bebyggelsestruktur. Vid beskrivning av transportarbetet för försörjning av samtliga fastigheter inom en kommun, bör parametrar som beskriver olika täthetsmått behandlas. I en tätort är insamlingen normalt väsentligt mindre resurskrävande per enhet än i glesbygden. Fördelning mellan flerfamiljshus och småhus liksom glesbygdsstruktur är ytterligare variabler som påverkar totalbilden.

Ett mått som i olika sammanhang visat sig väl beskriva en kommuns struktur är tätortsgrad, dvs andelen av hela kommunens befolkning som bor i tätorterna. Även ur avfallssynpunkt bör det vara intressant att studera andelen boende i tätorter.

2.1.2 Tätortsstruktur

Det mått på tätorternas struktur, som vi funnit intressant att studera vidare, är sambandet mellan tätortsgrad och andelen lägenheter i flerfamiljshus. Resultatet framgår av fig 2.1b. Underlag för diagrammet har utgjorts av samtliga kommuner i de fyra västsvenska länen (Hallands, Göteborgs och Bohus, Älvsborgs och Skaraborgs län). Totalt ingår 55 kommuner i materialet. Testning har skett med enkel linjär regressionsanalys. Av diagrammet framgår att vid ökad tätortsgrad, ökar andelen lägenheter i flerfamiljshus. Sannolikt innebär detta också att vid ökad tätortsgrad ökar också exploateringsgraden i tätorterna.

Trots att god överenskommelse erhållits mellan resp variabler kvarstår naturligtvis avvikelser för vissa kommuner. Här finns säkerligen orsak att anta att kraftiga avvikelser påverkar kostnadsbilden. Vid mindre avvikelser bör hänsyn knappast behöva tas till lägenhetsfördelning, utan tätortsgrad utgör där en god mätare av tätortsstrukturen.

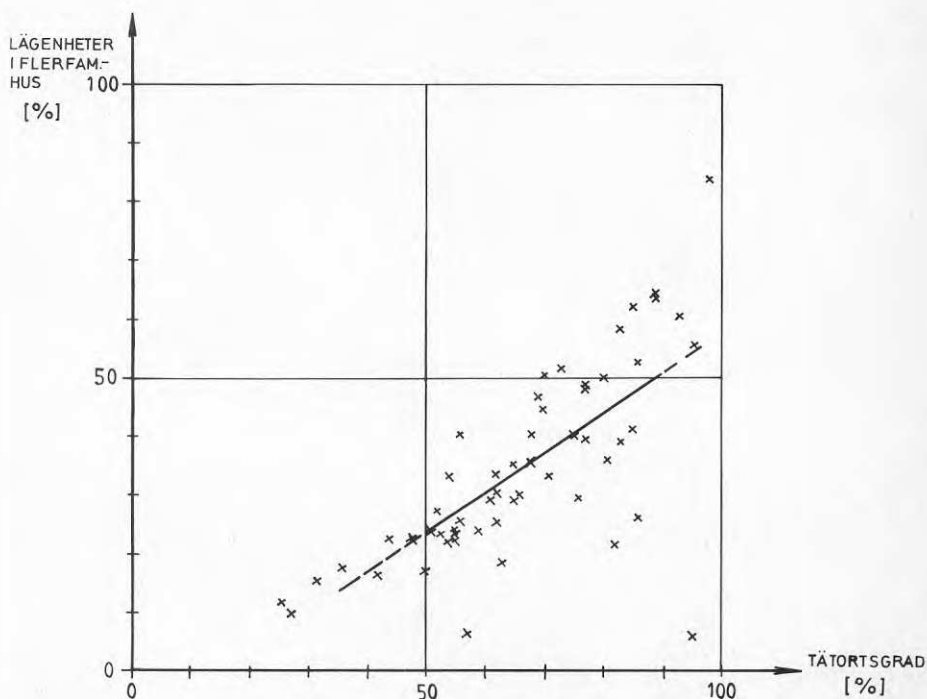


Fig 2.1b Diagram över empiriskt förhållande mellan tätortsgrad och andelen lägenheter i flerfamiljshus (Hallands, Göteborgs och Bohus, Älvsborgs och Skaraborgs län)

De årliga förändringarna i och utvidgningarna av befintlig bebyggelse är vanligtvis ytterst små. Detta innebär att här konstaterade samband mellan tätortsgrad och lägenheter i flerfamiljshus kan sägas vara användbart för den tidsperiod som är aktuell.

Förändringar av något större omfattning uppkommer när det gäller befolkningen. Hittills har vi under lång tid haft en utglesning i befintlig bebyggelse. Denna kommer sannolikt att fortsätta, om än i mindre takt.

2.1.3 Glesbygdsstruktur

För att beskriva glesbygdens struktur har samband undersökts mellan tätortsgrad och antal invånare per km² i glesbygd. Bilden av de fyra länen är mycket splittrad. Vi har inte funnit något naturligt samband mellan dessa parametrar. Detta medför att särskild hänsyn bör tas till antal invånare per km² i glesbygd.

Nedan presenteras en undersökning av väglängd per helårsbostad då körsträckan mellan hämtningsställen är avgörande för kapaciteten vid avfallsinsamling i glesbygd.

Materialet är hämtat ur en byggforskningsrapport framtagen inom Göteborgs Förorter, "Omvandling av fritidsbebyggelse" (FROM), S Granhed, C Widmark m fl BFR (R89:1979) och bygger alltså på material från Härryda kommun. Härryda har visat sig på många sätt representativ för förortskommunerna kring Göteborg. (se vidare kap 4.1).

I FROM-rapporten delades fritidshusen in i 4 kategorier. De tre första är intressanta i detta sammanhang, nämligen

kategori 1 "enstaka fritidshus spridda utanför tätortsområde"

kategori 2 "grupper av fritidshus utanför tätortsområde eller planerat utbyggnadsområde"

kategori 3 "grupper av fritidshus inom planerat utbyggnadsområde".

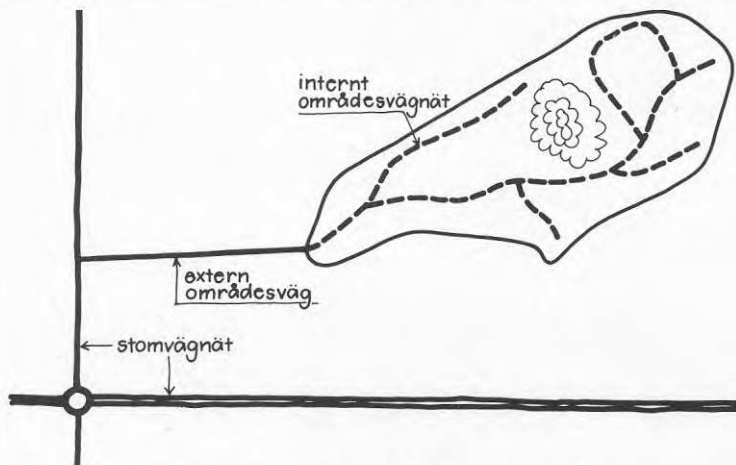
Trots att FROM-utredningen i första hand behandlar fritidsbebyggelsen finns även material för helårsbebyggelsen med. Detta med hänsyn till att där framtagna kostnader avser kommunens marginalkostnader.

Tabell 2.1c Antal bostäder och vägsträcka per bostad i glesbygd, Härryda kommun

Kategori	Helårsbost.	Fritidsbost.	Vägsträcka per tomt	
			intern	extern
1	445	740		150
2	374	1.440	28	7
3	96	160		
	920	2.340		

För kategori 1 har för icke statsbidragsberättigade vägar uppmätts en genomsnittlig väglängd per helårs- och fritidshus av ca 150 m (se tabell 2.1c).

Angivna vägklassificeringar framgår av principritningen i fig 2.1c. För kategori 2 och 3 har för samtliga aktuella områden en genomsnittlig intern väglängd per tomt beräknats till ca 28 m. Externvägnät, dvs väg ut till stombvägnät, har mätts till ca 7 m per tomt. Stombvägnätet sammanfaller ofta med det allmänna vägnätet.



Figur 2.1c Principfigur väganläggningar (FROM)

Hela vägsträckan fördelas på helårsbostäderna med antagande om jämn fördelning i kommunen av helårs- och fritidsbostäder. För kategori 1 erhålls då ca 395 m per helårshus och för kategori 2 och 3 ca 185 m tabell 2.1d. Fördelningen mellan kategori 1 och 2/3 är ungefär lika, varför ett medelvärde på vägsträcka per helårshus i glesbygden erhålls till 290 m.

Det allmänna vägnätet i Härryda kommun utanför tätorterna och exklusive motorvägen/motortrafikleden (riksväg 40) utgör ca 83 km. Fördelat på samtliga helårsbostäder utanför tätorterna blir det ca 90 m per hus (tabell 2.1d)

Tabell 2.1d Veglängd per helårsbostads i glesbygd, Härryda kommun

Kategori	Allmänna vägar m/helårsbostad	Övriga vägar m/helårsbostad	
1	90	395	} 290
2	90	185	
3	90	185	

2.2 Ekonomisk utveckling och energipris

2.2.1 Allmänt

Sverige har sedan andra världskrigets slut fram till mitten av 1970-talet genomgått en kraftig industriell utveckling. Under flertalet år under denna tid har den ekonomiska tillväxten varit 3-5 % varje år, mätt som BNP. Det som i stora drag varit bestämmande för denna utveckling, har varit den goda tillgången på inhemska råvaror, främst stål och trä, i kombination med billig importerad energi, dvs olja.

Under en lång rad av år har energipriserna legat på samma nivå. De har således minskat räknat i fast penningvärde. Figur 2.2a visar en jämförelse mellan konsumentprisindex och bränsleprisindex 1953-1979. Figuren illustrerar det "gap" mellan energipris och övriga priser som började uppstå omkring år 1960 och som ökade fram till år 1972 (strax före den s k oljekrisen).

I ekonomidepartementets långtidsutredning (SOU 1980:52) räknar man för perioden 1980-90 med en BNP-ökning av drygt 2 % per år. För den privata konsumtionen anges en beräknad ökning med 0,8 % per år under samma period. Bedömningen innebär att den ekonomiska utvecklingen under perioden kommer att vara relativt svag och att utrymmet för privat konsumtionsökning är mycket litet.

De flesta varupriser har påverkats av det under de senaste åren höjda energipriset. Inte minst gäller det våra exportprodukter, som därigenom blivit mindre konkurrenskraftiga.

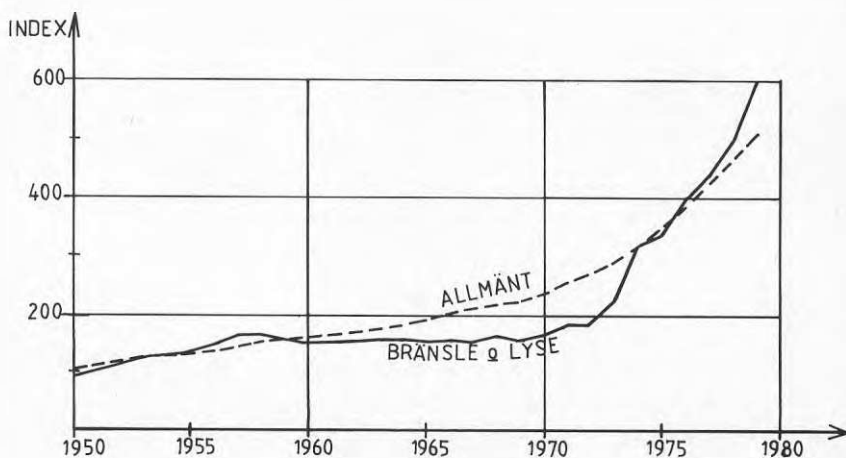


Fig 2.2a Konsumentprisindex, basår 1949 = 100

2.2.2 Energipris

Energipris och råvaror

Den absoluta tillgången av de flesta råvaror är god, globalt sett. För att bryta, framställa, transportera och ev förädla dem, fordras för olika råvaror en varierande insats av energi. Även energi betraktas ofta som en råvara, men för enkelhets skull gör vi inte det här. Under en lång rad av år har vi också fått ökad tillgång på de flesta råvaror, dvs relativt lönekostnaderna har materialkostnaderna sjunkit. Detta har naturligtvis en mängd orsaker, av vilka de hittillsvarande låga energipriserna är en av de viktigare.

Vid diskussion av avfallshandlingens inriktning är man ofta intresserad av prognoser för råvarupriser, särskilt för råvaror som kan ersättas med restprodukter. Det är dock ofta energibesparingen (populärt uttryckt "energivinsten") som är avgörande för återvinningens ekonomi. Miljöaspekterna är naturligtvis mycket viktiga, ofta får de dock en något underordnad betydelse.

Skogsråvara har de senaste åren nämnts som en bristvara, även absolut sett. De flesta är ense om att ökad inblandning av returpapper vid pappersproduktionen är nödvändig. Pappersåtervinningen måste därför uppmuntras. Men papper är också intressant ur bränslesynpunkt. Prissättningen på returpappret kopplas därför på olika sätt till oljepriset. Det är en diskutabel koppling vid en reell brist på råvara.

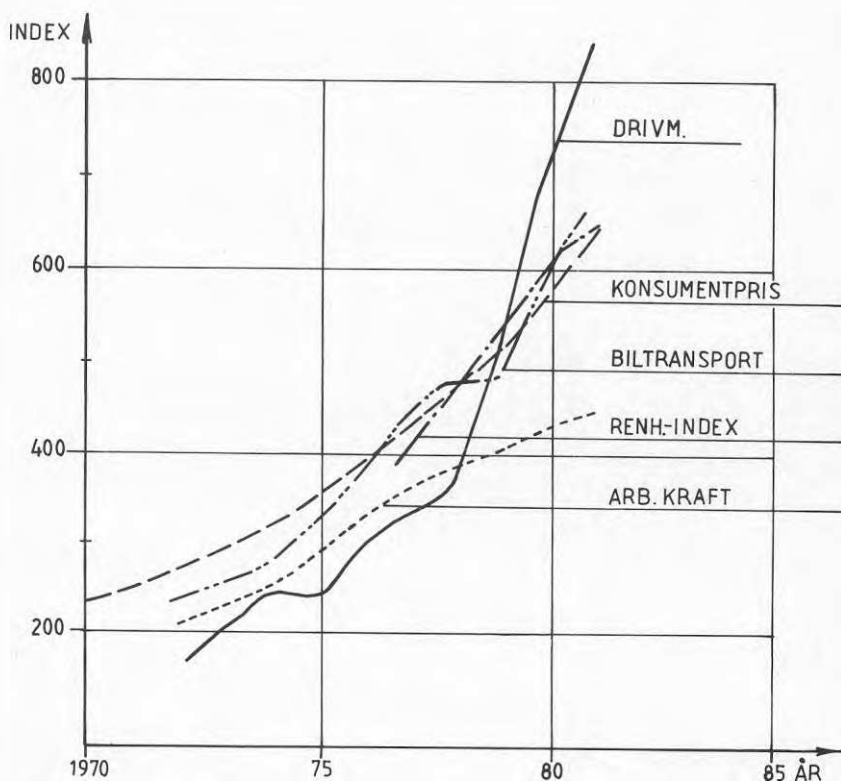
Sammanfattningsvis bör man kunna utgå från att priset på flertalet råvaror är mycket intimt kopplade till energipriset. Det finns därför ingen anledning att misstänka kraftiga förändringar av råvarupriserna om inte kraftiga energiprisändringar dessförinnan inträffar eller aviserar.

Energipris och transportkostnader

I ekonomidepartementets långtidsutredning anges som en trolig utveckling att oljepriset reallt kan komma att stiga med 2 % per år. Prognoserna anses i vissa delar behäftade med ganska stora osäkerheter. Osäkerheterna beror bl a på att prognoserna görs i en period med svag ekonomisk utveckling och en viss oklarhet om energiförsörjningen.

Man kan alltså utgå från att det realla drivmedelspriset ökar. Utvecklingen av prisnivån på oljemarknaden är givetvis mycket osäker. En stram utbudspolitik från OPEC-ländernas sida kan ställas mot industriländernas högre tillväxttakt och strävan att begränsa inflationens storlek.

Vi har studerat vissa ekonomiska samband och utvecklingstendenser under 1960-70-talet som kan vara intressant bakgrund för det fortsatta arbetet. I fig 2.2b redovisas utvecklingen i Sverige för ett antal faktorer i jämförelse med drivmedelspriset för perioden 1970-81. Renhållningsindex (R77) beräknas enligt regler som framtagits gemensamt av Svenska Åkeriförbundet, Svenska Kommunförbundet och Statistiska Centralbyrån. Indexserien börjar januari 1977 och togs fram för att tidigare använda index inte var lämpligt för prisreglering av avfallshämtning.



Figur 2.2b Utvecklingen i Sverige för ett antal faktorer i jämförelse med drivmedelspriset för perioden 1970-81

Det reala priset på drivmedel har sedan 1960 sjunkit fram till i början av 1970-talet. Därefter har priset successivt ökat. Under 1979 uppnåddes för första gången under efterkrigstiden en real prisökning på drivmedel, se figur 2.2c.

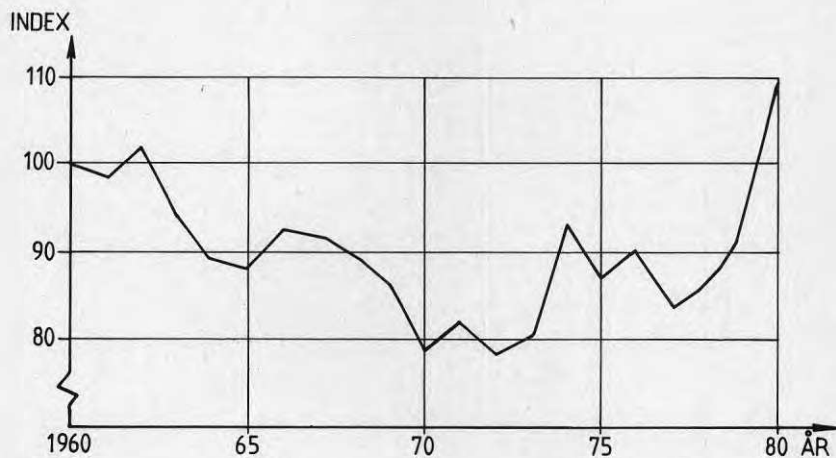
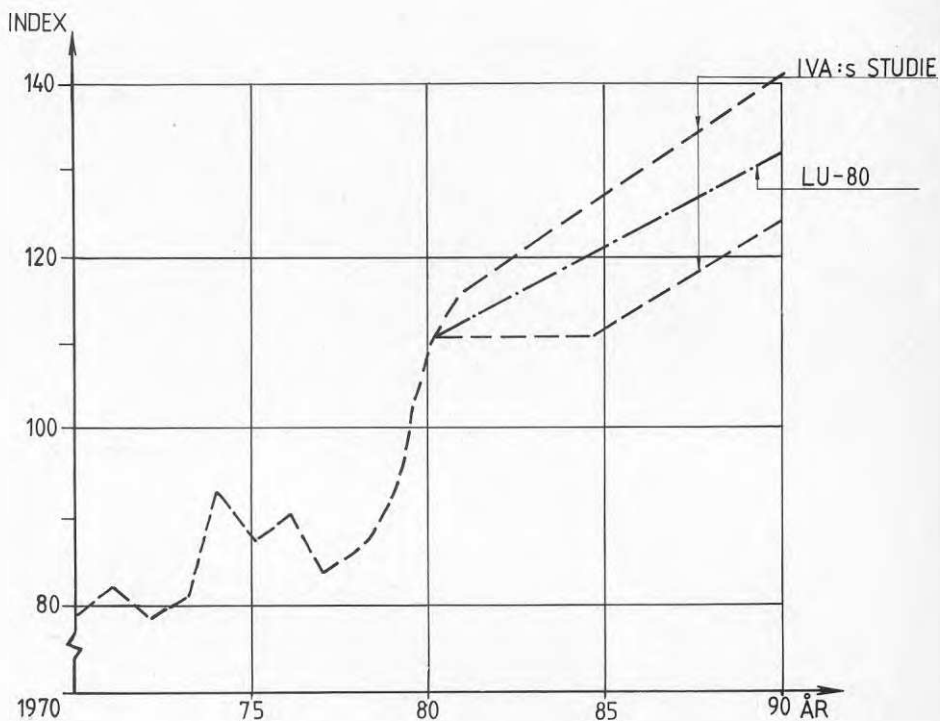


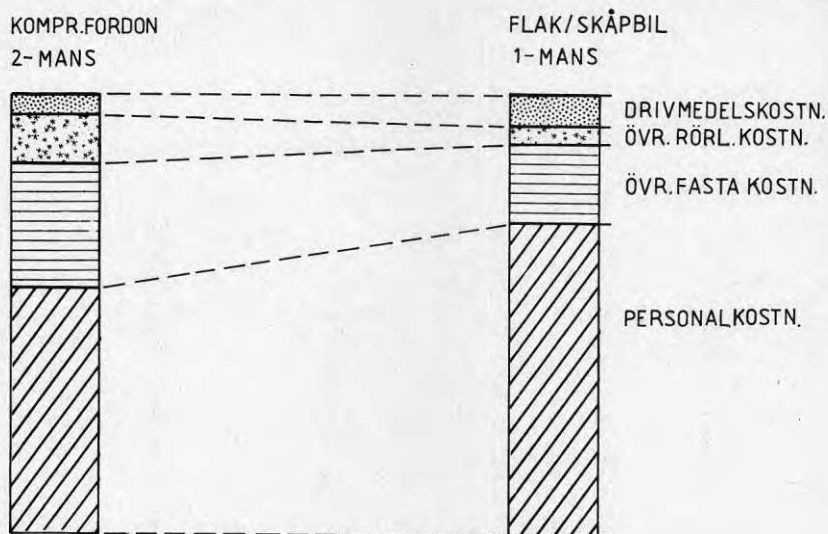
Fig 2.2c Realprisindex bensin

Under 1981 framlades förslag till riktlinjer för energipolitiken fram till år 1990. Förslaget syftar till en kraftig minskning av oljeberoendet. För transportsektorn totalt förutses dock en viss ökning av förbrukningen. Den ekonomiska utvecklingen och energiförsörjningens lösningar kommer att inverka. Av speciellt intresse för den nu aktuella studien är drivmedelsprisets utveckling och dess inverkan på lastbilstransporter. Prognoser och antaganden om prisutvecklingen finns bl a i den ovannämnda långtidsutredningen (LU-80) och i ett antal seminarier som anordnats av Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA). Ökningen varierar mellan ca 1 å 3 %. I figur 2.2d redovisas några av dessa antaganden. 3 % har av flera skäl ansetts som ett maximum. Den högre prisnivån beräknas komma att i stor utsträckning motverkas av en avancerad fordonsteknisk utveckling som ger högre energieffektivitet.



Figur 2.2d Prognos för realprisökning drivmedel

I figur 2.2.e redovisas de kostnadssamband som för närvarande principiellt kan sägas gälla vid avfallshantering mellan de i den totala fordonskostnaden ingående kostnadslagen. Det framgår att personalkostnaden dominerar bilden kraftigt. Även övriga fasta kostnader, där kapitaltjänstkostnad dominerar, utgör en betydande del. Drivmedelspriset spelar en förhållandevis liten roll vid den typ av fordon som här är aktuella. I drivmedelspriset ingår ej km-skatt, utan den är medtagen under övriga rörliga kostnader.



Figur 2.2e Relativ fördelning av olika kostnader för avfalls-transporter

2.3 Avfall - mängder och sammansättning

2.3.1 Allmänt

Under tiden från början av 50-talet till mitten av 70-talet ökade landets totala avfallsmängd kraftigt. I takt med denna ökning uppstod också problem inom avfallshandlingens olika led. Man fick härigenom ett behov att mer exakt ta reda på mängder och sammansättning och som en följd därav indelades avfallet i olika kategorier.

Avfall kan indelas efter flera olika principer, såsom efter ursprung (ex. hushållsavfall), efter sammansättning (ex. pappersavfall), eller hanterbarhet (ex. fast avfall). Det finns ytterligare möjligheter av vilka några är angivna i TNC:s Avfallsordlista. Olika indelningsgrunder tillämpas ofta samtidigt.

De avfallstyper som man från kommunernas sida främst behöver ta hänsyn till är industri-, byggnads- och miljöfarligt avfall, slam från kommunala avloppsreningsverk samt hushållsavfall. Vi skall nämna något om de fyra förstnämnda för att sedan lägga tonvikten på hushållsavfallet.

Industriavfallet omfattar en mängd olika material. Det kan röra sig om allt från plast till sten från gruvindustrin. Vad som är att betrakta som avfall är ibland svårbedömt. Det bör vara varje kommuns uppgift att tillsammans med företagen undersöka avfallets mängd och sammansättning samt styra det dit där det vållar minst skada, eller ännu hellre, gör mest nytta. Allt fler kommuner tar idag ett ökat ansvar för industrins avfall. Man brukar uppskatta de årliga industriavfallsmängderna till 3-3,5 milj ton.

Byggnadsavfallet kan i princip härröra från två verksamheter; nybyggnad eller rivning. Mängderna har uppskattats till ca 0,5 milj ton/år respektive 1,2 milj ton/år. En stor del av detta avfall har ett högt värmevärde, eftersom en stor andel utgörs av papper, plast och trä. Det är därför vanligt att man i samband med nybyggen bränner vissa mängder i anslutning till byggplatsen. Detta är på flera sätt en olycklig lösning.

Miljöfarligt avfall förekommer inom många olika avfallskategorier. Man har i "Förordning om miljöfarligt avfall" angett 10 grupper av avfall som direkt är att anse som miljöfarliga. De fyra största (mer än 50.000 ton/år) är: oljeavfall, lösningsmedelsavfall, koncentrerat surt eller alkaliskt avfall, ytbehandlingsavfall innehållande föreningar av kadmium, koppar, krom, nickel, tenn eller zink.

Enligt Naturvårdsverket uppgår det samlade miljöfarliga avfallet till ca 500.000 ton/år, medan industrin hävdar att de verkliga mängderna, som behöver extern behandling, endast är omkring hälften så stora. Flera kommuner har utvidgat det kommunala renhållningsmonopolet till att omfatta även det miljöfarliga avfallet.

Slam från kommunala avloppsreningsverk är ett stort problem på många håll. Vid en torrsubstanshalt (TS) på 10 % uppgår den årliga kvantiteten i landet till ca 2 milj ton. Beroende på slammets innehåll av tungmetaller, PCB m fl miljögifter kan det efter stabilisering användas som jordförbättringsmedel.

Kompostering av slam tillsammans med hushållsavfall eller bark tillämpas också på flera håll. Det är dock svårt på många platser att få avsättning för allt slam, varför deponering måste tillgripas.

2.3.2 Hushållsavfall - en tillbakablick

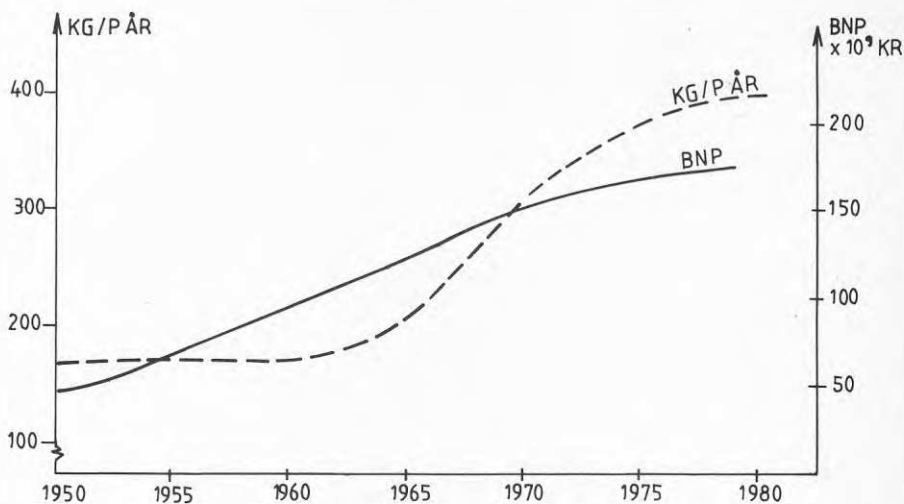
Mängden hushållsavfall och därmed jämförligt avfall, mätt som kg/person år (specifik avfallsmängd), uppgick år 1960 i många kommuner till 125-175 kg och 1980 till 300-350 kg. Det är fråga om något mer än en fördubbling på bara 20 år. Den kraftigaste öknings-takten hade vi från mitten av 60-talet och 10 år framåt. Det var också under denna tid som många av de stora strukturomvandlingarna ägde rum. Bland annat minskade antalet kvartersbutiker kraftigt, antalet förvärvsarbetande kvinnor ökade, hushållens storlek minskade, fritiden blev längre, utbudet av konsumtionsvaror blev större osv. Sammantaget kan man säga att det var en accelerationsfas i utvecklingen mot ett mer konsumtionsinriktat samhälle. Man säger ibland att det var "slit och släng"-andan som introducerades.

Det är inte endast mängden avfall som har förändrats. Direkt kopplad till kvantiteten är självfallet sammansättningen, dvs vad avfallet består av. I ett modernt hushåll kastas en mängd olika material och materialblandningar (kompositer) bort via hushållsavfallet. Plast utgör en för ögat dominerande andel även om den sällan överstiger 10 % (vikt). Det är dock inte alls särskilt länge sedan det såg annorlunda ut. Var och en som är tillräckligt gammal vet att mjölk för mindre än 20 år sedan förpackades i returflaskor, att plastpåsar förekom sparsamt och vanligen återanvändes några gånger, att konservering i glasburkar utfördes i många hem och att hushållsavfallet ofta förpackades i tidningspapper. Om man därtill lägger att den

allmänna konsumtionsnivån var väsentligt lägre, förstår man vilken omfattande förändring som ägt rum.

Av ovanstående kan man dra åtminstone två slutsatser. För det första inser man att genereringen av hushållsavfall är direkt kopplad till vårt livsmönster. Det är självklart att en stadsbo med reglerad arbetstid vanligen ger upphov till ett annat hushållsavfall än exempelvis en lantbrukare. Här spelar självfallet också medvedandet om avfallets koppling med de biologiska processerna en avgörande roll.

För det andra förstår man att den årliga ökningen av avfallsmängderna har avtagit genom att flera av de samhällsförändringar som medfört ökningen nu kan sägas vara avslutade. Detta kan exemplifieras med att vi idag använder engångsartiklar i en sådan utsträckning att någon väsentlig ytterligare ökning knappast är möjlig. Härtill kommer naturligtvis inverkan av den åtstramningspolitik som vi nu upplever. Den har ju bland annat till syfte att minska den privata konsumtionen. Detta avspeglar sig också på avfallsmängderna. Hittills har man kunnat iaktta en korrelation mellan BNP-utvecklingen och avfallsgenereringen. Detta illustreras av fig 2.3a.



Figur 2.3a Jämförelse mellan avfallsmängdens utveckling och BNP (1968 års penningvärde)

2.3.3 Hushållsavfall i dag och i framtiden

För att kunna planera den framtida avfallshanteringen, är man tvungen att göra vissa antaganden om utvecklingen den närmaste framtiden. När man gör det bör man också studera tidigare gjorda prognoser. Den bakgrund mot vilken prognoserna gjordes samt hur väl de sedan stämde är naturligtvis saker som måste vara med vid jämförelsen.

Både den ekonomiska utvecklingen och avfallsgenereringen uppvisar idag en långsam eller ingen ökningstakt. Kopplingen mellan dem är emellertid mycket komplicerad. En kraftig ekonomisk utveckling behöver inte innebära en motsvarande ökning av avfallsgenereringen. En viss mättnad har säkerligen nåtts t ex för användning av vissa engångsartiklar såsom nämnts ovan. Istället kan nya marknader komma att exploateras.

En kraftig ekonomisk tillbakagång skulle sannolikt medföra minskad avfallsgenerering. Omfattningen är dock omöjlig att förutse. De trögheter som finns i vår ekonomi minskar ofta och tidsförskjutet sådana effekter. Olika besparingsåtgärder medför också olika effekter inom och utom hushållen. Sparande i ett hushåll medför ofta minskad materialomsättning, och därmed minskad avfallsgenerering. I näringsliv och förvaltningar sparar man i första hand lönekostnaderna, i andra hand materialkostnaderna. Där blir således minskad avfallsgenerering en sekundäreffekt.

Avfallsmängderna påverkas självklart mest av den allmänna konsumtionsnivån. Eftersom vi under en lång tid haft råd att köpa mycket har vi också kunnat slänga därefter. Det är i många hushåll vanligt med 1-2 dagliga tidningar och någon veckotidning. Kläder och skor lagas inte så ofta nu som förr, utan kasseras istället (en viss återvinning förekommer dock via olika klädinsamlingar). Även möbler och andra kapitalvaror byts ut när de är utslitna eller anses omoderna. Allt detta påverkar avfallsmängderna.

Som nämnts ovan utgör avfallets mängd och sammansättning två saker som hänger intimt samman. När avfallsmängderna ökat, har de olika materialandelarna i avfallet samtidigt förändrats. När plastmaterialen blev så billiga att de kunde användas till engångsartiklar kom självfallet plast att öka sin andel av den totala avfallsmängden. På så vis kan ett nytt material, eller en materialkombination (komposit), medföra ökad mängd avfall. Men det omvända kan också inträffa. Om ett tungt skrymmande material ersätts av ett lätt, som också upptar mindre volym, kan avfallsmängden komma att minska. Detta kan inträffa om exempelvis engångsemballage av glas ersätts av motsvarande av plast eller aluminium. Man måste således vara uppmärksam på hur avfallsmängderna mäts.

Här kan det vara intressant att fundera över det faktum, att det som produceras idag blir avfall i morgon, dvs olika produkters olika livslängd gör att de blir avfall efter olika lång brukstid. Till viss del kan detta förklara de senaste årens relativt markanta ökning av plastandelen. Den första "generationen" plastprodukter som nu har tjänat ut, ersätts av en ny generation och hamnar därför på soptippen.

Det föreligger en tydlig skillnad mellan avfallet från tätorterna och från landsbygden. Eftersom man till hushållsavfall också brukar addera affärs-, kontors- och lätt industriavfall (med "hushållsavfallsjämförligt avfall") är mängderna större i tätorterna, där verksamheter som genererar sådant avfall är vanligare. Olika levnadssätt på landsbygd och i tätorter spelar också en viss roll.

Vid en hastig blick på avfallsmängderna som levereras till det regionala avfallsbolaget i göteborgsregionen (GRAAB), finner man att Göteborgs kommun levererar drygt 400 kg/p år, medan förortskommunerna endast levererar ca 255 kg/p år. Denna stora differens beror dock bland annat på att de mindre kommunerna har vissa egna tippar dit en del grovavfall och industriavfall m m transporteras. Således registreras och vägs inte hela avfallsmängden som uppstår i de mindre kommunerna, vilket i princip sker i Göteborgs kommun.

Dessutom har vanligtvis större städer en väsentligt större befolkning på dagen än på natten, beroende på att många arbetar i städerna men bor utanför. Detta bidrar naturligtvis också till den stora skillnaden.

En annan viktig faktor att ta hänsyn till är inverkan av fritidsbebyggelsens befolkning. Vissa kommuner kan under delar av året, speciellt sommartid, fördubbla sitt invånarantal.

2.3.4 Prognoser och antaganden

I regeringens proposition 1975:32, "Återvinning och omhändertagande av avfall", angavs 270 kg/p år som ett medelvärde för hela landet. För storstadsområdena angavs ca 300 kg/p år. De framtida mängderna för hela landet uppskattades till 330 kg för år 1980 och 400 kg för år 1990. Man sa också att vissa mättnadstendenser har kunnat märkas och att den årliga ökningen i fortsättningen väntas bli begränsad till 2 %.

Med ledning av ny statistik kan vi se att prognoserna var något "optimistiska". Dagens avfallsmängd för flertalet kommuner ligger inom intervallet 220-340 kg/pers år. Den årliga ökningen kan också förmodas bli mindre än de 2 % som angavs i propositionen. Om inte speciella omständigheter föreligger, bör man kunna räkna med ökningstakten 0-1 % per år.

Av de faktorer som påverkar avfallsgenereringen i en kommun förefaller fritidsbefolkningens storlek vara av väsentlig betydelse. Även antalet sysselsatta inom handel och industri i relation till kommunens invånarantal har stor inverkan, eftersom avfall från sådana verksamheter till stor del ingår i hushållsavfallet. Antalet personer i varje hushåll är en annan parameter man måste ta hänsyn till. Det är således inte lätt att finna något enkelt och klart samband mellan avfallsmängd/pers och t ex en viss "kommuntyp". Dock ligger renodlade glesbygdskommuner längst i intervallet.

Som diskuterats ovan finns ett intimt och komplext samband mellan avfallets mängd och sammansättning. Det finns relativt många undersökningar gjorda, där man analyserat avfallet och bestämt dess sammansättning. Vi skall här bara redovisa några riktvärden som kan sägas gälla idag, se fig 2.3b. Dessutom skall vi diskutera de vanligaste ingående materialslagen för att få en bild av hur de kan tänkas förändra sitt inbördes förhållande i framtiden. Alla procenttal gäller viktprocent.

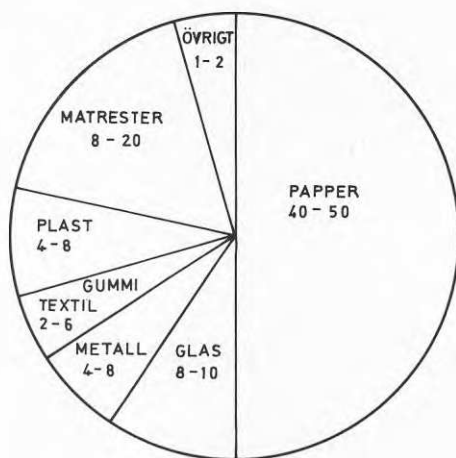


Fig 2.3b Hushållsavfallets sammansättning, viktprocent (inklusive återvinningsbart papper)

Plast

Andelen plast i avfallet uppgår till mellan 4 och 8 %. Någon direkt minskning till följd av det höjda oljepriset har inte kunnat märkas. Plastmaterial har en mycket stark ställning inom de flesta industrigrenar, men är mest dominerande som förpackningsmaterial.

Genom att plastmaterialen har intagit en så stark ställning på marknaden, kan man anta att känsligheten för prishöjningar också är måttlig. Man kan därför anta att plastandelen i avfallet även fort-

sättningsvis kommer att ligga inom intervallet 4-8 %. I en del kommuner har man den senaste tiden märkt en ökande andel plast. Upp emot 10 % och i några fall mer har noterats. Det är tänkbart att teorin, om att det är den första generationen plastprodukter som nu kasseras, är tillämplig.

Glas och metall

Glas och metall har stor betydelse som förpackningsmaterial. Glas förekommer både i retur- och engångsemballage, medan plåt i stort sett endast används till engångsemballage. Av den totala avfallsmängden utgörs 8-10 % av glas och 4-8 % av plåt. Med plåt avses i första hand stålplåt, men aluminiumplåt är på frammarsch. Ca hälften av den totala metallmängden utgörs av burkar.

Glas och metall är två materialslag som fordrar en del uppmärksamhet, eftersom utvecklingen på förpackningssidan idag är svår att förutse.

Glas används huvudsakligen till dryckes- och andra livsmedelsförpackningar, och förekommer både som retur- och engångsglas. I dagens läge tyder ingenting på att returglasens marknadsandel kommer att minska. Däremot är det tänkbart att engångsförpackningar av glas minskar något genom att de ersätts med motsvarande tillverkade av lättare material som papp, plast eller aluminium.

Plåt är ett väletablerat, och sedan länge använt, förpackningsmaterial. Under lång tid har stålplåt varit fullständigt dominerande, men på senare år har aluminium börjat konkurrera. Det förefaller nu som om flertalet dryckesförpackningar, som tidigare utfördes av stålplåt, så småningom kommer att tillverkas av aluminium. Vissa typer av matkonserver har dock relativt länge förpackats i burkar eller tuber av aluminium. Om aluminium introduceras i stor skala kan det vålla problem i moderna avfallsanläggningar där metall avskiljs med magnet; aluminium passerar således på grund av att det inte är magnetiskt.

Slutsatsen av ovanstående måste bli att andelarna glas och plåt i avfallet i stort sett blir konstant vid nuvarande nivåer, om man ser till antalet förpackningsenheter. Möjligen kan en tyngdpunktsförskjutning ske mot plåt. Genom att en övergång från stål- till aluminiumplåt håller på att ske, minskar plåtförpackningarnas total vikt väsentligt. Härigenom kan plåtandelen i avfallet komma att minska trots att **antalet** förpackningar eventuellt ökar. Detta medför olika problem i insamlings/transportledet respektive i behandlingsledet.

På några orter i landet har PLM gjort försök med insamling av engångsburkar. Syftet har varit att undersöka hur stor andel som går att återvinna via sortering vid källan. Om en sådan insamling genomförs på liknande sätt som pappersinsamlingen, kan plåt i avfallet komma att minska kraftigt.

För glas och plåt kan man således anta att

- o mängden glas i avfallet kommer att ligga på nuvarande nivå eller minska något
- o mängden plåtavfall minskar om man ser till vikt, medan antalet förpackningar ökar svagt beroende på övergång till aluminium som ersättning för stålplåt

Papper

Den största andelen av hushållsavfallet utgörs av papper, ca 40-50 %. Pappret förekommer i flera olika former som t ex tidningspapper, i förpackningar och i hygienartiklar. Tidningspapper återvinns numera i nästan alla landets kommuner. Den praktiskt återvinningsbara mängden brukar anges till ca 25 kg/p år, dvs ca 10 % av hushållsavfallet. Härav förstår man att en stor mängd papper är svår eller olämplig att återvinna, exempelvis plastat papper, mjölkförpackningar, hygienpapper etc.

Papper baserar sig på inhemska råvaror. Vi kan därför alltid räkna med en tillgång, som dock begränsas av återväxten av skogsråvaror. Detta förhållande gäller t ex inte plast. Några omfattande nya tillämpningsområden för papper och pappersprodukter kan inte skönjas idag.

För framtiden kan man anta att

- o mängden papper som används i hushållen ligger kvar på nuvarande nivå.
- o det papper som inte kan återvinnas genom källsortering på vissa håll kan tas till vara som energi vid förbränning

Matrester och övrigt biologiskt nedbrytbart material

Matrester och övrigt köksavfall som är biologiskt nedbrytbart utgör 8-20 vikt-% av totala avfallsmängden. Den totala mängden komposterbart material kan minska genom att pappersandelen minskar. Man kan därför anta att

- o mängden matrester etc ligger kvar på nuvarande nivå
- o totala mängden komposterbart material minskar ev på grund av pappersåtervinning.

2.4 Insamling och transport

2.4.1 Allmänt

Vi har valt att använda de konventionella benämningarna på avfallshandlingens olika moment. Med insamling avses hämtning från soprum eller säckstall till fordon och körning mellan hämtningsställen. Transporten avser i första hand momentet efter avslutad insamling till behandlingsanläggning. Förekommer omlastning ingår den också här.

De ökande transportkostnaderna medför att man vill försöka minska transportbehovet. Detta kan i princip göras på två sätt:

- o Minska avfallsmängderna
- o Minska transportarbetet

Den första punkten fordrar bl a beslut om förändrade lagar, skatter etc från statliga myndigheter. Sådana åtgärder ligger utanför kommunernas direkta verksamhetsområde och vi behandlar den därför inte vidare.

Den andra punkten berör problem, som den enskilda kommunen till vissa delar kan lösa. Genom att studera avfallshanteringsystemet ingående, med speciell inriktning mot transportsidan, kan man sannolikt göra åtskilliga förbättringar. Idag är oftast insamling och transport i stort sett integrerade i varandra genom att samma fordon används i bägge momenten. Som vi nämnt, finns det idag fordon i flera storleksklasser. Det kan således på vissa platser vara fördelaktigt att bättre anpassa transportsystemet till transportlängd, typ av hämtningsområde (t ex glesbygd, flerfamiljshusområde etc).

2.4.2 Insamling

Det finns problem och låsningar inbyggda i vårt fastighetsbestånd. Trånga och svåråtkomliga soprum kan nämnas som exempel. Dessa är genom dålig arbetsmiljö ofta orsak till yrkesskador, och ger därvid utöver personligt lidande också upphov till samhällskostnader. Likaså innebär förekomsten av sopnedkast svårigheter att eventuellt genomföra källsortering.

Idag används mestadels papperssäckar vid både småhus och flerfamiljshus. I denna studie har vi följaktligen begränsat oss generellt till papperssäckar.

Småhusområden har normalt ett säckställe per hus, placerat antingen vid tomtgränsen eller, framför allt i äldre områden, vid huset. I vissa senare utförda områden finns ibland gemensamt soprum vid parkeringsplats eller garage.

Flerfamiljshus har oftast soprum i anslutning till entrén. Här används olika typer av behållare: säck (ibland i packande säckkaruseller) och kärl av varierande storlek.

Det idag helt dominerande fordonet är ett komprimerande fordon med en eller två mans betjäning. Komprimeringen innebär oftast en god lösning, då det inte främst är avfallets vikt utan volymen som dimensionerar kapaciteten. I områden med vägar av låg standard, såväl vad gäller bärighet som planutformning, och med begränsade vändmöjligheter, utnyttjas ofta mindre fordon. Dessa är då oftast med en mans betjäning.

Dessa två huvudtyper kompletteras ibland med mindre fordon ("lastmopeder" m fl) inom trafikseparerade områden. Insamling och en kort transport till omlastning i container sker då med dessa fordon.

I samtliga fall uppkommer vissa mängder grovavfall. Framför allt i flerfamiljshusen insamlas grovavfallet parallellt med övrigt avfall.

Idag finns ett relativt väl utbyggt system för pappersåtervinning i många kommuner. Insamlingen av papperet sker oftast inte samtidigt med övrigt avfall, utan vid separata turer ex.vis en gång per månad. Uppkommer behov av återvinning av ytterligare fraktioner ökar sannolikt värdet av en bil som kan ta hand om samtliga återvinningsfraktioner, eventuellt också tillsammans med övrigt avfall. Fordon av dessa typer finns idag endast i olika former av försöksverksamhet.

För att begränsa antalet alternativ har vi valt att i fortsättningen endast studera två typer av insamlingsfordon. Det ena utgörs av ett 2 mans-betjänat komprimerande fordon som rymmer ca 4,2 ton säckat avfall. Vi har sedan valt en flak- eller skåpbil utan komprimering att representera gruppen enklare fordon. Den är enmansbetjänad och rymmer 130 säckar om 160 liter eller motsvarande.

2.4.3 Transporter

Tidigare nämndes att samma fordon oftast används för både insamling och transport. Omlastning är ibland aktuellt för att minska de höga transportkostnaderna. Transporten till behandlingsanläggningen blir billigare, då dessa fordon endast bemannas av en man samt rymmer mer avfall.

Omlastning förekommer idag främst i samband med regionala behandlingsanläggningar. Omlastningsstationen är då en stor anläggning med bemanning och kräver ett stort underlag.

I denna studie begränsar vi oss till lokala system, varför den stora omlastningsstationen ej är aktuell. Istället har vi valt en mindre obemannad station, som dock endast bör användas av lätta insamlingsfordon. Vidaretransporter till behandlingsanläggningen sker med boggibil med sk lastväxlare.

2.5 Behandling

2.5.1 Allmänt

Det finns idag väsentligen tre metoder för slutbehandling av avfall: förbränning, kompostering och deponering.

Deponering är än så länge den vanligast förekommande metoden. Den förekommer i både stor och liten skala, dvs både lokalt och regionalt. Genom att de nödvändiga investeringarna är förhållandevis små kan deponering bedrivas ekonomiskt även i relativt liten skala.

Annorlunda är det med förbränning och kompostering. Förbränningsanläggningar är dyrbara och måste som regel vara utrustade med specialutrustning för rökgasrening och viss försortering. Komposteringsanläggningar är inte lika dyrbara, men den erforderliga tekniken, som t ex kvarnar, siktar, transportband, reaktorer m m, är relativt komplicerad. Således är varken förbränningsanläggningar eller dagens komposteringsanläggningar anpassade för drift i mindre skala, t ex på lokal nivå.

För att realistiskt studera lokala system för avfallshantering måste man välja behandlingsmetoder som tekniskt är mycket enklare än dagens förbrännings- och komposteringsanläggningar. En enklare teknik gör det möjligt att anpassa anläggningen till den mindre skalan.

Vi finner därför att de system för avfallsbehandling som är mest intressanta för små och medelstora kommuner är antingen direktdeponering av hela avfallsmängden eller enkel maskinell sortering i två fraktioner. I det senare fallet deponeras den ena fraktionen (eller komposteras om behov av kompost finns) och den andra används som bränsle.

2.5.2 Direktdeponering

Den idag billigaste metoden för avfallsbehandling är direktdeponering. Med direktdeponering menas att avfallet töms från fordonen direkt på tippen. Avfallet täcks därefter så snart som möjligt med jord- och schaktmassor. Detta bör ske för att minska tillgängligheten för fåglar och skadedjur samt för att hindra papper och plast att blåsa bort. Genom att låta en tung maskin, en s k kompaktor, lägga ut och jämna till avfallet sker en tätare packning, vilket innebär att tippen kan utnyttjas under en längre tid.



Figur 2.5a Huvudalternativ 1, direktdeponering

Ur miljösynpunkt finns många problem förenade med avfallsdeponering. Det gäller lukt, särskilt vid oavsiktliga bränder i upplaget, landskapspåverkan men framför allt påverkan på grund- och ytvatten.

Dessutom kan skador vållas på vegetation på och invid deponeringsplatsen, eftersom gas oftast bildas och under lång tid lämnar upp-laget. Skötsel av upp-laget är också nödvändig lång tid efter avslutad deponering.

2.5.3 Enkel maskinell sortering

Man kan särskilja två huvudanledningar till att utföra sortering:

- o En viss behandlingsmetod fungerar bättre och ger minskade miljöproblem om något eller några material sorteras bort. Ex: Före förbränning bör plåt och skrot sorteras bort på grund att det är obrännbart samt ofta ytbehandlat med färg som avger luftföroreningar vid förbränning.
- o Det finns avsättning för något eller några material som förekommer i avfallet: Ex: Plåt som efter sortering kan återvinnas via omsmälning.

I detta fall är det den första punkten som är intressantast, eftersom en del av avfallet kan användas som bränsle.

Med enkel maskinell sortering menar vi här att avfallet delas upp i två huvudfraktioner. Den ena fraktionen får ett högt värmevärde och är att betrakta som avfallsbränsle. Den andra som har lägre värmevärde, deponeras men kan också, om den behandlas vidare, komposteras. Fraktionerna motsvarar vardera ca 50 viktprocent av den ursprungliga mängden.



Figur 2.5b Huvudalternativ 2, sortering - förbränning/deponering

Denna avfallsbehandling är intressant under förutsättning att man kan få avsättning för den brännbara fraktionen. Transportavståndet till aktuell avnämare får härvid stor betydelse.

Den teknik som erfordras är relativt enkel. Avfallet måste sönderdelas, men bör inte malas. Någon typ av rivare är lämpligast för ändamålet, sådana finns också på marknaden. Därför siktar avfallet i trum- eller skruvsikt så att en uppdelning efter storlek åstadkoms. Det visar sig då att papper, plast och textil svårigen passerar sikhålen, vilket däremot matavfall, glas och en del övrigt avfall lätt gör. De magnetiska metallerna, som ännu dominerar, avskiljs med magnetseparator som placeras efter rivaren före sikten. Plåtburkar och övriga metallrester kommer annars att återfinnas i båda fraktionerna.

De fördelar som denna metod medför är främst följande jämfört med direktdeponering:

- o Minskade miljöproblem vid deponeringsplats på grund av mindre avfallsmängder.
- o Befintlig deponeringsplats kan utnyttjas under väsentligt längre tid.
- o Systemet är enkelt och står inte i direkt motsatsförhållande till eventuell framtida källsortering.

Den sista punkten fordrar några kommentarer. Om källsortering genomförs i full skala av exempelvis fraktionerna matavfall, glas/plåt, papper och övrigt avfall, bortfaller naturligtvis anledningen till att utföra maskinell sortering. Idag återvinns redan papper genom källsortering. Stora fördelar skulle nås om även glas och plåt sorterades vid källan. En sådan sortering skulle minska skaderisken vid insamlingsarbetet och förenkla den maskinella sorteringen. Bränslefraktionens värmevärde skulle enbart påverkas positivt.

2.6 Organisationsformer

2.6.1 Allmänt

En organisation kan sägas utgöra en spegling av verksamheten som den är avsedd att sköta. När en organisation existerat en längre tid har ofta vissa modifieringar gjorts. Härigenom har en optimering skett i förhållande till målsättningen. Detta innebär att man inte utan vidare kan ändra målsättningen för verksamheten utan att ägna organisationen viss uppmärksamhet.

Avfallshantering i vårt samhälle har länge betraktats som kvitt-blivning. Det har gällt att snabbt och effektivt transportera avfallet i sin helhet till en soptipp eller destruktionsanläggning, ett ord som användes flitigt särskilt under 1960-talet. Inget intresse har funnits av det material man hanterat. Detta synsätt har självklart präglat den organisation som vuxit fram.

Om källsortering enligt olika mönster dominerat avfallshanteringen hade säkerligen organisationen sett annorlunda ut. Man hade då haft behov av ett system där olika material kan styras i olika riktningar. Man hade likaså haft behov av en dialog med avfallslämnaren, eftersom denne då hade tagit en aktiv del i verksamheten. Även system med maskinell avfallsbehandling mår bra av ökad avfallsstyrning.

2.6.2 Nuvarande organisationsformer

Kommunerna ansvarar för avfallshanteringen. Detta är fastslaget i renhållningslagen. Det är dock inte nödvändigt, att kommunerna rent praktiskt har hand om all avfallshantering. Avsikten med uttryck som "kommunen skall ansvara för ...", är att man helt enkelt bedömer, att verksamheten är så viktig bl a ur miljösynpunkt, att kommunerna måste ha ett fast grepp om den.

De vanligaste organisationsformerna i små och medelstora kommuner innebär, att det är gatukontor, byggnadskontor eller motsvarande,

som administrerar avfallshanteringen. Härifrån samordnas verksamheten, och man har också oftast ansvaret för tipp eller behandlingsanläggning, om det finns en sådan inom kommunen. Man anlitar mycket ofta någon entreprenör, som har erforderliga transportresurser för insamling och transport av avfallet. Att köpa tjänster från en entreprenör är positivt, så tillvida att man inte behöver investera i fordon och maskiner. Dessutom har entreprenören troligen tillgång till större fordonspark, vilket underlättar möjligheten att använda lämpliga fordon i olika områdestyper. Nackdelen kan dock vara att kommunen har svårt att påverka kostnadsutvecklingen och inte heller alltid får direktkontakt med abonnenterna.

I de fall kommunen har en egen transportorganisation, förekommer att ett särskilt renhållningsverk, eller ett kommunalt bolag, sköter och administrerar verksamheten. I sådana fall har investeringar vanligen gjorts i en fordonspark. Investeringarna blir oftast stora och för underhåll och reparation behövs det tillgång till verkstäder och personal. I gengäld kan kommunen på ett annat sätt påverka de kostnader, som är förenade med avfallshanteringen. I gynnsamma fall kan kommunen kanske sänka kostnaderna, genom att man utnyttjar vissa resurser gemensamt med andra verksamheter.

Svenska Renhållningsverksföreningen har gjort en enkätundersökning (RVF:s Årsbok 1979), som visar att knappt 1/4 av de tillfrågade kommunerna sköter avfallshanteringen helt i egen regi. Något mer än 1/4 anlitar en eller flera entreprenörer för all hämtning, medan ca hälften av de tillfrågade kommunerna anger, att hämtningen sköts i varierande grad både av kommunen och entreprenören (entreprenörerna).

2.6.3 Motiv till förändrad organisation

I många mindre kommuner är en stor del av befolkningen spridd i glesbygd. Insamlingskostnaderna för "glesbygdsavfallet" är för det mesta höga. Ett differentierat transportsystem skulle under vissa betingelser kunna minska kostnaderna. Mindre och billigare fordon kan användas för insamling av små avfallsmängder för eventuell

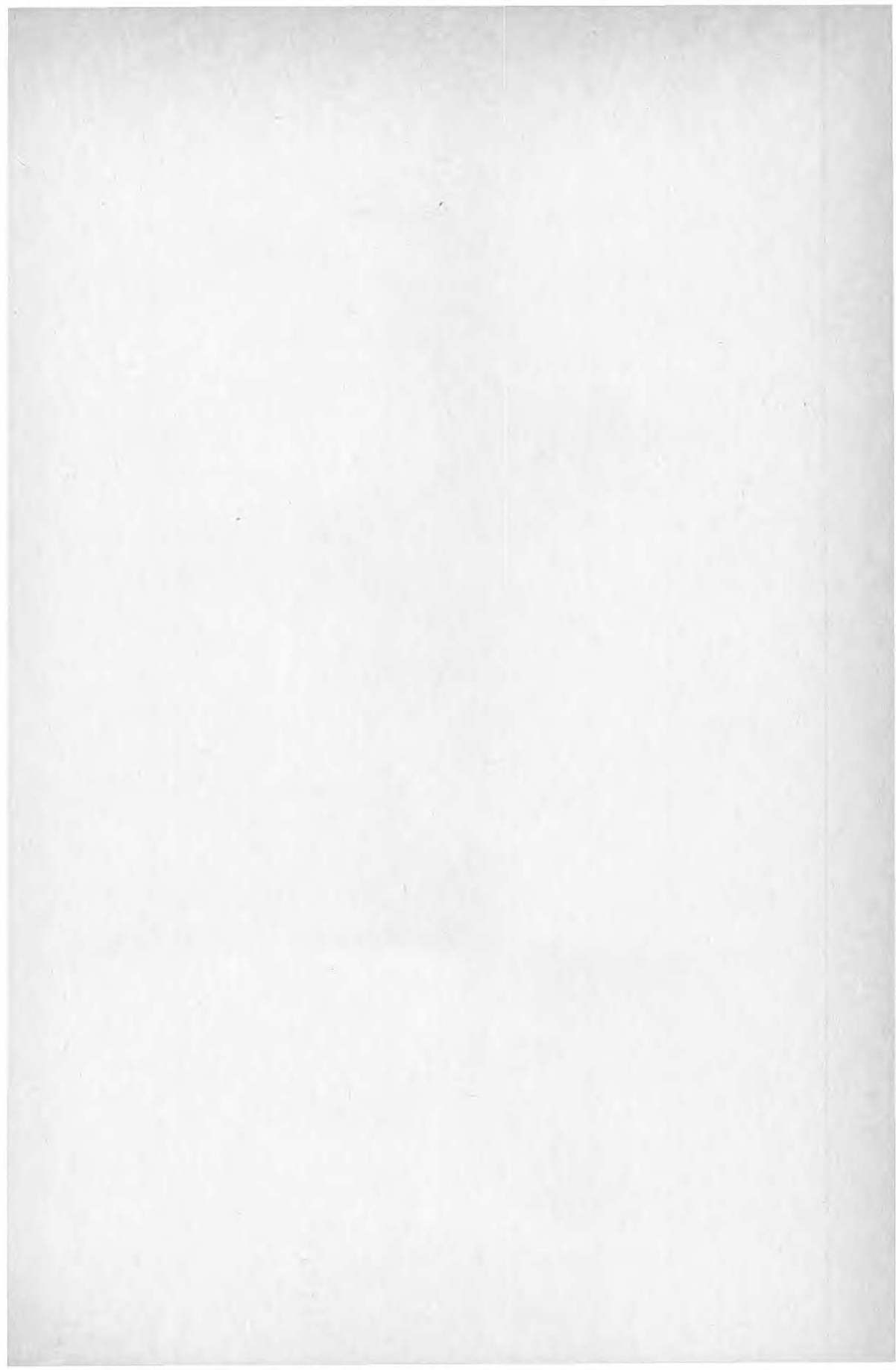
transport till lokala omlastningsstationer. Man kan också tänka sig system med insamlingscentraler dit avfallslämnarna själva transporterar sitt avfall.

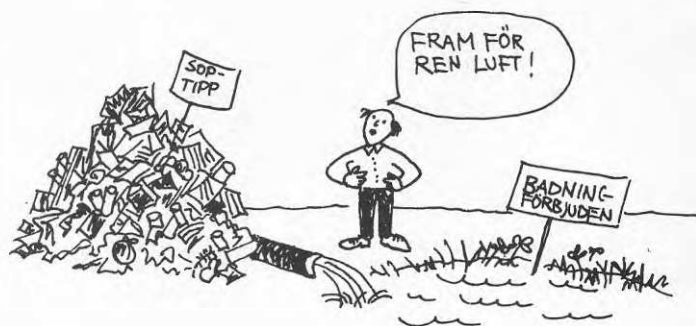
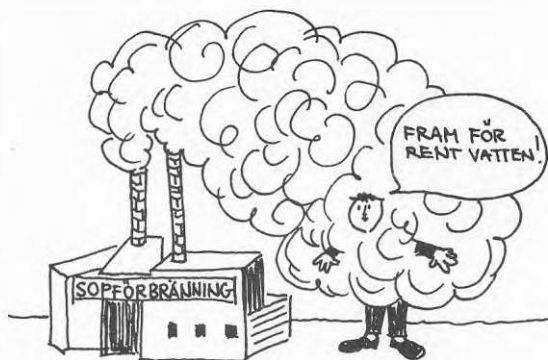
Eftersom en entreprenör ofta är ett renodlat åkeriföretag kan svårigheter uppstå att sköta ett alltför differentierat system, då det kräver specialutrustning. Med de ofta korta avtalsperioder man har kan man inte förvänta sig att entreprenören skall göra investeringar i specialfordon. Antingen måste kommunen, som anlitar entreprenören, ge denne bättre villkor eller bygga upp en egen "skräddarsydd" insamlings/transportorganisation.

Om vissa avfallsfraktioner skall sorteras ut, vid källan eller centralt, ställs också en mängd krav på organisationen. Man måste bli ha god kännedom om återvinningsmarknaden. Det gäller ju att ta fram en "säljbar" produkt och sedan finna avsättning för den. Det finns idag entreprenörer (skrotfirmor, returpappersfirmor m fl) som kan denna marknad bra. Det är således inte självklart att kommunen skall ta hand om en sådan verksamhet.

På vissa platser sköter kommunen insamling av avfall i egen regi, medan pappersåtervinningen sköts av entreprenör. Organisatoriskt är det en enkel lösning och de boende känner tydligt skillnaden på "avfall" och återvinningsmaterial. Eftersom olika "insamlare" är inblandade fås dock sämre kontakt med abonnenterna och dessa vet inte alltid vem som sköter insamlingen.

Det kan således vara ekonomiskt för kommunen att anlita entreprenör för vissa tjänster. Om man vill nå ökad kontakt med abonnenterna kan detta försvåras om flera intressenter är inblandade i insamlingsarbetet.





3 RESULTAT: METOD

3.1 Lösningssmetodik

Ett resultat av utredningen är en metod som ger möjlighet att bygga upp och testa olika modeller av avfallshanteringsystem. Metoden, som omfattar hela avfallshanteringsystemet, bygger på de förutsättningar som diskuterats i kap 2.

Genom kännedom om vissa, för varje kommun specifika, parametrar kan modellen för insamlings- och transportsystem användas för översiktlig kostnadsberäkning. En målsättning har varit att relatera dessa kostnader till parametrar som är lätta att ta fram och som är av allmän karaktär. Exempel på sådana är tätortsgrad och invånare/km². De insamlings- och transportsystem som valts, redovisas på ett sätt som gör det möjligt att variera dem så att andra kombinationer kan undersökas.

Detaljeringsgraden i behandlingsalternativen motiveras främst av att variationsmöjligheterna är stora vid utformningen av behandlingsanläggningar. Genom att redovisa hur de ekonomiska beräkningarna utförts, kan en anpassning till ett aktuellt fall lättare göras. Behandlingskostnaden förutsätter naturligtvis helst kännedom om den verkliga avfallsmängden, eftersom det är den som är dimensionerande för en behandlingsanläggning. I de fall denna mängd inte är känd, ges vissa anvisningar om hur den översiktligt kan beräknas med hjälp av kännedom om bl a kommunens bebyggelse- och befolkningsstruktur.

Kostnaderna för avfallshanterings olika delar sammanställs och villkoren för lokala system analyseras. Vissa ingångsparametrar kan tänkas förändras på olika sätt med tiden. Detta tas hänsyn till i den känslighetsanalys som utförs.

Avslutningsvis sammanställs de olika beräkningsstegen punktvis för att underlätta en systematisk genomgång av en enskild kommuns avfallshandtering.

3.2 Modell

3.2.1 Avfallsmängd

Vid arbete med frågor rörande avfallshantering är man nästan alltid intresserad av hur stora avfallsmängderna är. När det gäller hushållsavfall är mängderna relativt stabila, dvs förändringar sker ganska långsamt.

Den övervägande delen av landets kommuner väger inte sitt avfall. Däremot vet man som regel hur många säckar eller kärl som hämtas varje år. Med utgångspunkt från dessa uppgifter och ett antagande om varje säcks eller kärls innehåll i kilo, beräknar man sedan antalet ton avfall/år.

Vanligen överskattas avfallsmängderna. Det är inte ovanligt att de på detta sätt beräknade mängderna är upp till 50 % större än de verkliga. Detta har på flera håll i landet lett till överdimensionering av nybyggda behandlingsanläggningar. Det finns därför anledning att väga de aktuella avfallsmängderna om man står inför uppgiften att projektera fasta anläggningar för avfallshantering.

Även i samband med ett mera översiktligt arbete med en kommuns avfallsfrågor är det önskvärt att veta något om de aktuella mängderna. Det bästa vore naturligtvis om man hade en figur i vilken man kunde gå in med karakteristiska data för respektive kommun och därefter erhålla ett ungefärligt värde på avfallsmängden uttryckt som kg/p år.

Vi har för ett 20-tal kommuner jämfört flera olika parametrar med uppgifter om avfallsmängder. Dessa uppgifter omfattar sannolikt relativt olika avfallsslag. I vissa kommuner inkluderas stora mängder industriavfall, medan i andra sådant avfall inte alls tas med. I några genomförs kanske ingen pappersåtervinning, varför man där har högre värden än i övriga kommuner osv. Uppgifternas inbördes noggrannhet varierar också, eftersom de ibland grundar sig på

vägningar och ibland på uppskattningar. Detta är den främsta orsaken till att vi inte kunnat formulera något entydigt och kvantitativt samband mellan avfallsmängd/person år och några generella "kommunparametrar". Det är dock troligt att man med andra insatser, som inte ryms inom detta projekt, skulle kunna ta fram användbara samband.

Tillsvidare utgår vi istället från att de flesta små och medelstora kommuners specifika avfallsmängd ligger i intervallet 220-340 kg/p år (se kap 2.3). Många olika faktorer inverkar på var i detta intervall en kommun befinner sig. Vi anger därför de faktorer som vi bedömer vara viktigast att ta hänsyn till vid en översiktlig beräkning av avfallsmängder. De är också väsentliga att beakta vid planering i ett längre perspektiv. För ytterligare anvisningar om värderingen av de olika faktorerna se tillämpningsstudien (kap 4.2).

a) Tätortsgrad

Tätortsgraden (se kap 2.1) anger andelen boende i tätort. Tätortsgraden varierar väsentligt mellan de svenska kommunerna. Man vet att avfallsgenerering per capita är större bland tätortsbor än glesbygdabor. Den genomsnittliga tätortsgraden för de fyra västsvenska länen N, O, P och R är 66 %. En kraftig avvikelse (15-20 %) från detta värde antyder att man bör söka sig mot intervallets undre eller övre gräns.

b) Verksamheter

Inslaget av kontors-, affärs- och industriverksamheter, dvs näringsstrukturen, påverkar självfallet avfallsmängden. Större delen av kontors- och affärsavfallet samt delar av industriavfallet tillförs hushållsavfallet. Kontorsanställda kan generera upp till 50 kg pappersavfall per år, varav en stor del (förhoppningsvis) återvinns.

En uppfattning om verksamheternas omfattning (dock ej karaktär!) fås om man beräknar antalet sysselsatta i kommunen. Ett grovt mått på detta kan man exempelvis få ur FoB.

c) Hushållsstorlek

Hushållens storlek har minskat under hela efterkrigstiden (se kap 2.1). Det mesta tyder på att minskningen kommer att fortsätta. Kraftiga avvikelser förekommer mellan skilda kommuner. Medeltalet för hela landet ligger på 2,4 pers/hushåll.

Man kan tänka sig att varje hushåll genererar en viss minsta avfallsmängd, som inte är beroende av dess storlek (ex på avfall: dagstidningar, reklam, förpackningar etc). Om totala antalet hushåll ökar, utan en samtidig befolkningsökning, kommer därför samtidigt den specifika avfallsmängden att öka. Om hushållsstorleken närmar sig 2,0 eller 3,0 bör hänsyn tas till avvikelsen.

d) Fritidsbefolkning

I många kommuner utgör fritidsbebyggelsen en stor andel av den totala bebyggelsen. Avfallsgenereringen från en stor fritidsbefolkning medför att avfallsmängden varierar över året. Sommartid ökar avfallsmängderna kraftigt på många håll.

I den totala avfallsmängden ingår vanligtvis avfallet från fritidsbefolkningen. När man räknar den specifika avfallsmängden inkluderas vanligtvis inte denna "extra" befolkning. Det medför ett för högt värde på den specifika avfallsmängden.

En hygglig korrigering kan göras om man antar att varje fritidshus bebos av 3 personer under sammanlagt 1/3 av året. Det betyder att ett fritidshus får motsvara en fast kommuninvånare. Denna tumregel har gett bra resultat vid test på kommunerna i göteborgsregionen.

Vi har tidigare nämnt att många kommuner oavsiktligt överdimensionerat sina system för avfallshantering genom felaktiga antaganden om avfallsmängderna. Figur 3.2a visar den totala avfallsmängden som funktion av antalet invånare och specifik avfallsmängd. Den illustrerar det fel som kan uppstå om man utgår från fel specifik avfallsmängd när man beräknar den totala avfallsmängden. Fel på uppemot 50 % kan här uppstå.

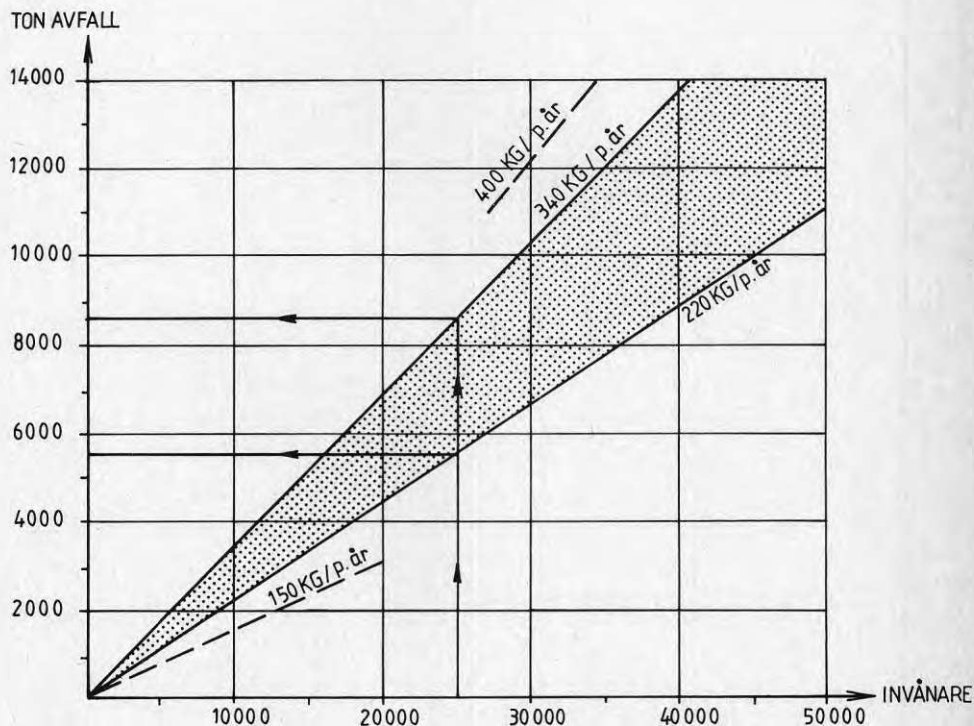


Fig 3.2a Total avfallsmängd som funktion av antalet invånare och specifik avfallsmängd. Markerat område anger avfallsmängd i intervallet 220-340 kg/p år

3.2.2 Insamling och transport

Nedanstående modell avser att översiktligt beskriva kostnaden för insamling och transport av avfall. Lokala avvikelser förekommer naturligtvis då modellen bygger på idealiserade förhållanden. Verklig kostnad är beroende av den fysiska strukturen i kommunen, men även av andra faktorer som avfallsmängder och varierande standard på hämtningen. Vi behandlar först kapacitet vid olika bebyggelseformer och sedan kostnader.

Kapacitet

Underlaget för nedan angivna kapaciteter utgörs bl a av en rapport utgiven av Naturvårdsverket, SNV PM 1133.

För att minska antalet beräkningsfall har vi valt att begränsa den fortsatta studien till två fall, dels ett komprimerande fordon med 2 mans betjäning och dels en flak- eller skåpbil med 1 mans betjäning. Vi har vidare valt att begränsa oss till hantering med sopsäckar. I rapporten har insamlingstider och kapaciteter för olika fordonstyper och bebyggelseformer studerats. Tabellen 3.2a är ett utdrag för här aktuella typer.

Tabell 3.2a Uppskattade tider för arbetsmoment och kapaciteter (per tim) under insamlingskedet i tätort (SNV PM 1133)

Fordonstyp/bebyggelsestyp	Tidsbehov (s/säck)			Kapacitet (säck/h)
	Säck-byte	Gångtid och ilastning	Flyttning av fordon	
Komprimerande, tvåmansbetjäna				
Flerfamiljshus	40	20	20	90
Enfamiljshus, nytt område	40	20	20	90
Enfamiljshus, äldre område	40	40	40	60
Flak- eller skåpbil, enmansbetjäna				
Flerfamiljshus	40	70	20	27
Enfamiljshus, nytt område	40	70	20	27
Enfamiljshus, äldre område	40	70	40	24

Man har här något förenklat antagit att tid för byte av säck är densamma i de aktuella boendeformerna. Gångtiden och tiden för förflyttning av fordonet har antagits vara dubbelt så lång i ett äldre småhusområde jämfört med ett nytt eller med ett flerfamiljshusområde. Lastning av en enmansbetjäнад bil går långsammare än av en tvåmansbetjäнад, på grund av att samma person både skall samla in säckarna och flytta fordonet. Extratiden har uppskattats till ca 20 sek per säck. Lastning av säckar på en flack- eller skåpbil kräver ytterligare tid och har grovt uppskattats till ytterligare ca 30 sek per säck. De i tabell 3.2a redovisade tider och kapaciteter bygger på ovanstående modell och på praktiskt uppnådda kapacitetsresultat. Vikten av säckar i flerfamiljshus (240 lit) har satts till 15,6 kg och i enfamiljshus (160 lit) till 15,3 kg.

Insamlingen i glesbygd är inte medtagen i SNV:s rapport. Vi har tagit fram kapaciteter enligt motsvarande arbetsgång. Därvid har tid för säckbyte, gångtid och ilastning antagits vara densamma som för äldre småhusområde.

Tidsåtgång för flyttning av fordon beräknas med hjälp av underlag från kap 2.1. Där har väglängden per helårsbostad i Härryda kommuns glesbygd (ca 20 inv/km²) beräknats till

- o för allmänna vägar 90 m
- o för övriga vägar 290 m

Vid en antagen av en medelhastighet av 60 km/h för allmänna vägar och 30 km/h för övriga samt att fordonet färdas fram och åter på vägarna erhålls en tidsåtgång för körning av ca 80 sek per säck.

I kap 2.1 konstaterades att hänsyn bör tas till antal inv/km² i glesbygden. Vi har här valt att räkna på ett alternativ med lägre och ett med högre befolkningstäthet än Härrydas ca 20 inv/km².

Vid en befolkningstäthet av 10 inv/km² antas tidsåtgången för förflyttning av fordonet öka till 160 sek per säck. Vid 30 inv/km² minskas tidsåtgången till 53 sek per säck. Kapaciteter erhålls med ovanstående utgångspunkter enligt tabell 3.2b.

Tabell 3.2b Uppskattade tider för arbetsmoment och kapaciteter (säck/h) under insamlingskedet i glesbygd

Fordonstyp	Tidsbehov (s/säck)			Kapacitet (säck/h)	
	Säck-byte	Gångtid och ilastning	Flyttning av fordon		
Komprimerande, tvåmansbetjäнад	10 inv/km ²	40	40	160	22
	20 "	40	40	80	36
	30 "	40	40	53	45
Flak-/skåpbil, enmansbetjäнад	10 "	40	70	160	13
	20 "	40	70	80	19
	30 "	40	70	53	22

Kvantiteten säckat avfall, som tillsammans med visst grovavfall, ryms i fordonen är följande:

- o större komprimerande fordon, 4,2 ton
- o flak-/skåpbil utan komprimering, 130 säckar om 160 lit eller motsvarande.

Vid omräkning av kapaciteten till antal säckar per dag (tabell 3.2c) har utgått från att fordonet skall vara helt tomt vid arbetsdagens slut. Dessutom förutsätts att minst 0,75 h per arbetsdag används till fordonsvård. Förflyttning av fordonet till behandlings- eller omlastningsstation ingår för tätortsbebyggelsen med upp till 10 km räknat från sista hämtningsställe. Till skillnad från SNV:s rapport har säcken i flerfamiljshus antagits väga 20 kg.

Tabell 3.2c Kapacitet (per dag) för insamlingskedet

Bebyggelseyp	Komprimerande tvåmansbetjäna (säckar/ (ton/dag) dag)	Flak/skäpbil enmansbetjäna (säckar/ (ton/dag) dag)
Flerfamiljshus	480	9,6
Enfamiljshus, nytt område	540	8,3
" äldre "	350	5,4
		6,3
		2,2
Glesbebyggelse 10 inv/km ²	132	2,0
20 "	216	3,3
30 "	270	4,1
		78
		114
		132
		1,2
		1,7
		2,0

Ur Folk- och bostadsräkningen 1975 (FoB-75) har för de fyra västsvenska länen andelen småhus i nytt område (1965-) beräknats till 25 % och i äldre område till 75 % av totala antalet småhus. Kapaciteten 6,3 ton/dag resp 2,2 ton/dag har erhållits genom antagande att sammansättning av småhusområde har förändrats från 1975 enligt följande: nytt område utgör 30 % och äldre område 70 % av de totala småhusen.

Kostnader

Utgångspunkt för kostnadsberäkningarna utgörs även här av SNV:s rapport. Uppräkning av kostnaderna har sedan gjorts för att motsvara 1980 års kostnadsnivå (tabell 3.2d). Kostnader för glesbygdshämtning ingår ej i angiven rapport, utan har beräknats med utgångspunkt från övriga kostnader och kapaciteter enligt tidigare modell.

Tabell 3.2d Insamlings- och transportkostnad inom 10 km

Bebyggelseyp	Komprimerande tvåmansbetjäna (kr/ton)	Flak/skäpbil enmansbetjäna (kr/ton)
Flerfamiljshus	265	340
Enfamiljshus, nytt område	275	360
" äldre "	365	405
		340
		390
Glesbebyggelse 10 inv/km ²	1.065	715
20 "	645	505
30 "	520	430

Med tidigare antagen fördelning av enfamiljsområden (30 % nya och 70 % äldre) har genomsnittvärden av 340 kr/ton resp 390 kr/ton erhållits.

I angivna kostnader ingår samtliga med insamlings- och transportarbetet förknippade kostnader.

Fordonen avskrivs i kalkylen på 5 år och räntefoten har genomsnittligt valts till 12 %. I kostnaderna ingår även hyra för reservfordon.

I personalkostnaderna ingår helgtidsersättning och extrapersonal samt arbetsledning. Säckkostnad ingår tillsammans med administration.

Beräknade kostnader för glesbebyggelsen är baserade på medelvärden för antal inv/km² i glesbygden för hela kommunen och med en utbredning ungefär som i Härryda. Vid väsentligt mer koncentrerad bebyggelse i vissa delar och glesare eller ingen bebyggelse i andra, är kostnaderna i tabell 3.2d för höga och bör justeras med hänsyn till den högre tätheten i de bebyggda delarna.

Med utgångspunkt från tidigare konstaterande om tätortsgrad som ett bra mått på en kommuns bebyggelsestruktur, har vi tagit fram diagram för insamlingskostnadens beroende av tätortsgrad. Figur 3.2b visar kostnadssambanden för komprimerade tvåmansbetjänat fordon och figur 3.2c för flak-/skåpbil. Underlaget för konstruktion av diagrammen utgörs av konstaterade samband mellan tätortsgrad och lägenhetsfördelning samt framtagna kostnader för olika bebyggelsetyper.

Då inget naturligt samband mellan tätortsgrad och antal inv/km² i glesbygd kunnat konstateras krävs hänsynstagande till glesbygden vid framtagande av kostnader. I diagrammet har detta redovisats med en kurva för 10 resp 30 inv/km² utöver utgångsvärdet 20 inv/km².

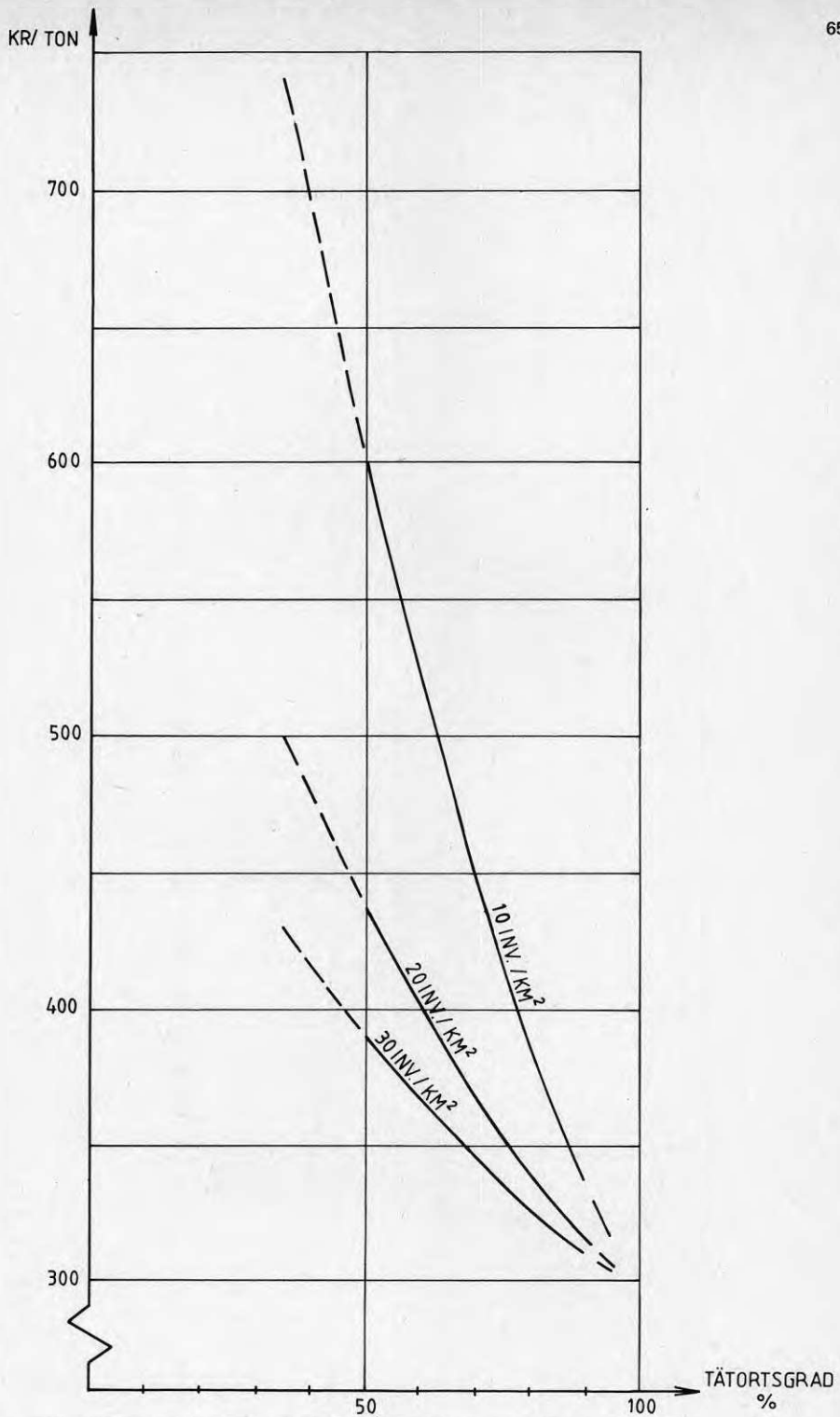


Fig 3.2b Kostnad (1980) för insamling av avfall med komprimerande fordon (2-mansbetjäna) m h t tätortsgrad och antal inv/km² i glesbygd

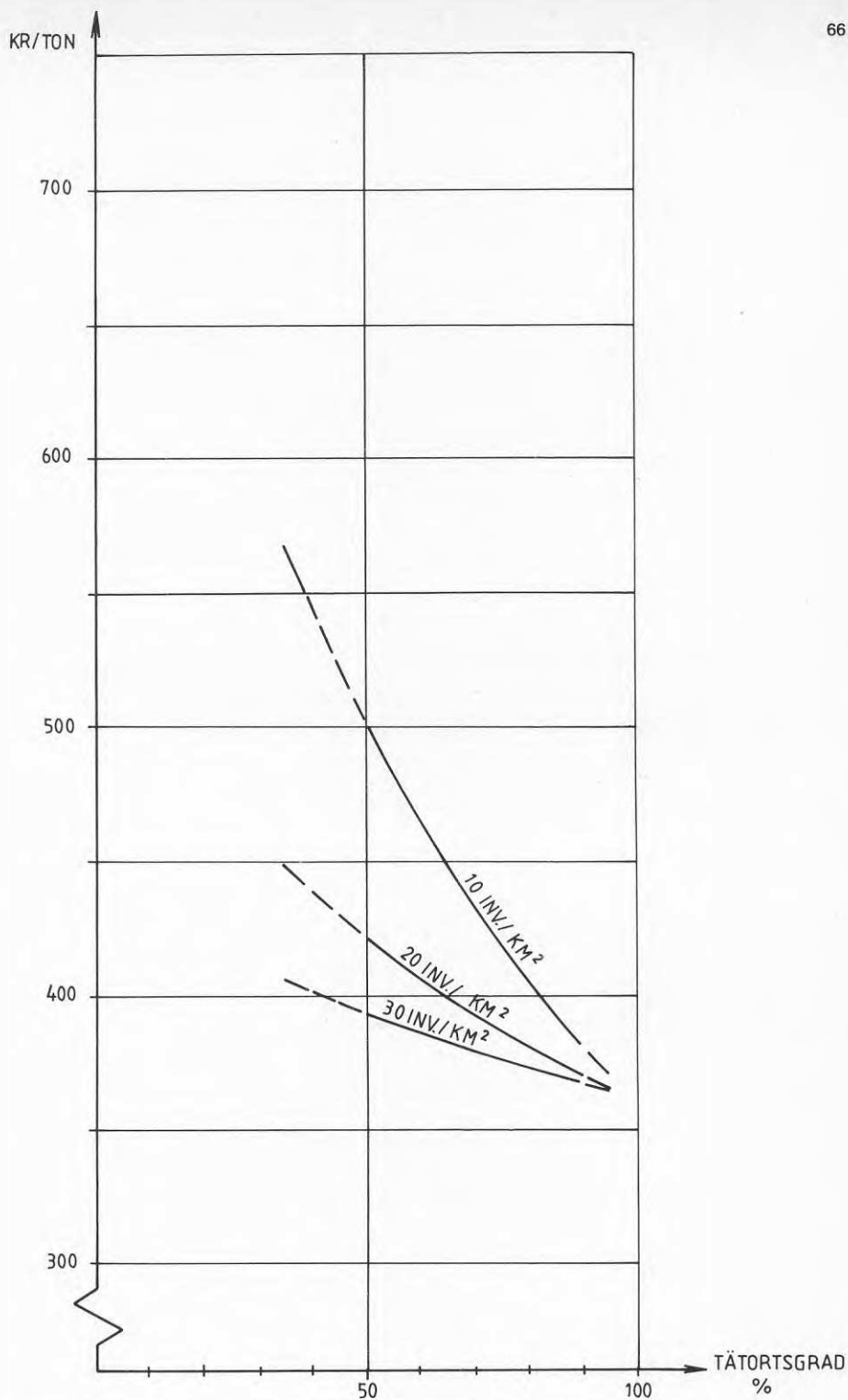


Fig 3.2c Kostnad (1980) för insamling av avfall med flak-/skåpbil (1-mansbetjäna) m h t tätortsgrad och antal inv/km² i glesbygd

Vid användande av diagrammen kan ingångsvärdet för antal invånare per km² i glesbygd behöva justeras med hänsyn till bebyggelsestrukturen i glesbygd, se ovan. Justering kan även krävas om den enskilda kommunens lägenhetsfördelning väsentligt skiljer sig från i fig 2.1b konstaterade genomsnittliga värden.

I de redovisade kostnaderna för tätortsbebyggelsen ingår upp till 10 km transport från sista hämtningsstället. Vid längre avstånd måste tillägg göras för transportsträckan. Likaså måste tillägg göras för glesbebyggelsens transport om den sker till plats utanför den egna kommunen.

I fig 3.2d och 3.2e redovisas transportkostnaden för komprimerande bil (tvåmansbetjäna) resp flak/skåpbil (enmansbetjäna). Kostnaden är beräknad för 1.500 drifttimmar per år och inkluderar fordonets fasta och rörliga kostnad samt personalkostnad. Vidare har förutsatts en medelhastighet av 60 km/h samt att fordonet kör sträckan fram och åter. De streckade linjerna illustrerar kostnadens förändring vid ex.vis en ändrad medelhastighet av 50 resp 70 km/h.

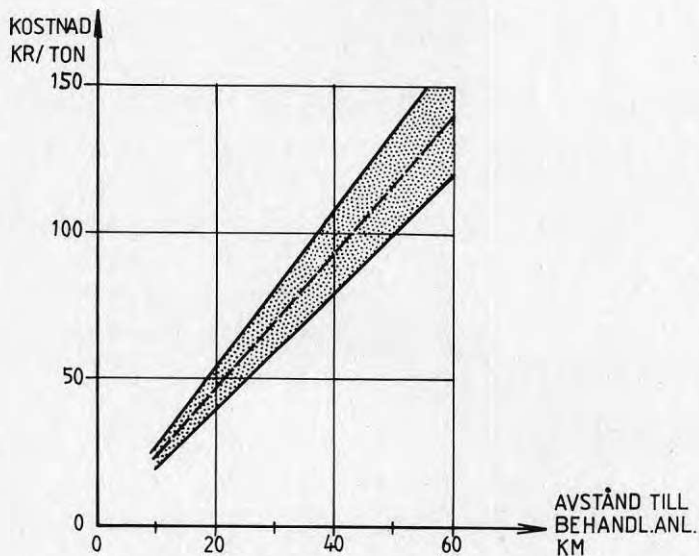


Fig 3.2d Kostnad (1980) för avfallstransport med komprimerande bil (2-mansbetjäna)

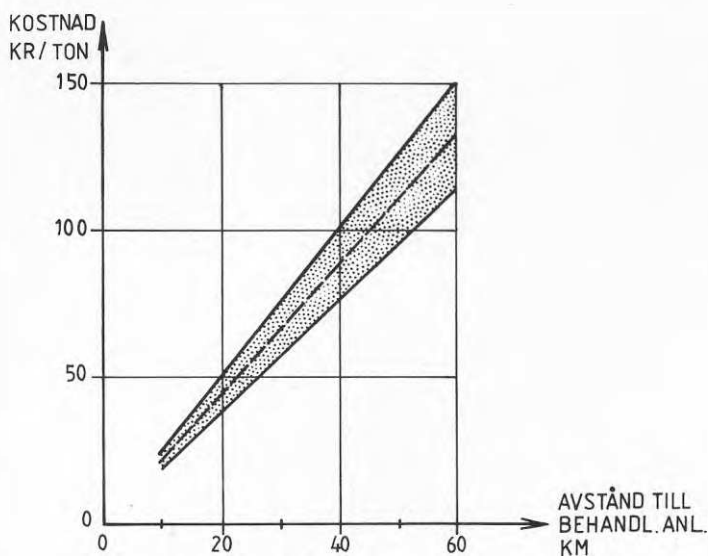


Fig 3.2e Kostnad (1980) för avfallstransport med flak-/skåpbil (1-mansbetjäнад)

Omlastning

Omlastning av avfallet för att minska transportkostnaden kan vara ett intressant alternativ att studera. Fördelen med detta är att utnyttja effektivare fordon, som är större och rymmer mer avfall, för vidaretransport till behandlingsanläggningen. Två huvudtyper av omlastningsstationer kan urskiljas, dels en stor station som är bemannad och vilken samtliga insamlingsfordon kan utnyttja, dels en mindre obemannad som förutsätts endast kombineras med lätta insamlingsfordon.

I denna studie med relativt små avfallsmängder kan den större stationen aldrig vara ekonomiskt intressant. En liten station kan dock vara intressant att studera. Vi har här valt en station enligt tidigare refererade SNV-rapporter. Komplettering har gjorts med bl a uppluckrare för att minska driftsstörningar. Kapaciteten för denna

anläggning har bedömts till ca 4.000 ton/år. Med 5 års avskrivningstid för maskinell utrustning och 14 år för byggnadsarbeten vid ovan nämnda kapacitet erhålls kostnader enligt figur 3.2f. Vid lägre utnyttjandegrad har underhållskostnaden minskats och avskrivningstiden förlängts i viss utsträckning.

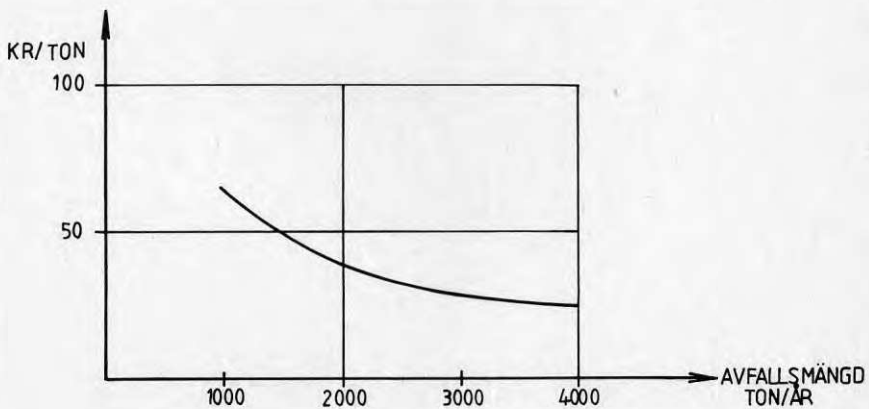


Fig 3.2f Kostnad (1980) för mindre omlastningsstation

För vidaretransport av avfallet från omlastningsstationen till behandlingsanläggning utnyttjas boggibilar med sk lastväxlare för byte av container. Nyttolasten uppgår till ca 10 ton per container. Till boggibilen kan kopplas en släpvagn med ytterligare en container. Kostnad för transporten såväl med som utan släp visas i figur 3.2g.

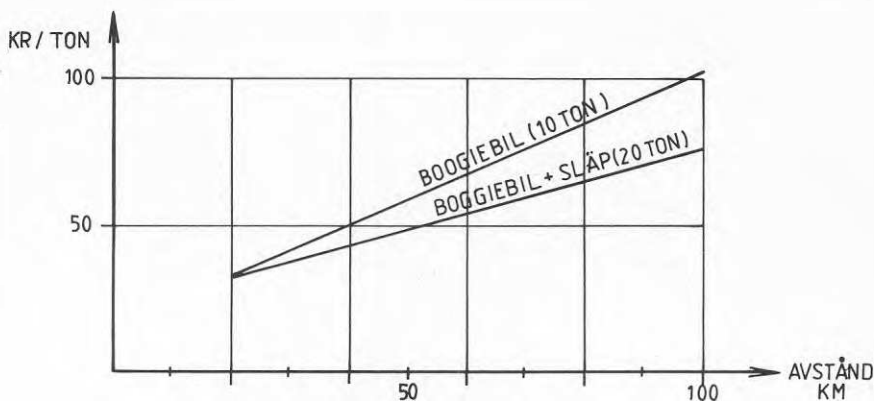


Fig 3.2g Kostnad (1980) för vidaretransport från omlastningsstation

Fritidsbebyggelse

Kostnaden för hämtning endast under viss del av året, dvs främst för fritidshus, är svårare att ta fram. Naturligtvis är kostnaden beroende på hur verksamheten är uppbyggd med fordon och personal m m. Kan man använda fordon och personal i andra uppgifter under övriga delar av året minskar kostnaden. Antagligen finns det också vissa "tröskelvärden" som kan fördyra verksamheten.

För att få ett översiktligt mått på kostnaden, har svaren i en enkät angående renhållningstaxor som Svenska Renhållningsverksföreningen (RVF) gjorde 1978 studerats. Härur har de kommuner som lämnat svar för såväl helårs- som för fritidshus medtagits och där kostnaderna är presenterade på ett likvärdigt sätt. Vi har begränsat urvalet till 12-20 hämtningar per år (medelvärde 16,5). Antalet kommuner vars material bearbetats är 13 st.

Resultatet av sårstudien (13 kommuner) visar att avgifterna per säck är ca 60 % högre för fritidsbebyggelsen än för helårshämtning. I enkäten redovisas främst avgifter, ej kostnader. Vi har här antagit att vid användande av material från ett större antal kommuner erhålls en god bild även av kostnaden. Här tangeras frågan om fritidsbefolkningen svarar för sina kostnader. Skillnader mellan kommunerna speglar både lokalt varierande förutsättningar, men också skiftande uppfattning om vad hämtning kostar.

För syftet med denna studie bör det vara tillräckligt att utnyttja här framtaget resultat. Det ger en god översiktlig bild av merkostnaden för hämtning under endast en del av året.

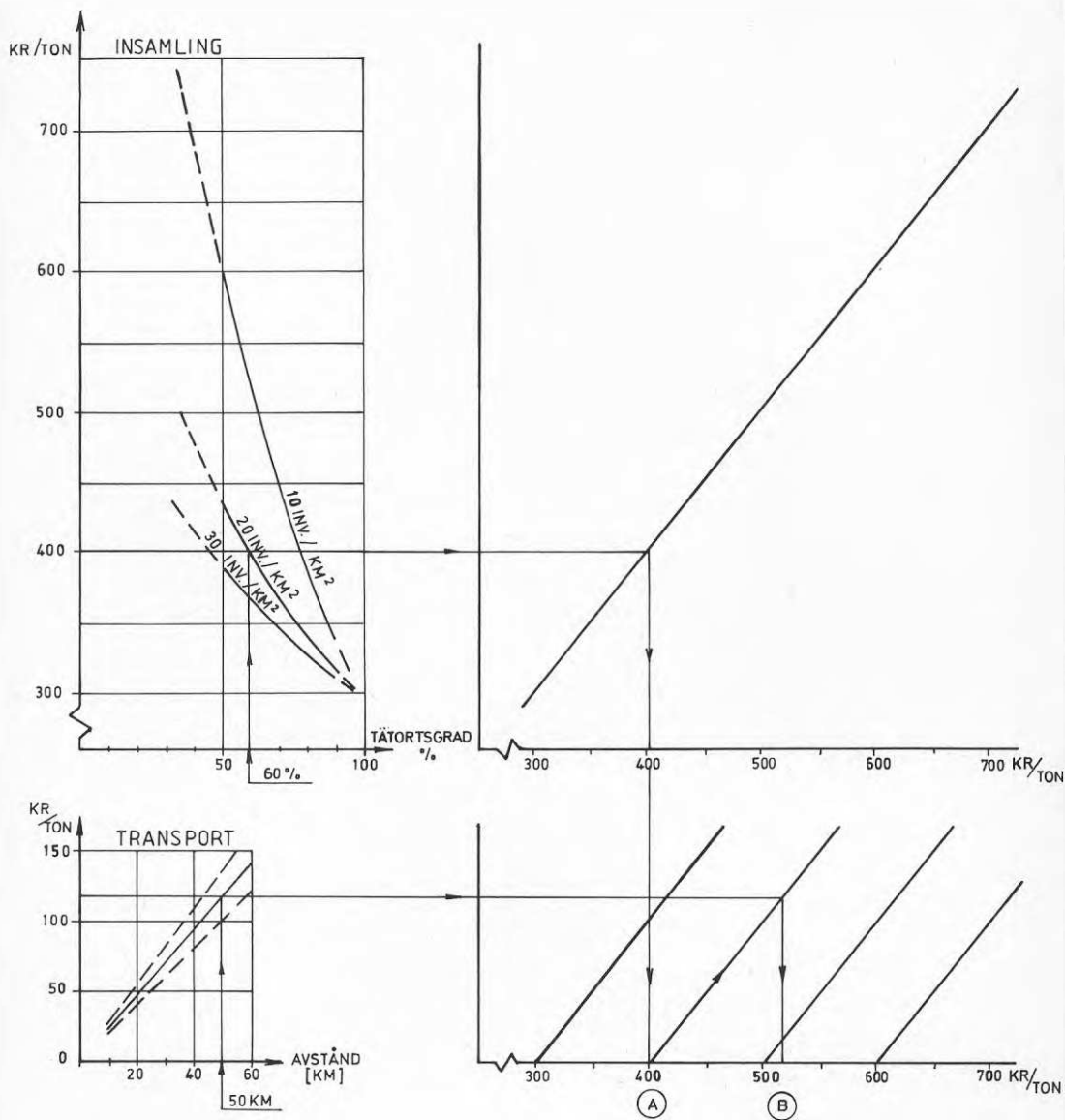
Kostnadssammanställning

För att få ett överskådligt material, som är enkelt att använda, har vi sammanställt tidigare presenterade kostnadssamband i två nomogram. Det ena avser komprimerande fordon (fig 3.2h) och det andra det lättare fordonet, flak/skåpbilen (fig 3.2i).

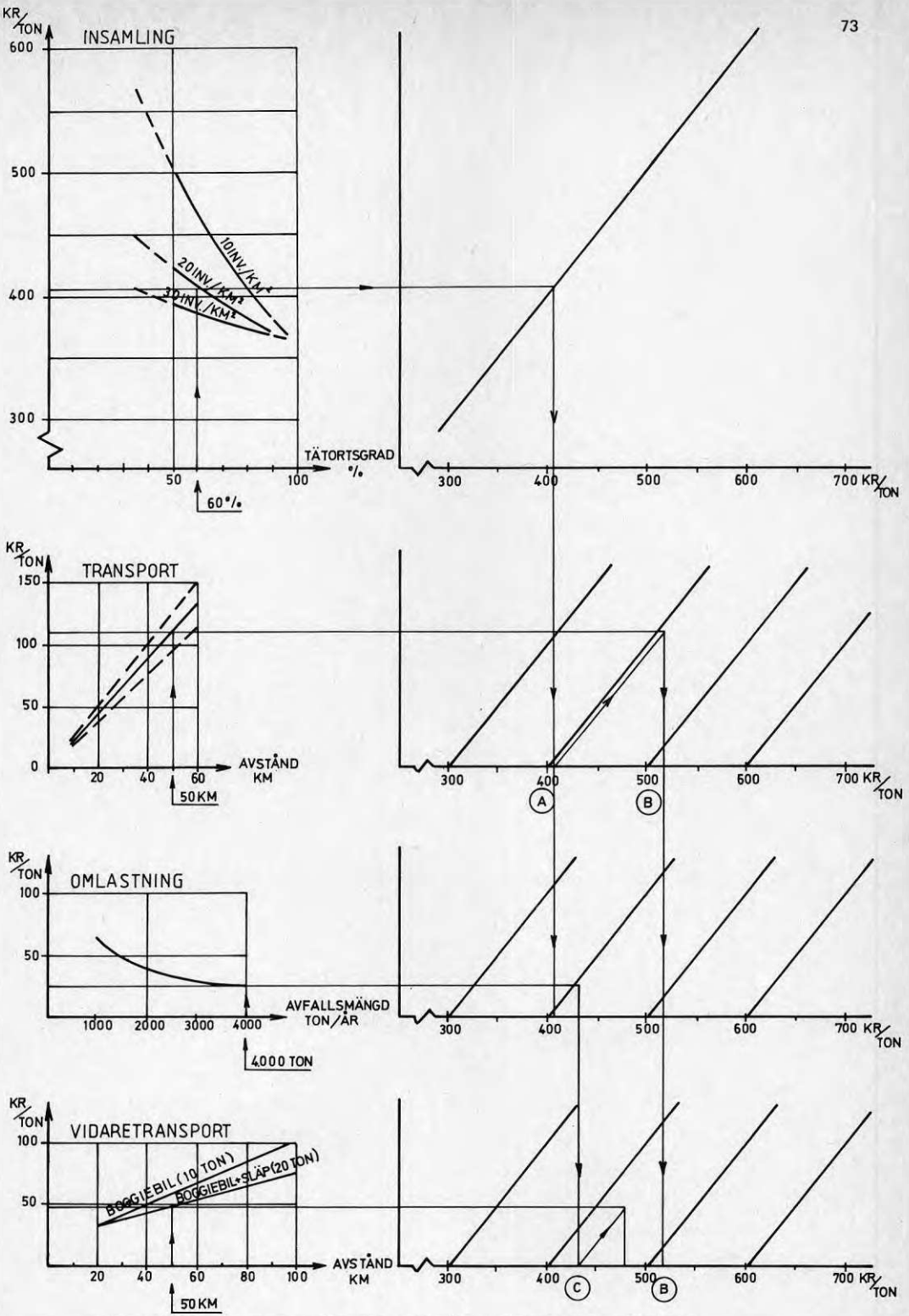
För komprimerande fordon finns i figur 3.2h inlagt ett exempel med en kommun med en tätortsgrad av 60 % och 20 inv/km² i glesbygd. Vid A erhålls insamlingskostnad inklusive transport t o m 10 km från sista hämtningsstället. För ett alternativ med 50 km avstånd till behandlingsanläggning erhålls en tilläggskostnad för transport som ger totalkostnad vid B.

Figur 3.2i visar motsvarande kommun, men med kostnaden för ett lätt fordon. I detta fallet är en mindre omlastningsstation medtagen som alternativ. Vid omlastning av 4.000 ton/år och vidaretransport 50 km med boggibil med släp erhålls totalkostnad vid C.

För att inte få för många beräkningsfall har vi renodlat alternativen och redovisar ej kostnadsbilden vid kombination av komprimerande och lätt fordon i samma kommun. Möjlighet finns att sänka totalkostnaden vid val av förmånligaste fordon i varje bebyggelsestruktur. Begränsningen utgörs främst av att fordonen måste vara fullt utnyttjade antingen i avfallshandtering eller inom annat område.



Figur 3.2h Nomogram för insamlings- och transportkostnad (1980) med komprimerande fordon



Figur 3.2i Nomogram för insamlings- och transportkostnad (1980) med flak/skåpbil samt omlastning

3.2.3 Behandling

Alternativen

I avsnitt 2.5 diskuterades två huvudalternativ för avfallsbehandling som skulle ingå i modellarbetet, nämligen:

- 1 Direktdeponering
- 2 Enkel maskinell sortering i två huvudfraktioner: avfallsbränsle och deponeringsrest

Motiven till att välja dessa två huvudalternativ är huvudsakligen följande:

- a) Deponering kommer alltid att krävas för vissa avfallsslag. En rätt utförd och riktigt skött deponeringsplats kan vara acceptabel ur miljövärdspunkt. Det innebär att direktdeponering av hushållsavfall kan vara ett realistiskt alternativ för många kommuner även i framtiden.
- b) Många kommuner har redan fungerande deponeringsplatser, som dock i många fall håller på att bli fullt utnyttjade. En minskad belastning, och därmed en förlängning av utnyttjandetiden, kan nås om avfallet sorteras och någon form av återvinning tillämpas. Denna "tidsfrist" kan vara ett tillräckligt motiv även om återvinningen inte ger något ekonomiskt utbyte.
- c) Maskinell sortering i en brännbar fraktion och en restfraktion kan åstadkommas med relativt enkel och idag tillgänglig teknik.
- e) Det finns idag avsättningsmöjligheter för en brännbar avfallsfraktion. Detsamma kan inte sägas om andra maskinellt utsorterade fraktioner.
- f) Båda huvudalternativen kan med fördel kompletteras med källsortering utöver den som idag gäller papper (se kap 2.5).

I det följande skall några varianter av huvudalternativen beskrivas, diskuteras och översiktligt kostnadsberäknas.

Förutsättningar

De följande beräkningsexemplen har utförts på tre kommunstorlekar med något varierande specifik avfallsmängd, se tabell 3.2e. Avfallsmängderna utgörs av hushållsavfall (inkl handels- och kontorsavfall) samt industriavfall motsvarande 20 % av den totala avfallsmängden.

Tabell 3.2e Kommunstorlek och antagen avfallsmängd

Alt	Kommunstorlek, inv	Avfallsmängd	
		kg/p år	ton/år
1	10.000	250	2.500
2	20.000	260	5.200
3	30.000	270	8.000

Övriga förutsättningar

- o Befolkningstillväxten har antagits till 0 %
- o Avfallsmängderna antas öka med 0-1 % per år (se vidare kap 2.3)
- o Avskrivningstiderna har bestämts till
 - va-anläggningar, markarbeten 25 år
 - byggnader, maskiner 15 år
- o Kapitalkostnaderna har beräknats enligt annuitetsmetoden med kalkylräntan 4 % (och med 6 % inom parentes)
- o Alla kostnader hänför sig till 1980 års kostnadsläge

Det bör påpekas att det är svårt att göra kostnadsberäkningar av mer generell natur för avfallsbehandling. Detta gäller särskilt vid anläggning av deponeringsplatser, eftersom kostnaderna är kraftigt beroende av den verkliga platsens förutsättningar. Speciellt stor betydelse har behoven av tätningsarbeten och va-anläggningar. Markägoförhållanden spelar också en viss roll. Vi belastar dock inte kalkylen med kostnader för marklösen.

Direktdeponering

Deponering måste ske på ett kontrollerat sätt om rimliga miljökrav skall kunna uppfyllas. Med kontrollerad deponering menar vi att

- o avskärmande diken utförs så att ytvatten från omgivningen inte tränger in i deponeringsområdet
- o allt vatten, yt- som grundvatten, som varit i kontakt med avfallet kan samlas upp och tas om hand. Detta fordrar vanligen omfattande tätningsåtgärder
- o avfallet komprimeras och täcks med tippmassor av en kompaktor
- o någon form av "avfallsstyrning" tillämpas så att miljöfarligt och olämpligt industriavfall m fl avfallstyper ej deponeras tillsammans med hushållsavfallet.

Deponeringsplatsen beräknas användas under 25 år. För att klara en svag ökning av avfallsmängderna (0-1 %/år, se kap 2.3) bör dimensioneringen göras så att 30 års deponering av nuvarande mängder klaras.

Alt 1	75.000 ton
" 2	156.000 "
" 3	240.000 "

Med ovanstående förutsättningar erhålls kostnader enligt tab 3.2f.

Tabell 3.2f Kostnadssammanställning för deponeringsanläggning

Kostnader	Alt 1	Alt 2	Alt 3
<u>Investeringar (Mkr)</u>			
a) Va-anläggningar, tätning			
lakvattenmagasin	2,0	3,0	3,5
Markarbeten	1,0	1,5	1,8
b) Byggnader	0,5	0,7	0,7
Maskiner	0,6	0,6	0,6
	4,1	5,8	6,6
<u>Årskostnader (tkr)</u>			
<u>Kapital</u> a)	192 (235)	288 (352)	339 (415)
b)	99 (113)	117 (134)	117 (134)
<u>Drift</u>			
Personal- och övriga 1) driftkostnader	120	200	300
Administration och övrigt	15	20	25
	135	220	325
<u>Underhåll</u>	20	30	50
<u>Summa årskostnader</u>	446 (503)	655 (736)	831 (924)
Kr/ton avfall	180 (200)	130 (140)	100 (120)

1) Personalkostnaderna är beräknade enligt:

Alt 1	2 man	x 3 tim/dag	= 0,75	heltid
"	2	" x 5 "	"	= 1,25 "
"	3	" x 8 "	"	= 2,0 "

Enkel maskinell sortering

Med relativt enkel maskinell utrustning kan hushållsavfall delas upp i en fraktion med högt värmevärde och en med lågt värmevärde. Detta kan åstadkommas genom att sönderdela avfallet, samt därefter sikta det med en sikt med håldiametern 8-10 cm. Då erhålls två fraktioner: avfallsbränsle och siktrest. Bränslefraktionen kommer huvudsakligen att innehålla plastfolie, papper, större träflis.

Denna motsvarar ungefär torv när det gäller effektivt värmevärde och utgör ungefär hälften av det ursprungliga avfallets vikt.

Restfraktionen innehåller matrester, mindre plast- och pappersbitar, glas, metall, sand, sten m m. Detta material deponeras om inte särskilda skäl finns att framställa kompost. I så fall fordras ytterligare behandling. Eventuellt kan restfraktionen grovkomposteras tillsammans med avloppsslam. Materialet skulle därefter kunna användas som täckmaterial på tipp etc. Vi utgår dock fortsättningsvis från att restfraktionen deponeras.

Ett problem vid sorteringen är det metallskrot som finns i hushålls-avfallet, dvs till stor del konserv- och ölburkar. Metall kommer att återfinnas i både restfraktioner och bränslefraktioner. Ur miljösynpunkt är det olämpligt med metallrester i ett bränsle. Bleckplåt t ex innehåller tungmetaller av olika slag, som bildar luftföroreningar vid förbränning. Dessutom har metall ett negativt värmevärde. Genom att montera en metallavskiljare, dvs en magnet, strax innan sorteringen, avskiljs magnetiska metaller.

Mycket tyder på att aluminiumplåt i ökad utsträckning kommer att ersätta bleckplåten. Avskiljning av aluminium ställer sig väsentligt dyrare. Ett intressant alternativ kan då vara att via källsortering avskilja både bleck- och aluminiumplåt.

Innan vi studerar de ekonomiska aspekterna på avfallssortering skall vi beskriva principen för hur en mindre anläggning kan vara uppbyggd.

Sorteringsanläggning - beskrivning

- | | |
|--------------------|---|
| 1 Mottagningsficka | Avfallet tippas i mottagningsfickan. En viss kontroll av tippat avfall erfordras så att ovidkommande föremål (stenar, oljefat etc) kan avlägsnas. |
|--------------------|---|

- | | |
|------------------------|---|
| 2 Inmatning | Avfallet matas in i anläggningen på transportband av lämplig typ. Även här kan en kontroll av avfallet göras. |
| 3 Sönderdelning | En måttlig sönderdelning är nödvändig, säckar måste öppnas och större föremål rivas i mindre bitar. En regelrätt homogenisering får dock inte ske. |
| 4 Metallavskiljning | Magnetiska metaller avskiljs med en magnet som monteras efter sönderdelningen. |
| 5 Sortering | Det sönderdelade avfallet sorteras i skruv- eller trumsikt eller annan lämplig sikt. Hålstorleken och sönderdelningen väljs så att önskad bränslefraktion erhålls. |
| 6 Lagring - Deponering | Bränslefraktionen kan balas eller läggas upp löst. Lagringstiden är begränsad men kan sannolikt uppgå till 3-4 veckor utan att större olägenheter uppstår. Restfraktionen bör deponeras omgående. |

Systemet medför följande fördelar:

- o Ca halva avfallsmängden kan utnyttjas som bränsle.
- o Deponeringsplatsen kan utnyttjas under en längre tidsperiod, genom att deponeringsresten blir mindre.

Motsvarande överslagsberäkning som för deponering har gjorts för en sorteringsanläggning. Med samma avfallsmängder och i övrigt samma förutsättningar erhålls kostnader enligt tabell 3.2g.

Tabell 3.2g Kostnadssammanställning för sorteringsanläggning

Kostnader	Alt 1	Alt 2	Alt 3
<u>Investeringar (Mkr)</u>			
Maskinell utrustning	4,0	4,0	5,0
Byggnader m m	2,0	2,0	2,5
	6,0	6,0	7,5
<u>Årskostnader (Tkr)</u>			
<u>Kapital</u>	540 (618)	540 (618)	675 (772)
<u>Drift</u>			
Personal 1) och övriga driftkostnader 2)	145	230	310
Administration och övrigt	20	25	30
	166	255	340
<u>Underhåll</u>	70	80	95
<u>Summa årskostnader</u>	775 (853)	875 (953)	1110 (1207)
Kr/ton avfall	310 (340)	170 (180)	140 (150)

1) Personalkostnaderna är beräknade enligt:

Alt 1	2 man x 4 tim/dag = 1	heltid
" 2	2 " x 6 " " = 1,5	"
" 3	3 " x 8 " " = 2	"

2) Elförbrukningen har antagits till ca 7 kWh/ton avfall

Kostnadssammanställning

De resultat som de ekonomiska beräkningarna gett redovisas i figur 3.2j. Ingångsdata är antingen kommunens invånarantal eller avfallsmängden i ton. Den axel som anger total avfallsmängd är anpassad till invånarantalet vid en specifik avfallsmängd om 260 kg/p år.

För att sorteringsanläggningen skall kunna jämföras med direktdeponering måste tillägg göras för deponering av restfraktionen. Likaså bör skäligt avdrag göras för det bränsle som går att sälja. Bedömningen av intäkten för avfallsbränsle är mycket svår att göra. Endast i få fall har sorterat avfall använts som ersättning för andra bränslen. Intäkten beror bl a på vilket bränsle avfallet kan ersätta, lagrings- och hanteringsmöjligheterna, transportavståndet, miljökraven m m.

Deponeringsresten utgör ca 50 % av det icke sorterade avfallsets vikt, men troligen högst 30 % av dess volym. Därmed sjunker deponeringskostnaden väsentligt, eftersom befintlig tipp kan utnyttjas längre eller genom att en planerad tipp kan göras mindre.

För att enklare kunna bedöma och jämföra betydelsen av olika sorterings- och deponeringskostnader samt olika inkomster vid försäljning av bränslefraktion har vi sammanställt dessa tre faktorer i ett nomogram, figur 3.2k. I nomogrammet ges även möjlighet att ta hänsyn till fördelningen mellan bränsle- och restfraktionen. Vanligen är deras förhållande 50/50, men beroende på avfallssammansättning och andra förhållanden kan 60/40 vara ett aktuellt värde.

I nomogrammet har vi lagt in ett exempel enligt följande. Vi går in med avfallsmängden 4.000 ton i det övre diagrammet och finner att sorteringen kostar ca 200 kr/ton. Vi vet att sorteringen resulterar i 60 % bränsle och 40 % deponeringsrest och vi känner deponeringskostnaden som uppgår till 100 kr/ton. Vi går in vid 40 % och träffar på linjen som anger 100 kr/ton. Tilläggskostnaden 40 kr adderas med hjälp av den parallella linjerna. I detta fallet vet vi att en köpare betalar 50 kr/ton för bränslefraktionen.

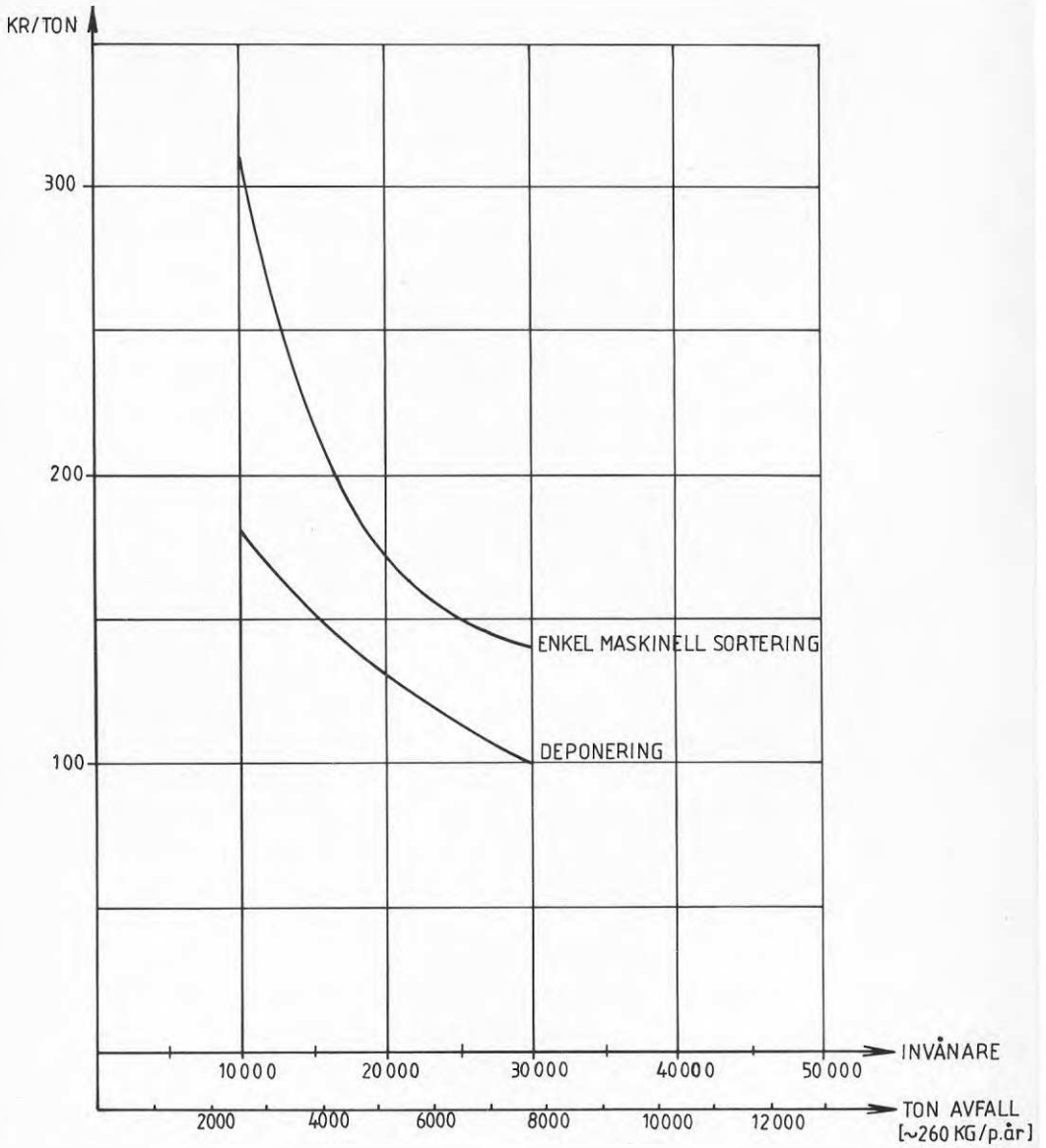


Fig 3.2j Sorterings- respektive deponeringskostnader relaterade till kommunstorlek

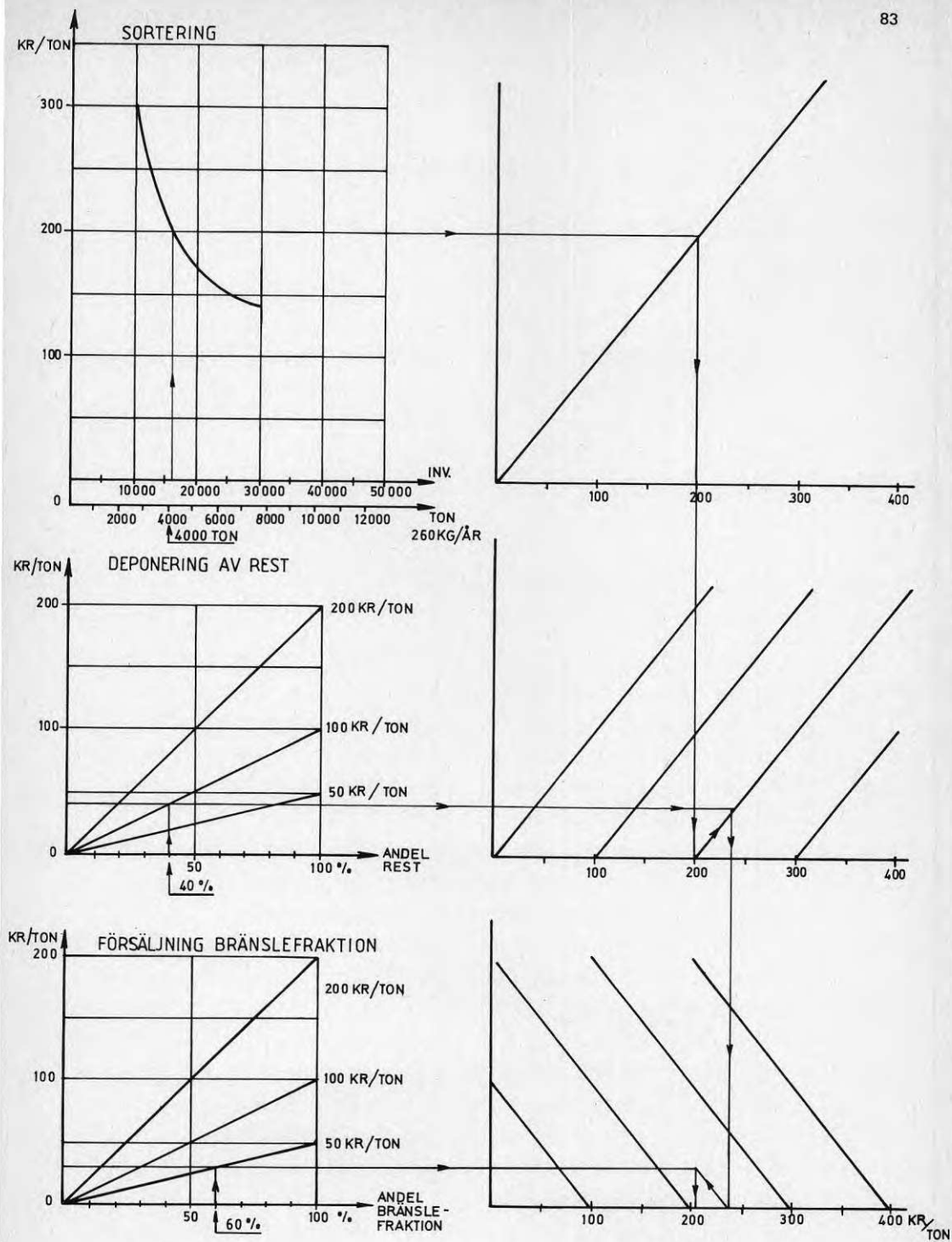


Fig 3.2k Nomogram för behandlingskostnad (1980) vid enkel maskinell sortering

Vi går in vid 60 % och träffar på linjen som anger 50 kr/ton. Inkomsten 30 kr/ton dras ifrån med hjälp av de parallella linjerna och resultatet 210 kr avläses på den nedre högra axeln.

3.3 Analys av villkor för lokala system

3.3.1 Allmänt

Vid en valsituation mellan lokal och regionalanläggning, bör kostnaderna för dessa alternativ jämföras. Till den direkta behandlingskostnaden vid den regionala anläggningen skall läggas transportkostnaden inklusive eventuell omlastning. Insamlingskostnaden har vi inte funnit intressant att ta med vid denna kostnadsjämförelse, varför endast behandlingskostnaden medtas vid lokalt system.

I kap 3.2.3 har vi studerat följande två lokala behandlingsanläggningar för mindre kommuner

- o direktdeponering
- o enkel maskinell sortering

I fig 3.3a och 3.3b redovisas kostnaderna för en lokal deponeringsanläggning respektive en lokal enkel sorteringsanläggning jämfört med en regional avancerad anläggning. Kostnaden för deponering är hämtat direkt ur fig 3.2j. Kostnaden för sortering är hämtad ur fig 3.2k under antagande att kostnader för deponering av restfraktion motsvaras av intäkten för bränslefraktionen.

Dagens befintliga anläggningar uppvisar stor spridning beträffande behandlingskostnaden. Vi har antagit att en regional anläggning för några kommuner, som ännu inte samarbetar kring en redan befintlig anläggning, knappast kan få ett större underlag än ca 100.000 inv, sannolikt betydligt mindre. Behandlingskostnaden vid en avancerad sorterings- och komposterings/förbränningsanläggning antar vi därför till 180 kr/ton. Renhållningsverksföreningen har startat en uppföljning av kostnader och övriga erfarenheter vid de flesta befintliga anläggningar. När detta arbete är avslutat finns sannolikt bättre underlag för bestämning av regional behandlingskostnad.

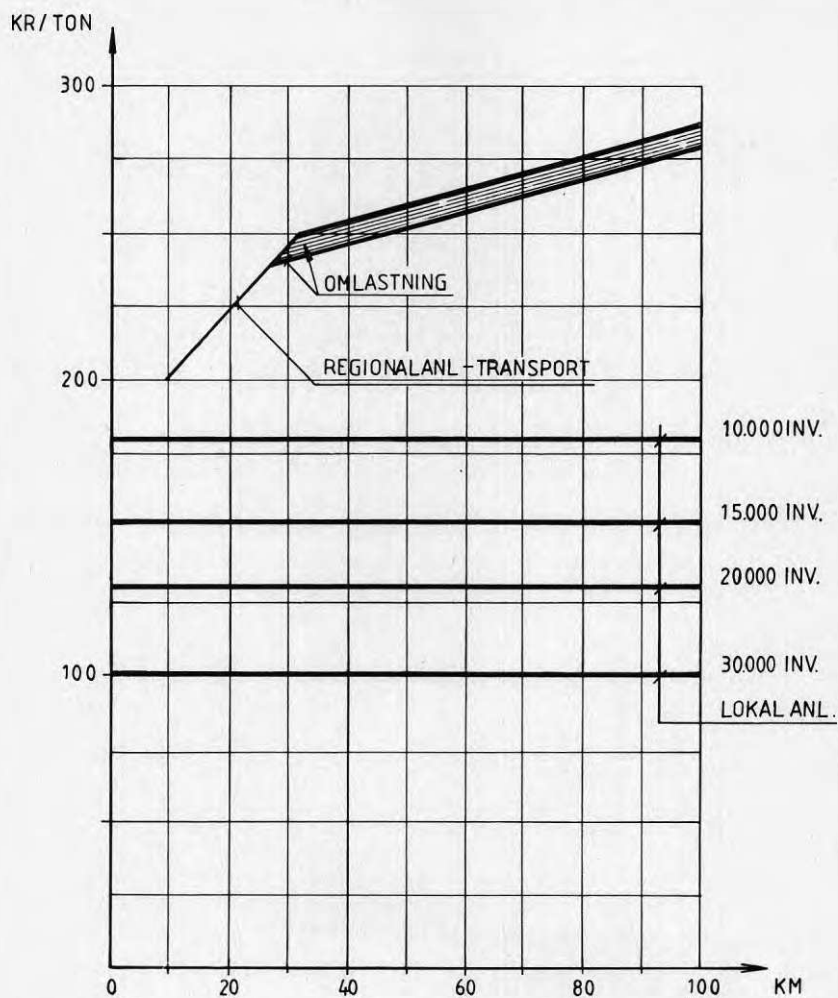


Fig 3.3a Avfallsbehandlingskostnad (1980) för en lokal deponeringsanläggning respektive regional avancerad anläggning m h t transportavstånd

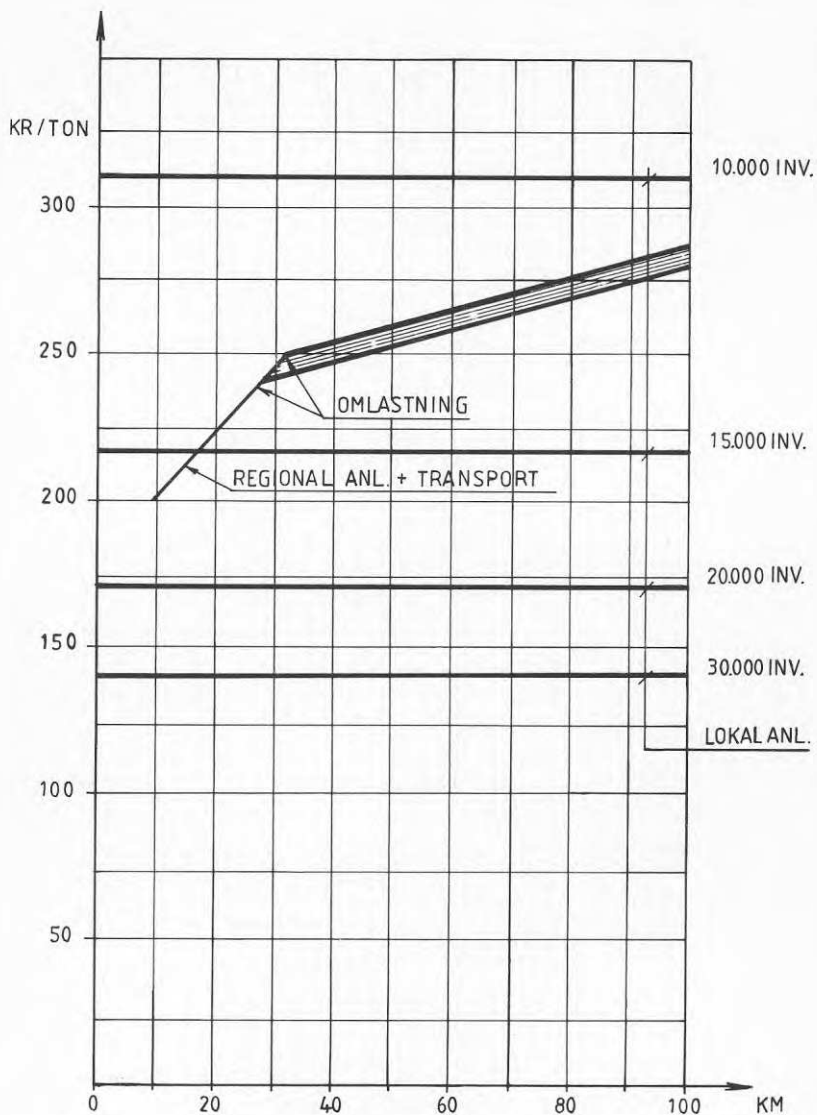


Fig 3.3b Avfallsbehandlingskostnad (1980) för en lokal sorteringsanläggning respektive regional avancerad anläggning m h t transportavstånd

Från kap 3.2.2 hämtar vi transportkostnaden. Vid längre transporter är det fördelaktigt att omlasta avfallet och transportera det vidare med mer ekonomiska fordon. För omlastning har en relativt enkel, obemannad anläggning använts. Vid större avfallsmängder har antagits ytterligare en anläggning i kommunen eller ytterligare utrustning för att öka kapaciteten, varför kostnaden bör vara i stort konstant i intervallet 20-30.000 invånare.

Av figur 3.3a och 3.3b framgår under angivna förutsättningar att

- o en lokal deponeringsanläggning för här aktuella kommunstorlekar är förmånlig
- o i intervallet 10-15.000 inv är det inte omedelbart givet vilket alternativ som är förmånligast
- o omlastning relativt snart är ett intressant alternativ vid regional behandlingsanläggning.

3.3.2 Känslighetsanalys

Energipris

Tidigare har vi förutsatt en mindre real ökning av energipriset (kap 2.2) på ca 2 % per år. Vi har här valt att även studera effekten av en 4 % realprisökning per år under 15 år.

Vi har tidigare konstaterat att drivmedlet utgör en mindre del av transportkostnaden. Vidare finns starka skäl att anta en förbättring av fordon och motorer vid alltför kraftiga energiprishöjningar. På den negativa sidan finns energiprisets påverkan även på materialkostnaden. Samtidigt kan förmodas att kraftigt ökade energipriser medför begränsad, eventuellt negativ, ekonomisk utveckling, varför lönekostnadens totala andel av transportkostnaden minskar. Totalt bör effekten av en kraftig realprisökning på drivmedlet enligt ovan endast innebära en begränsad real ökning av transportkostnaden till mindre än 0,5 % per år.

Beträffande deponeringsanläggningar utgör energikostnaden en ytterst liten del av den totala årliga kostnaden. Vi räknar därför med i stort oförändrad deponeringskostnad även vid ett högt kostnadsläge på energi.

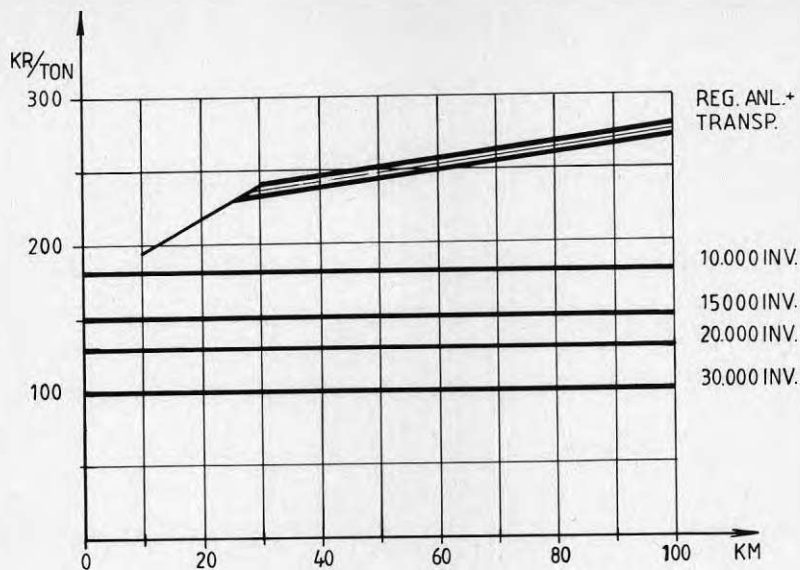
För en lokal och regional sorteringsanläggning där avfallets bränslevärde utnyttjas, kan man tillgodogöra sig vinsten för den brännbara fraktionen. I kap 3.3.1 kvittade vi intäkten för avfallsbränslet mot kostnaden för deponeringsresten. Med stigande bränslepriser kan vi tillgodoräkna oss nettot och sänker därmed den totala behandlingsskostnaden.

Under antagande om en intäkt av 100 kr/ton brännbart avfall ger en 4 % realprisökning av energipriset per år, jämfört med 2 %, en genomsnittlig intäktsökning under 15-årsperioden av ca 10 kr/ton.

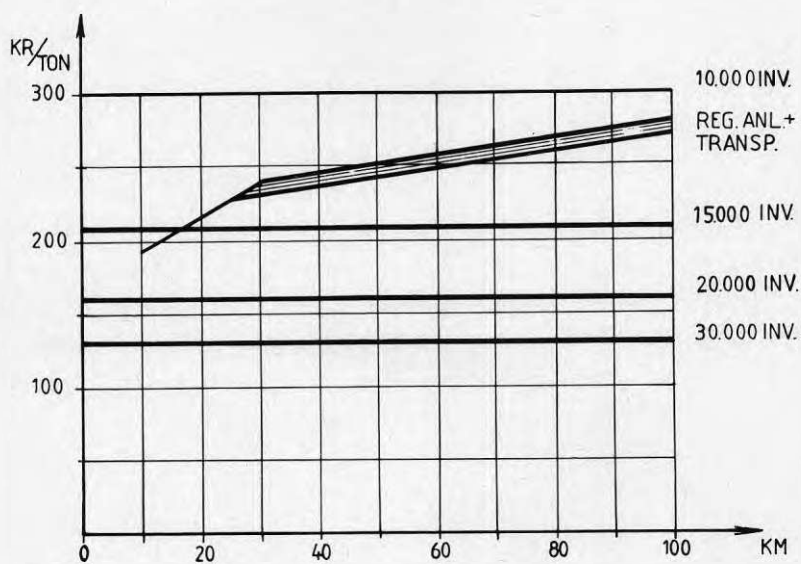
I figur 3.3c och 3.3d redovisar vi de genomsnittliga kostnaderna på grund av förändring av det reala energipriset från 2 % till 4 % per år under 15 år. Förändringen medför endast marginella förskjutningar mellan kurvorna. Vinsten för den lokala deponeringsanläggningen minskar dock något.

Kapitalkostnad

Vid beräkning av behandlingsskostnaden har årliga kapitalkostnaden beräknats under förutsättning att byggnader och maskiner avskrivs på 15 år samt va-anläggningar och markarbeten på 25 år. Främst mot bakgrund av att utveckling av behandlingstekniken går snabbt, förefaller det motiverat att studera effekterna vid kortare avskrivningstid för byggnader och maskiner. Vi har då valt 10 resp 7 år. Avskrivningstiden för en deponeringsanläggning, va- och markarbeten har också satts till 10 år, eftersom koncession vanligtvis begränsas till 10-årsperioden. Med i övrigt oförändrade förutsättningar erhålls årskostnader enligt tabell 3.3a.



Figur 3.3c Avfallsbehandlingskostnad (1980) vid högt energikostnadsläge för en lokal deponeringsanläggning respektive regional avancerad anläggning



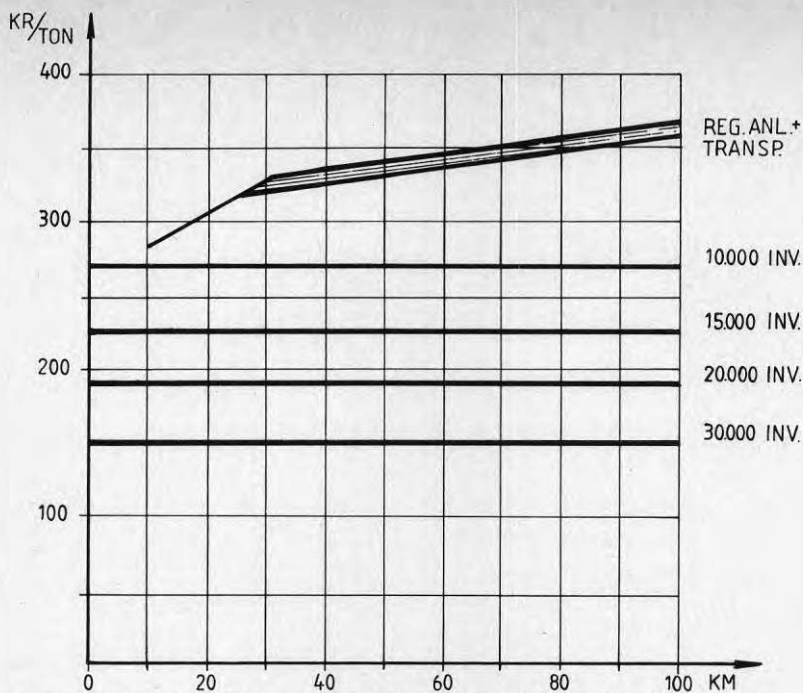
Figur 3.3d Avfallsbehandlingskostnad (1980) vid högt energikostnadsläge för en lokal enkel sorteringsanläggning respektive regional avancerad anläggning

Tabell 3.3a Kostnader för en lokal behandlingsanläggning vid minskad avskrivningstid

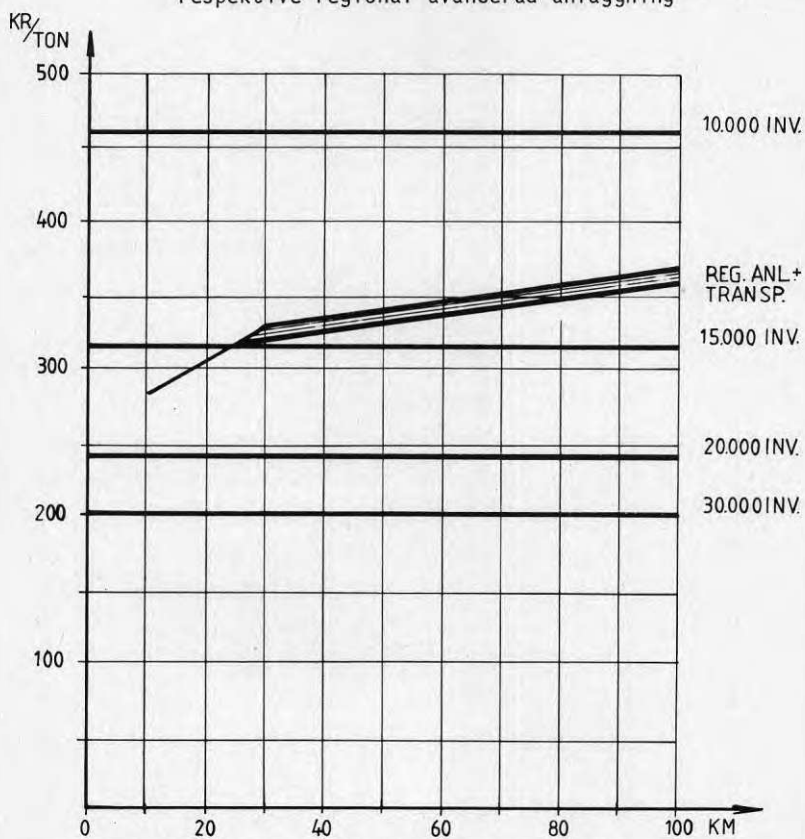
Årskostnader (tkr)	Alt 1	Alt 2	Alt 3
<u>Deponering</u>			
Kapitalkostnad	531	741	840
Drift	135	220	325
Underhåll	20	30	50
Summa årskostnad	686	991	1.215
Kr/ton avfall	270	190	150
<u>Enkel sortering</u>			
Kapitalkostnad	913	913	1.141
Drift	165	255	340
Underhåll	70	80	95
Summa årskostnad	1.148	1.248	1.576
Kr/ton avfall	460	240	200

Även kostnadsbilden för den regionala anläggningen förändras vid den kortare avskrivningstiden. Vi har bedömt att kostnaden per ton behandlat avfall ökar med 40-50 %.

Av figur 3.3e och 3.3f framgår hur relationerna mellan den lokala resp regionala anläggningen förändras vid minskning av avskrivningstiden enligt ovan och med i övrigt bibehållande av grundförutsättningarna. Den regionala anläggningens konkurrenskraft stärks något jämfört med den lokala sorteringsanläggningen.



Figur 3.3e Avfallsbehandlingskostnad (1980) vid minskad avskrivningstid för en lokal deponeringsanläggning respektive regional avancerad anläggning



Figur 3.3f Avfallsbehandlingskostnad (1980) vid minskad avskrivningstid för en lokal enkel sorteringsanläggning respektive regional avancerad anläggning

Avfallsmängder

Avgörande betydelse för behandlingskostnadens storlek utgör den aktuella avfallsmängden. Vi har här valt att studera effekten vid kraftiga avvikelser från tidigare gjorda antaganden. Ett flertal faktorer påverkar mängden, men bland de som har störst betydelse utgör industriavfallet kanske den viktigaste.

I de tidigare beräkningarna ingår industriavfall, som lämpar sig för gemensam behandling med hushållsavfallet, med ca 20 %. I de fall industriavfallet är i det närmaste obefintligt eller kraftigt överskrider denna andel förändras förutsättningarna för jämförelsen väsentligt. I tabell 3.3b har vi valt 0 % respektive 50 % inslag av industriavfall utöver det ursprungliga 20 %.

Tabell 3.3b Avfallsmängd vid varierande andel av industriavfall

Alt	Kommunstorlek	Avfallsmängd ton/år		
		0 %	20 %	50 %
1	10.000 inv	2.000	2.500	4.000
2	20.000 "	4.200	5.200	8.400
3	30.000 "	6.400	8.000	12.800

I fig 3.3g och 3.3 h finns inlagt behandlingskostnader vid 0 % respektive 50 % industriavfall av totala mängden i respektive kommunstorlek. Kostnaderna för lokala anläggningar är hämtade från fig 3.2j. Vi har för den regionala anläggningen antagit att denna är så stor att förändring av industriavfallsmängden i en kommun inte nämnvärt påverkar kostnaden per ton.

För de mindre och större avfallsmängderna i tabell 3.3b är inte redovisat några linjer, då tidigare framtaget material inte är direkt applicerbart på dessa avfallsmängder.

Av figurerna framgår att en liten kommun kan få samma behandlingskostnad vid en lokal anläggning, som en stor kommun, beroende på andelen industriavfall.

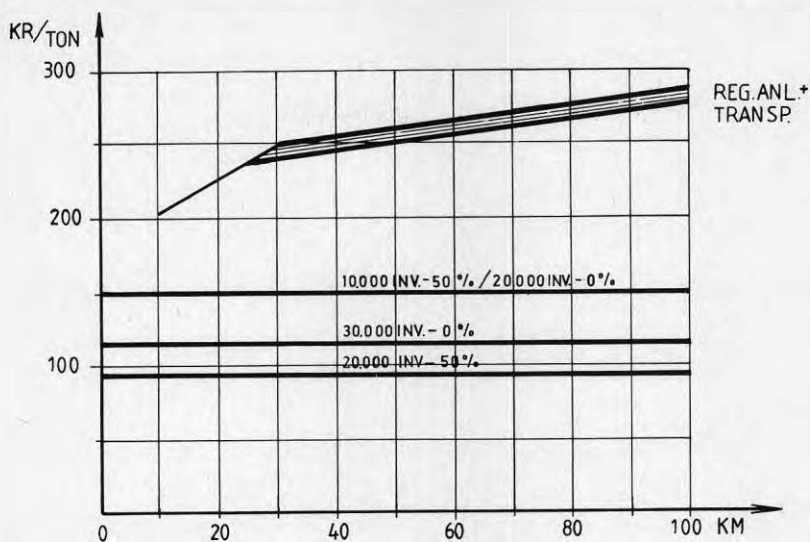


Fig 3.3g Avfallsbehandlingskostnad (1980) vid varierande andel industriavfall för en lokal deponeringsanläggning resp regional avancerad anläggning

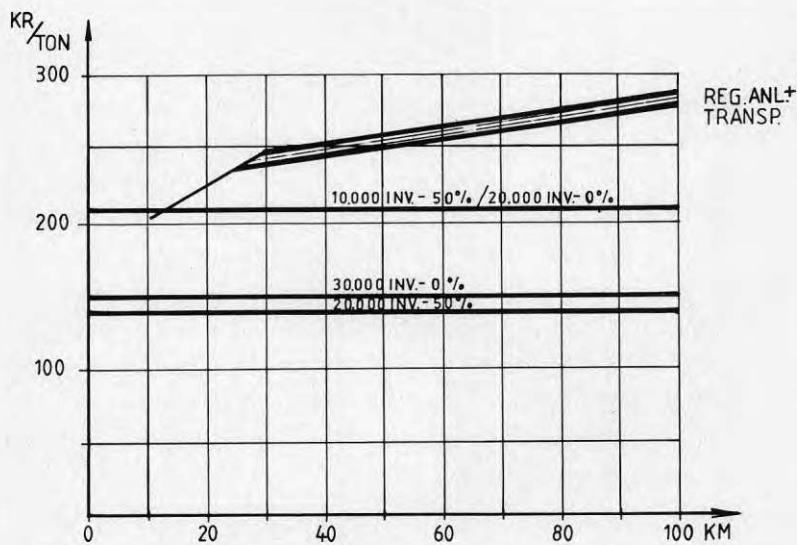


Fig 3.3h Avfallsbehandlingskostnad (1980) vid varierande andel industriavfall för en lokal enkel sorteringsanläggning resp regional avancerad anläggning

3.3.3 Sammanfattning

Mot bakgrund av de föregående avsnitten skall vi här diskutera när det kan vara intressant att närmare studera alternativ med lokal avfallshantering. Som utgångspunkt konstaterar vi med antagna förutsättningar, att

- o lokal deponering alltid är ett ur kommunalekonomisk synvinkel intressant alternativ
- o lokal enkel maskinell sortering är intressant för kommuner med minst 15.000 invånare och med ett transportavstånd av 20-30 km till en regional anläggning.

Den behandlingskostnad som är aktuell vid befintliga eller planerade regionala anläggningar är självfallet utslagsgivande för jämförelsen. Befintliga anläggningar uppvisar stor kostnadsspridning. Vi har antagit en kostnad vid behandling i en avancerad regional anläggning om 180 kr/ton. Vid avvikelser från denna kostnad ändras förutsättningarna för konstaterandena ovan, varför bilden blir en annan.

I känslighetsanalysen har vi undersökt huvudalternativens känslighet vid förändringar av energipris, kapitalkostnad och avfallmängder. Vi sammanfattar här dessa faktorer.

Energipriset är inte den avgörande faktor man ofta tror. Transportkostnaderna påverkas dock av energi prisändringar, men energikostnaden utgör trots allt en mindre del av transportkostnaden. De behandlingsalternativ som utgår från att avfallets energiinnehåll utnyttjas, blir gynnsammare vid ökat energi pris.

Kapitalkostnaderna ökar bl a om avskrivningstiden förkortas. Stort slitage och snabb teknisk utveckling kan medföra att man tvingas räkna med korta avskrivningstider. Om kapitalkostnadernas andel av den totala kostnaden kan minskas, blir känsligheten vid kortare avskrivningstid mindre.

Avfallmängdens storlek har väsentlig betydelse för ekonomin. Tillförsel av industriavfall kan lokalt öka den totala mängden behandlat avfall med ex.vis det dubbla. En kommun med möjligheter att styra rätt industriavfall till en lokal anläggning kan härigenom öka underlaget kraftigt.

Ur strikt ekonomisk synvinkel är, som vi har sett, en deponeringsanläggning så gott som alltid intressant. I mer tätbebyggda delar av landet är det ofta svårt att finna platser som är lämpliga. Svårigheterna är ofta både miljötekniskt och politiskt betingade. Man tvingas vid ett beslut att ställa fördelarna med en låg behandlingskostnad mot de negativa effekter som en deponering kan medföra.

I många kommuner har man relativt väl fungerande deponeringsplatser, som dock har kort återstående utnyttjandetid. En sorteringsanläggning minskar deponeringsresten med åtminstone 50 %. Det innebär en väsentligt förlängd utnyttjandetid för deponeringsplatsen, vars skötselkostnader ändå till viss del finns kvar även om den läggs ner. Kan man dessutom sälja avfallsbränslet till ett bra pris, blir en lokal sorteringsanläggning ännu intressantare.

En kommun som har ett lokalt system för avfallshantering är således bildligt talat sin egen herre - och slav. Man har god kontroll på kostnaderna, men måste samtidigt ta fullt ansvar för funktionen.

Genom ett avtal med en entreprenör, som transporterar avfallet till en anläggning utanför kommunen, slipper man många problem. Men man kan heller inte göra så mycket för att möta olika prishöjningar i syfte att hålla nere taxorna. Om man av olika anledningar önskar få ökade möjligheter att påverka systemet, kan det lokala alternativet vara att föredra. Självklart kan insamlings- och transportarbetet även i det alternativet skötas av entreprenör.

I tidigare avsnitt har sorteringsanläggningen motiverats med utgångspunkt från att den energifraktion man sorterar skall komma till användning. Detta är naturligtvis en förutsättning, annars är sorteringen meningslös. Inför en översiktlig bedömning måste avsättningsmöjligheterna därför undersökas noggrant. Om ett långsiktigt avtal kan upprättas med en avnämare som finns i närheten, kan sorteringen bli mycket intressant. Självklart måste man ta med i beräkningen att miljöproblem uppstår i samband med förbränning av avfallsbränsle. Det är viktigt att en tilltänkt avnämare kommer med i ett tidigt

planeringskedde, eftersom miljöproblemen bl a beror på hur sorteringen utförs, vilken reningsutrustning förbränningsanläggningen har etc.

3.4 Arbetsmetod

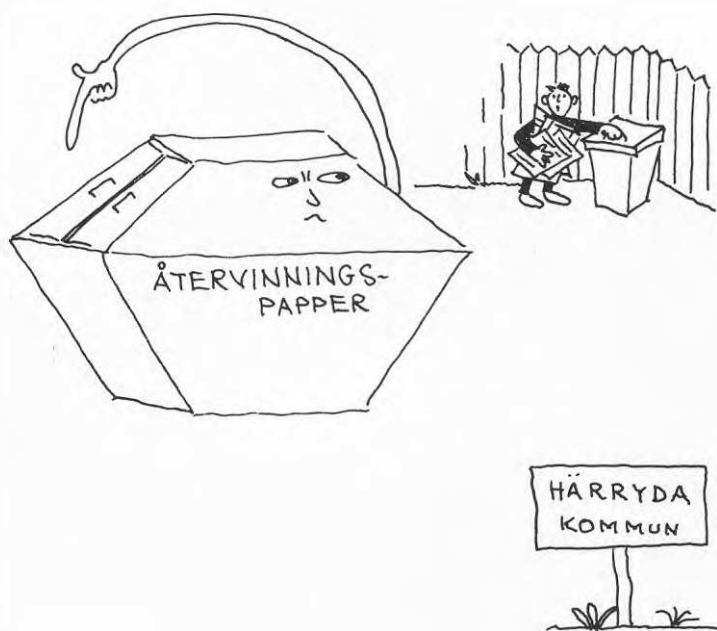
För en mycket översiktlig bedömning av vilka möjligheter en kommun har att vinna fördelar vid lokal avfallshantering, kan ett första steg vara att jämföra den egna kommunen med innehållet i kap 3.3.3.

Vi sammanfattar här rapportens mer detaljerade, men fortfarande översiktliga, metod att studera hela avfallshanteringssystemet från insamling till behandling. De specifika förutsättningarna kan härvid ge ett delvis annorlunda utfall än vid bedömningen i kap 3.3.3.

Nedan har vi valt att stegvis bearbeta de olika ingående momenten, i stort enligt uppläggnings- och utredningen. Observera att redovisade kostnadsuppgifter avser 1980 års kostnadsnivå.

- 1 Avfallsmängden är ett viktigt ingångsvärde vid bedömning av omlastnings- och behandlingskostnader. Bäst är självfallet om trovärdiga uppgifter på avfallsmängden finns att tillgå. Om så inte är fallet kan man utgå från en specifik avfallsmängd av 260 kg/p år. Korrigering bör göras med hänsyn till tätortsgrad, verksamheter, fritidsbefolkning och hushållsstorlek enligt kap 3.2.1. Detta ger en ungefärlig uppfattning om den totala avfallsmängden i kommunen.
- 2a Insamlingskostnaden bedöms utifrån nomogrammen i fig 3.2h och 3.2i. Ingångsparametrar för den egna kommunen utgörs av tätortsgrad och invånare per km² i glesbygd. Kontroll av lägenhetsfördelningen görs i fig 2.1b. Vid större avvikelse från "normal" fördelning framtas en fiktiv tätortsgrad. Denna utgör medelvärdet av den verkliga tätortsgraden och den tätortsgrad som svarar mot aktuell andel flerfamiljslägenheter. Transportkostnadstillägg för avstånd över 10 km från sista hämtningsstället ger insamlings- och transportkostnad för en lokal anläggning.

- 2b Transportskostadstillägg för avstånd till den eventuella regionala behandlingsanläggningen från kommunens "avfallstyngdpunkt" ger insamlings- och transportkostnaden för detta alternativ. Vid utnyttjande av omlastning krävs bedömning om avfallsmängden som skall omlastas.
- 3 Insamlings- och transportkostnaden summeras för vardera alternativet. I första steget beräknas kostnaden genom att specifika avfallsmängden enligt pkt 1 multipliceras med kostnad per ton från 2a resp 2b. Därefter beräknas kostnaden för fritidshuset genom antagandet att antalet fritidshus ger samma avfallsmängd per styck som för övrigt beräknats per helårsboende. Efter multiplicering med samma insamlings- och transportkostnad som tidigare, multiplicerar man med 1,6 för att motsvara den antagna merkostnaden för endast hämtning del av året.
- 4a Ur fig 3.2j hämtas behandlingskostnad för en lokal deponeringsanläggning. Ingångsvärde utgörs av kända avfallsmängder eller kommunstorlek med avseende på antal invånare. För att erhålla behandlingskostnad för en lokal sorteringsanläggning måste hänsyn även tas till intäkter för bränslefraktion och kostnad för deponering av restfraktion. Detta görs med hjälp av fig 3.2k.
- 4b Kostnaden för behandling i en regional avancerad anläggning har överslagsmässigt satts till 180 kr/ton om värmevärdet utnyttjas. Finns exaktare kalkyler för aktuell anläggning utnyttjas naturligtvis dessa.
- 5 Kostnaderna för de olika alternativen summeras och värderas. Vid en analys av dessa kan kap 3.3 vara till hjälp, då vissa förutsättningar mycket väl kan ändras under en anläggnings tänkta livslängd. Även andra faktorer som miljöfrågor, möjlighet till kommunalt inflytande över systemet, lokala energibehov etc måste tas med vid bedömningen.



4 RESULTAT: TILLÄMPNINGSSTUDIE

4.1 Presentation av Härryda kommun

4.1.1 Allmänt

Härryda kommun har valts för tillämpningsstudien då den tidigare har visat sig vara representativ för förortskommunerna kring Göteborg. Av denna orsak har den varit föremål för omfattande studium i "Omvandling av fritidsbebyggelse" (FROM). Vid jämförelse med kommunerna i de fyra västsvenska länen förefaller Härryda vara representativ för de mindre och medelstora kommunerna.

Härrydans geografiska läge framgår av fig 4.1a, där även göteborgs-regionen är markerad. Utöver Göteborg består regionen av 10 kommuner, varav Härryda är en. I tabell 4.1a är sammanställt data från främst FoB 1975, som belyser Härryda kommuns struktur i förhållande till såväl förortskommunerna som kommunerna i de västsvenska länen (N, O, P, och R-län). De senare är 55 till antalet och utgör ungefär en femtedel av både landets befolkning och av antalet kommuner.

Då en stor del av materialet i rapporten bygger på medelvärden för västsvenska kommuner, kan tabellen användas för jämförelse med enskilda kommuner.

Härryda kommun är till formen något utsträckt och passeras i östvästled av riksväg 40, utbyggd som motorväg/motortrafikled (fig 4.1b). Centralorten Mölnlycke ligger närmast Göteborg i den västra delen av kommunen och har knappt hälften av kommunens totala befolkning. Kommunen har för övrigt fyra tätorter, varav tre ligger utmed gamla riksväg 40. Figur 4.1c redovisar fritidsbebyggelsens lokalisering i kommunen.

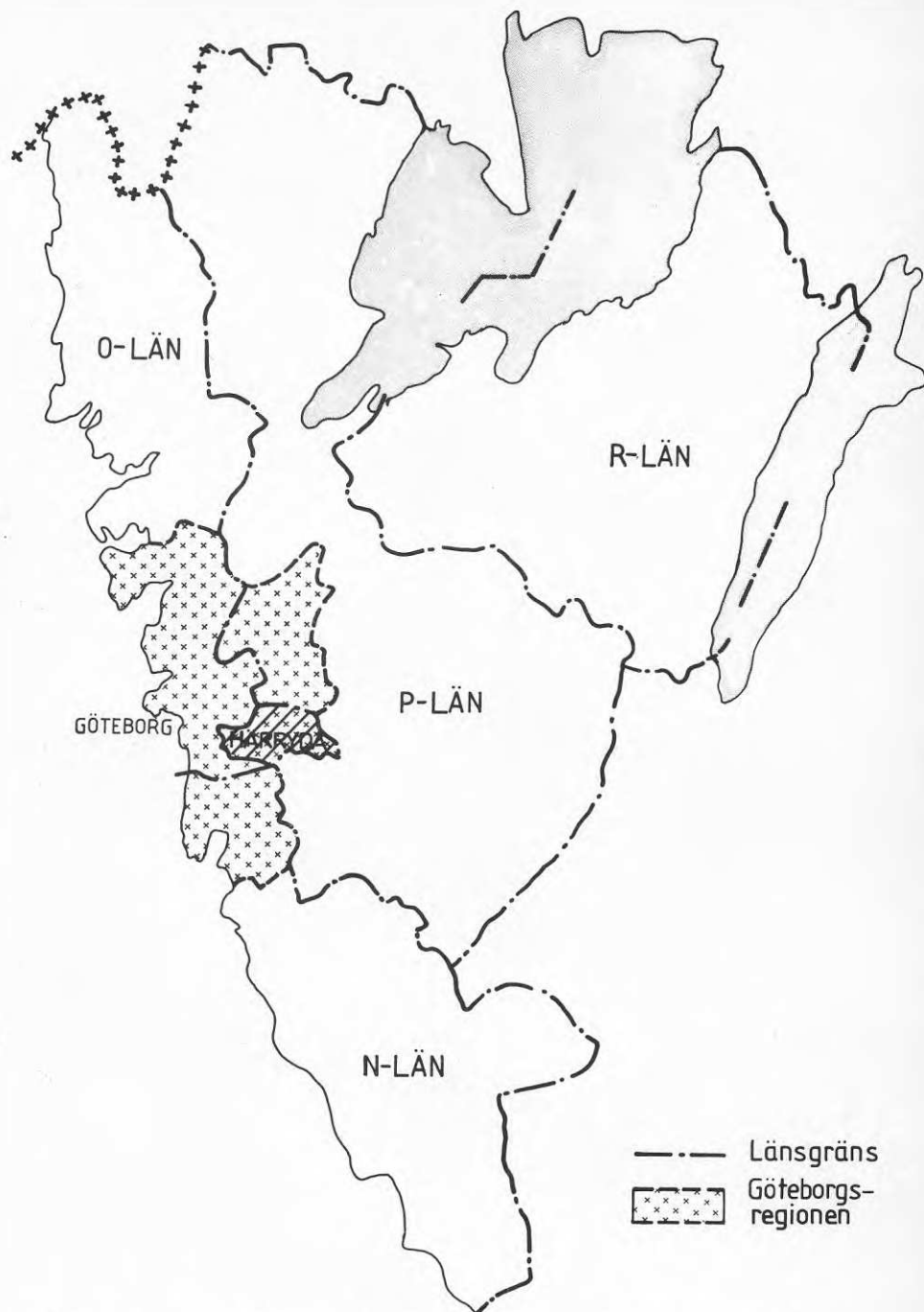
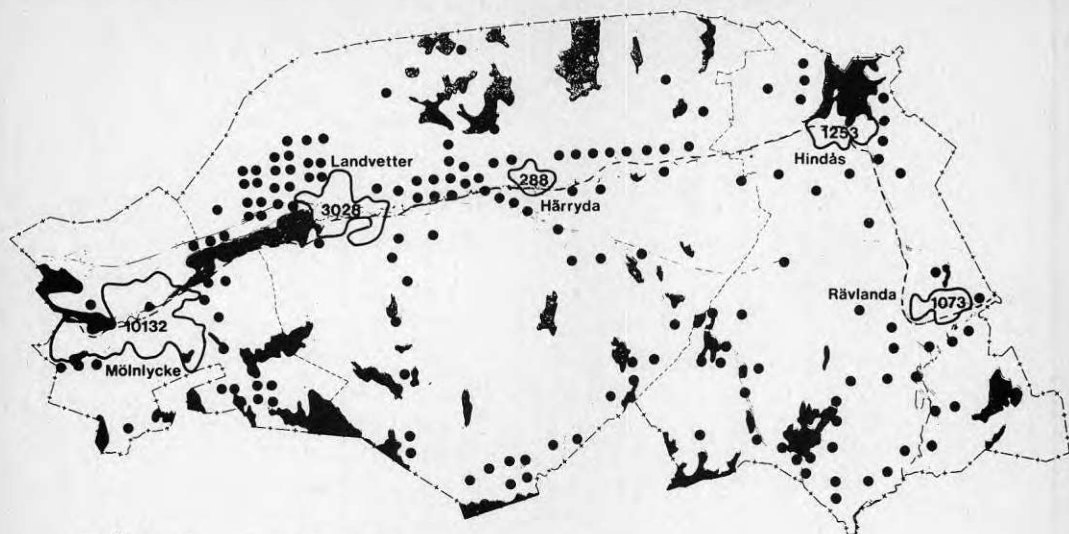


Fig 4.1a Härryda kommun, Göteborgsregionen och N, O, P och R-län



288 antal inv i tätort 1974
 ● 25 inv i övriga områden 1970

källa: koordinatarta över befolkningen 1970 i Göteborgsregionen
 DEMOPAK 1974

Fig 4.1b Befolkningsfördelning i tätorter 1974 och övriga områden 1970 i Härryda kommun



● 25 hus
 • 5 "

Fig 4.1c Fritidsbebyggelsens lokalisering 1971 i Härryda kommun
 Källa: Härryda kommun, generalplan 1975

Tabell 4.1a Statistikjämförelse mellan Härryda kommun, Göteborgs förortskommuner och N, O, P och R-län (55 kommuner) 1975

		Härryda	Medeltal förorts- kommun	Medeltal kommuner i N,O,P,R-län	Dito exkl Gbg
Folkmängd	inv	20.720	24.620	28.690	21.290
Landareal	km ²	276	246	544	545
Tätortsgrad	%	76	77	66	66
Befolkningstäthet	inv/km ²	77	100	53	39
"	glesbygd, inv/km ²	19	21	12	12
Flerfamiljs- lägenheter	%	30	33	35	34
Verksamhetsandel	% 1)	58	66	88	88
Hushållsstorlek		2,9	2,8	2,3	2,5
Fritidshus		3.000	2.500	2.000	1.900

1) Förvärvsarbete (mer än 20 tim/vecka) dagbefolkning i % av förvärvsarbete (mer än 20 tim/vecka) nattbefolkning

4.1.2 Avfallshantering

Härryda kommun är en av 9 delägare i Göteborgsregionens avfallsaktiebolag (GRAAB). Bolaget bildades 1966 av kommunerna i Göteborgsregionen. Målsättningen var att GRAAB skulle svara för behandlingen av hushållsavfall och annat avfall från kommunerna. Idag förfogar GRAAB över ett avfallsvärmeverk med tre ugnar, som tillsammans förbränner drygt 250.000 ton avfall per år. För att effektivisera transporter, har man också byggt 5 st omlastningsstationer. Från dessa transporteras komprimerat avfall med särskilda trailerfordon till avfallsvärmeverket vid Sävenäs.

Sävenäsanläggningen är ansluten till fjärrvärmenätet. De senaste årens energiprishöjningar har gjort avfallsförbränningen ekonomiskt gynnsam. Härigenom har man under flera år kunnat hålla konstanta behandlingsavgifter. 1981 genomfördes en sänkning av avgiften från 157 kr/ton till

147 kr/ton. Kostnadsutvecklingen har således medfört att de ursprungligen höga avgifterna för avfallsförbränningen numera är att betrakta som låga eller måttliga för denna typ av anläggning.

Härryda kommun sköter avfallshanteringen med hjälp av entreprenör. Denne samlar in och transporterar allt hushållsavfall till GRAAB:s anläggningar. Dessutom har entreprenören ett antal containers utplacerade för insamling av grovavfall m m. Detta avfall transporteras delvis till tippar inom kommunen.

Någon omlastningsstation för avfall finns inte inom kommunen. Den närmaste är belägen i Mölndal omedelbart väster om Härryda kommun. I huvudsak transporteras hushållsavfallet med komprimerande fordon direkt till Sävenäs. Avståndet mellan Mölnlycke och Sävenäs uppgår till knappt 15 km. Räknat från tätorterna Hindås och Rävlanda, som är belägna i kommunens östra del, uppgår transportsträckorna till ca 30-40 km.

År 1980 uppgick mängden hushållsavfall i Härryda till 6.500 ton. Det motsvarar 283 kg/p år räknat på mantalskriven befolkning. Det är en mängd som stämmer väl överens med vad man kan förvänta sig med hänsyn till kommunens struktur, läge i regionen m m. Under 1980 var abonnentens kostnad för helårstömning av säck om 160 liter 400 kr/år och 240 liter 520 kr/år.

Med hjälp av entreprenör samlar kommunen in returpapper. Insamlingsresultatet, 25 kg/p år, tyder på att verksamheten fungerar väl. Riksgenomsnittet ligger något under 20 kg/p år. Verksamheten ger direkta inkomster eftersom materialet säljs, men också indirekta eftersom behandlingskostnaden vid Sävenäs minskar motsvarande den insamlade pappersmängden.

Sammanfattningsvis kan man säga att avfallshanteringen fungerar bra i Härryda. Problem med behandlingen förekommer inte när det gäller avfall som behandlas vid Sävenäs. En olägenhet är de relativt långa transporterna från kommunens östra delar. Det är dock förhållandevis små avfallsmängder det är frågan om.

4.2 Metodtillämpning

Den metod som redovisas i kap 3 skall vi här systematiskt tillämpa på Härryda kommun. Vi följer därvid sammanställningen som redovisas i kap 3.4, och använder även samma numrering av de olika stegen.

Vi börjar med en återblick på avsnitt 3.3.3 "När är ett lokalt system intressant?" Den första punkten anger att lokal deponering alltid är intressant. Den andra punkten anger att Härryda är en tillräckligt stor kommun för att maskinell sortering skulle kunna vara intressant. Transportavstånden är dock mindre än 20-30 km till den regionala anläggningen.

Nästa steg är den mer detaljerade genomräkningen av Härrydaskostnader. Vi väljer 1980 års siffror och penningvärde.

- 1 För att ungefärligt fastställa den totala mängden hushållsavfall utgår vi ifrån det intervall för den specifika avfallsmängden som angavs i kap 2.3.4, 220-340 kg/p år. Problemet består i att placera Härryda kommun någorlunda rätt i detta intervall. Vi startar med "medelvärde" 260 kg/p år. I tabell 4.1a kan vi med avseende på ett antal parametrar jämföra Härryda med medeltal för västsverige. För avfallsmängden beaktas parametrarna enligt tabell 4.2a (se också kap 3.2.1).

Tabell 4.2a Parametrar (1975) för bestämning av specifik avfallsmängd i Härryda kommun

Parametrar	Härryda	Medeltal kommuner i N,O,P,R-län exkl Gbg	Effekt på specifik avfallsmängd
a) Tätortsgrad	76 %	66 %	+
b) Verksamheter	58 %	88 %	-
c) Hushållsstorlek	2,9	2,5	-
d) Fritidsbefolkning (antal fritidshus)	3.000	1.900	

Parametern a) medför att den specifika avfallsmängden bör ökas. Samtidigt medför parametrarna b) och c) en minskning. Dessa avviker relativt mycket från medelvärdet. Vi väljer därför ett värde i intervallet 220-260 kg/p år, lås oss säga 250 kg/p år.

Vid beräkning av den totala avfallsmängden tar vi nu hänsyn till fritidsbefolkningens storlek i enlighet med kap 3.2.1 punkt d. År 1975 fanns i Härryda ca 3.000 fritidshus. Den permanentning som skett sedan dess uppskattar vi till 100 hus/år.

Totala avfallsmängden för år 1980 beräknas således enligt

$$1 \quad 2 \\ 22.900 \times 0,250 = 5.725 \text{ ton}'$$

$$3 \quad 2 \\ 2.500 \times 0,250 = \frac{625 \text{ ton}}{6.350 \text{ ton}}$$

1 = befolkning 1980

2 = vald specifik avfallsmängd, ton/p år

3 = fritidsbebyggelse år 1980

Kommunens/GRAAB:s uppgift om avfallsmängden 1980 är 6.500 ton.

2a Ingångsparametrar för beräkning av insamlings- och transportkostnad:

o tätortsgrad	76 %
o andel flerfamiljslägenheter	30 %
o befolkningstäthet i glesbygd	19 inv/km ²

Kontroll av Härrydans lägenhetsfördelning i figur 2.1b ger att en 30-procentig andel lägenheter i flerfamiljshus motsvaras av en tätortsgrad av 59 %. Då denna avviker kraftigt från den verkliga (76 %) väljer vi att fortsättningsvis räkna med en fiktiv tätortsgrad utgörande ett medelvärde av dessa två, som blir 68 %.

Kommunens "avfallstyngdpunkt" ligger någonstans mellan Mölnlycke och Landvetter. För en lokal anläggning i detta avsnitt görs inget transportkostnadstillägg och insamlingskostnaden erhålls direkt ur fig 3.2h vid 68 % tätortsgrad och 19 inv/km² i glesbygd till 380 kr/ton för komprimerande fordon och ur fig 3.2i för ett lätt fordon till 405 kr/ton.

- 2b Ingångsparametrar är desamma som för 2a, likaså den fiktiva tätortsgraden. Transporttillägget från "avfallstyngdpunkten" till den regionala befintliga anläggningen är ca 10 km. Ur fig 3.2h erhålls kostnaden inkl transporttillägget till 400 kr/ton för komprimerande fordon. Motsvarande kostnad ur fig 3.2i för lätt fordon är 425 kr/ton. Ersätts transporten med insamlingsfordonet med omlastning förändras inte kostnaden på grund av att avståndet är för kort för att omlastning skall vara intressant.
- 3 Ingångsvärde för beräkning av total insamlings- och transportkostnad:

o avfallsmängd boende och verksamheter	5.725 ton	
o avfallsmängd fritidshus		<u>625 ton</u>
		6.350 ton

Kostnaden per ton för insamling och transport med komprimerande fordon visar sig vara förmånligast enligt pkt 2a och 2b. Vi väljer fortsättningsvis att endast räkna med detta fordon. Faktorn 1,6 motsvarar den högre kostnaden vid hämtning endast del av året.

Lokal anläggning

5.725 ton x 380 kr/ton	=	2.176.000 kr
625 " x 380 " " x 1,6	=	<u>380.000 "</u>
		2.556.000 kr

Regional anläggning

5.725 ton x 405 kr/ton	=	2.319.000 kr
625 " x 405 " " x 1,6	=	<u>405.000 "</u>
		2.721.000 kr

Då den faktiska avfallsmängden uppgår till 6.500 ton och vi har räknat med 6.350 ton ovan räknar vi upp kostnaden med skillnaden. Detta ger istället följande totala kostnader:

- o lokal anläggning 2.616.000 kr
- o regional anläggning 2.785.000 kr

- 4a Ingångsvärde för beräkning av behandlingskostnad vid lokal deponering eller lokal enkel sortering utgörs av

- o kända eller beräknade avfallsmängder
- o antalet kommuninnevånare

Ur fig 3.2j resp fig 3.2k hämtas behandlingskostnaden för lokal behandling. Eftersom vi i detta fall känner den totala avfallsmängden använder vi ingångsvärdet 6.500 ton som ger följande kostnader:

- Lokal deponering 6.500 ton x 120 kr/ton = 780.000 kr
- Lokal sortering 6.500 ton x 155 kr/ton = 1.008.000 kr

Behandlingskostnaden för lokal sortering har vi erhållit genom antagande om att intäkter från bränslefraktionen motsvaras av kostnaden för deponering av restfraktionen.

- 4b Kostnad för behandling av avfall i en regional anläggning har överslagsmässigt antagits till 180 kr/ton. Detta gäller för en avancerad anläggning med flerstegssortering och vid utnyttjande av avfallet värmevärde. Eftersom vi här känner behandlingskostnaden vid det för Härryda aktuella Sävenäs avfallsvärmeverk, använder vi den uppgiften. År 1980 uppgick den till 157 kr/ton.
- 5 De olika alternativen för insamling, transport och behandling sammanställs och jämförs, tabell 4.2b. I vårt fall, där vi tillämpat metoden på Härryda, kan vi jämföra alternativens kostnader med faktiska kostnader, eftersom kommunen är ansluten till ett fungerande regionalt system.

Tabell 4.2b Sammanställning av kostnader för lokalt och regional system, Härryda kommun (Mkr)

	Lokalt system		Regionalt system	
	Deponering	Enkel maskinell sortering	Beräknat	Faktiskt
<u>Insamling/transport:</u>				
komprimerande fordon	2,6	2,6	2,8	2,64
<u>Lokal behandling:</u>				
deponering	0,8			
enkel maskinell sortering		1,0		
<u>Regional behandl.:</u>			1,0	1,02
Totalkostnad	3,4	3,6	3,8	3,66
Kr/ton	520	550	580	560

Lokal deponering ger således den lägsta totalkostnaden. Enkel maskinell sortering och den nuvarande regionala behandlingen ger ungefär samma totalkostnader.

I känslighetsanalysen studerade vi tre parametrar, energipris, kapitalkostnad och avfallsmängder.

Energipriset är av relativt liten betydelse vid val av lokalt respektive regionalt system för Härrydas del. Vi diskuterar det därför inte närmare.

Kapitalkostnaden är av stor betydelse. Förkortad avskrivningstid medför för en enkel sorteringsanläggning minskad

konkurrenskraft. Särskilt påtagligt är detta i Härryda, där den nuvarande behandlingsavgiften är jämförelsevis låg, 157 kr/ton. För en lokal deponeringsanläggning medför kortare avskrivningstid inte så kraftigt höjda kostnader, eftersom kapitalkostnaderna för en sådan anläggningen är lägre.

Om Härryda kommun kan öka avfallsmängderna genom att ta hand om delar av industrins avfall gynnar det kraftigt de lokala systemen. I den regionala anläggningen utgör dessa mängder en i sammanhanget liten del och påverkar därför knappast den regionala behandlingskostnaden.

Utöver den rent ekonomiska jämförelsen måste andra faktorer också tas med vid bedömning. Det gäller frågor som miljö och inflytande som vi talat om i kap 3.3.3. Miljöfrågorna får inte komma i skymundan. Det är ett svårt arbete att värdera miljöeffekter, eftersom olika individer och intressegrupper ibland har vitt skilda värderingsgrunder.



5 UTVÄRDERING

5.1 Allmänt

En stor del av rapporten har ägnats åt att presentera en arbetsmetod. Dess syfte är att ge möjlighet till analys av hela eller delar av avfallshanteringsssystem. Metoden har också använts i en tillämpningsstudie, där vi testat några systemalternativ som vi applicerat på Härryda kommun. Under arbetets gång har vi konstaterat behov av ytterligare utredningsinsatser inom några områden.

5.2 Metod

Ett stort problem är ofta att fastställa den aktuella avfallsmängden. Osäkerheten hos de siffror som anger de totala avfallsmängderna kan vara mycket stor. I fall där kontrollvägning utförts har avvikelser från antagen mängd med mer än 50 % konstaterats.

Vid översiktlig planering är det ofta praktiskt att utgå från en viss specifik avfallsmängd, dvs kg/p år. De flesta av landets kommuner ligger inom intervallet 220-340 kg/p år. Då inkluderas affärs- och kontorsavfall samt 20 % industriavfall.

Det stora problemet är att välja rätt läge i intervallet. De faktorer som mest påverkar den specifika avfallsmängden är

- o tätortsgraden
- o verksamheter
- o hushållsstorleken
- o fritidsbefolkningen

Insamlings- och transportsystemet svarar för ca 2/3 av hela avfallshandlingens kostnader. Insamlingskostnaderna är kraftigt beroende av den struktur som råder i den aktuella kommunen. En låg tätortsgrad i förening med låg befolkningstäthet på landsbygden medför mycket höga kostnader. Om man därtill lägger en stor fritidsbefolkning, som ger kraftig säsongsvariation, ökar kostnaderna ytterligare.

Den moderna avfallsbehandling, där maskinella metoder utnyttjas, bedrivs vanligen i stora regionala anläggningar. Dessa innehåller ofta avancerad teknik för bl a materialåtervinning. Drift- och kapitalkostnaderna är höga och avsättningsmöjligheterna för återvunnet material m m är nästan obefintliga.

Den slutsats vi kommit till är att lokala system för avfallshantering innebär direktdeponering eller maskinell sortering baserad på enkel teknik. Denna enkla maskinella sortering inriktas sålunda mot att ta fram en bränslefraktion. För att åstadkomma sorteringen kan väsentligt billigare teknik användas jämfört med i de flesta hittills byggda anläggningarna. Den deponeringsrest som uppstår, utgör mindre än hälften av den ursprungliga avfallsmängden, vilket innebär att en befintlig tipp kan utnyttjas längre eller att ny tipp kan göras mindre.

Med förutsättningarna i kap 3.3 ger vår analys till resultat att maskinell sortering kan vara intressant för kommuner med minst 15.000 invånare och med ett transportavstånd till regional anläggning av mer än 20 km (fig 5.2a). Härvid har vi åsatt den regionala avancerade anläggningen en behandlingskostnad av 180 kr/ton. Dock kan bilden ändras vid ex.vis annan behandlingskostnad.

En viktig förutsättning för att enkel maskinell sortering skall vara intressant är att det finns avsättningsmöjligheter för bränslefraktionen. Det råder dock vissa oklarheter om reglerna för eldning med sorterat avfall, men mycket tyder på att avancerad rökgasrening blir nödvändig. Detta förutsätter att eldning sker i stora anläggningar, eftersom reningsutrustningen är dyrbar.

Deponering är ur strikt ekonomisk synvinkel nästan alltid en fördelaktig metod (se fig 5.2a). Därtill kan man lägga att deponeringsplatser för vissa avfallsslag ändå alltid erfordras i den enskilda kommunen, oavsett behandlingsmetod och lokal/regional anläggning. Rent allmänt är deponering av avfall dock något som i varierande utsträckning medför olägenheter. Åtgärder måste därför vidtas för att minska miljöproblemen. Bl a måste stora insatser göras till skydd för grund- och ytvatten.

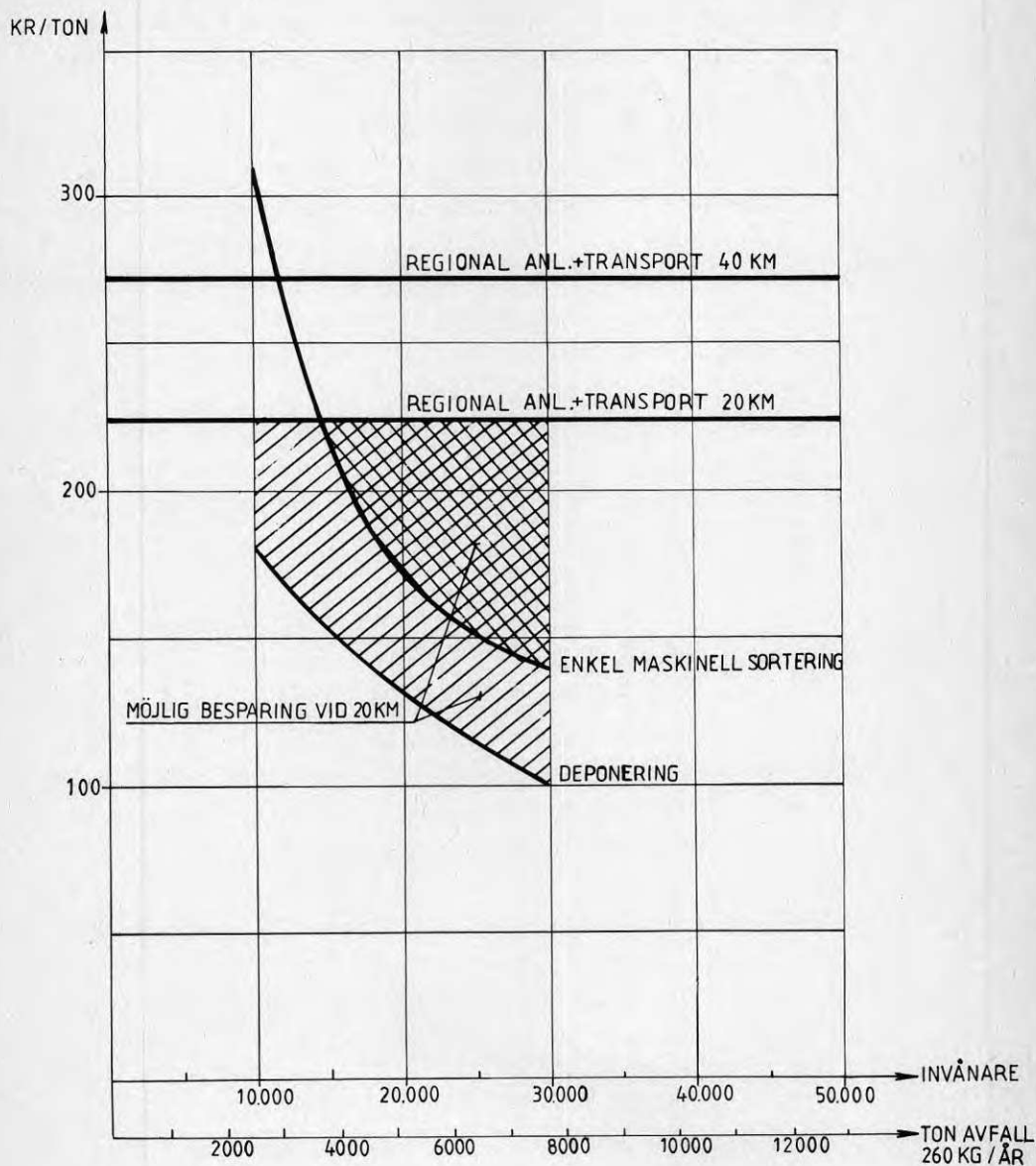


Fig 5.2a Möjlig besparing vid lokal kontra regional avancerad anläggning med transport av 20 km

5.3 Tillämpningsstudie

Arbetsmetoden för genomgång av en enskild kommuns avfallshantering har vi applicerat på Härryda kommun. Vår modell för bedömning av insamlings- och transportkostnad gav en kostnad som väl stämmer överens med den faktiska.

Likaså har vi tagit fram kostnaden för följande lokala behandlingsanläggningar: deponering och enkel maskinell sortering. Vid jämförelse med den befintliga regionala anläggningen, visar det sig att ett lokalt system baserat på enkel maskinell sortering ger ungefär samma totalkostnad som nuvarande regionala, medan lokal deponering blir något förmånligare.

Med tanke på Härryda kommuns närhet till den regionala anläggningen och den låga behandlingkostnaden vid densamma, konstaterar vi att arbetsmetoden ger förväntat resultat vid jämförelse mellan alternativen.

5.4 Problem och utredningsbehov

Ett problem man ofta stöter på vid arbete med avfallshantering är att vetskapen om och definitionerna av avfallstyperna ofta uppvisar brister. Uttrycket "hushållsavfall och med hushållsavfall jämförbart avfall" har tillkommit, eftersom även kontorsavfall, affärsavfall och lätt industriavfall förekommer jämsides med hushållsavfallet. Det är dock ofta svårt att få klarhet i hur stora mängder av dessa avfallstyper som ingår. Eftersom inte bara avfallsmängden påverkas väsentligt, utan också sammansättningen, är detta en viktig fråga. Av dessa skäl är jämförelser mellan olika kommuners avfallsmängder svåra att göra.

Inför en projektering är det absolut nödvändigt att vägning av avfallsmängderna genomförs för att bestämma den totala mängden. Dessutom bör plockanalyser göras för att fastställa sammansättningen.

Ytterligare ett problem är betydelsen av fritidsbefolkningen. I vissa kommuner kan denna uppgå till flera 10-tals procent av den

fasta befolkningen. Den topp som inträffar i avfallsgenerering, vanligen sommartid, belastar såväl insamling/transport som behandling. Här finns skillnader mellan taxesättning och verkliga kostnader, delvis beroende på bristande kännedom om de verkliga kostnaderna. På vissa håll bär således inte fritidsbefolkningen sina kostnader. För att få en totalbild av fritidsbefolkningens betydelse för hela avfallshanteringsystemet fordras ytterligare utredningsarbete. En sådan totalbild borde vara särskilt intressant för ex.vis skärgårdskommuner, som flerdubblar sin befolkning sommartid och där insamlingsförhållandena är svåra.

Vid diskussion av energiaspekter på avfallshanteringen, försvåras ofta denna av att man blandar samman olika energiformer, som också beskattas på olika sätt. Det vore därför en tillgång med en energibalans för hela avfallshanteringen, där energimängden och energislagen redovisas och analyseras. Ett sådant redningsarbete bör göras så att det är lättillgängligt och användbart i översiktliga sammanhang.

I denna utredning har vi funnit att kommuner med 10.000 invånare kan ha ekonomiska fördelar av lokala avfallsbehandlingsanläggningar. Vi har inte haft möjlighet att undersöka kostnader för avfallsbehandling för kommuner mindre än 10.000 invånare eller för del av en medelstor kommun. Det är naturligtvis fullt tänkbart att flytta denna "gräns" ytterligare nedåt.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Avfallsordlista, TNC, Tekniska nomenklaturcentralen 1977
- Avfallshantering, Problem - metoder - utveckling, Göteborgs Förorter 1980
- Avfallsutredning 1975, Göteborgsregionen
- Avfallsutredning, Stor-Göteborg 1965
- Bilen 1980-2000, Krav och möjligheter, Ingenjörsvetenskapsakademin 1978, Rapport 113
- Elmia-Avfall 79, Sammanställning av konferensmaterial
- En analys av kostnader för insamling och transport av hushålls-avfall, G Hovsenius, 1979, (Naturvårdsverket) SNV PM 1133, Solna
- Folkmängd i kommuner och församlingar, 1977, (Statistiska centralbyrån) Folk- och bostadsräkningen 1975, del 3:1, Stockholm
- Folkmängd i tätorter, 1976, (Statistiska centralbyrån) Folk- och bostadsräkningen 1975, del 3:2, Stockholm
- Fritidsbebyggelsen i Sverige 1975/76, 1977, (Lantmäteriet) Meddelande 1977:7, Stockholm
- Förvärvsarbetande dagbefolkning samt pendling i kommuner och tätorter, 1979, (Statistiska centralbyrån) Folk- och bostadsräkningen 1975, del 7:1, Stockholm
- Informationsblad, Svenska Renhållningsverksföreningen, Malmö
- Långtidsutredningen, SOU 1980:52
- Lägenheter i hela riket, länen, kommuner och tätorter, 1977, (Statistiska centralbyrån) Folk- och bostadsräkningen 1975, del 4, Stockholm

Miljövårdsproblem vid avfallsupplag, SNV Publikation 1976:13

Omlastningsstationer för avfall i Stockholmstrakten, Stockholms läns landsting, 1978, Stockholm

Omvandling av fritidsbebyggelse (Statens råd för byggforskning), S Granhed, C Widmark, 1979, Rapport 89, Stockholm

Renhållningsindex, Svenska Kommunförbundet, Cirkulär, Stockholm

Renhållningstaxor, Svenska Renhållningsverksföreningen 1978, Malmö

Statistisk årsbok 1960-1980, SCB, Stockholm

Utveckling mellan 1970 och 1975. Tätorternas areal och folkmängd, 1977 (Statistiska centralbyrån) Folk- och bostadsräkningen 1975, del 2:4, Stockholm

Årsbok 1979, 1980, Svenska Renhållningsverksföreningen

Årsredovisning 1976-80, GRAAB, Göteborg

Återvinning av hushållsavfall genom sortering vid källan, del I-III, Avfallsgruppen vid Göteborgs högskolor 1981

Återvinning genom hushållens medverkan, Stiftelsen svensk återvinning 1975

Återvinning och omhändertagande av avfall, Regeringens proposition 1975:32



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
800091-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till Göteborgs Förorters Intresseförening,
Göteborg.**

Art.nr: 6700609

**Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 35 kr exkl moms

R109: 1982

ISBN 91-540-3796-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm