



Automatiske affalds- sorteringsanlæg

SORTERINGSSCENARIER

HORSENS KOMMUNE

4. SEPTEMBER 2018

Indhold

1	Indledning	4
2	Affaldsgrundlag og -ordninger i Horsens Kommune	5
2.1	Horsens kommunes affaldsordninger	7
2.2	EU og genanvendelseskrav	8
3	Sortering af husholdningsaffald	10
4	Sorteringsscenarier for Horsens	11
4.1	Forudsætninger	12
4.2	Anlæg til optisk posesortering	14
4.2.1	Beskrivelse af posesorteringsanlægget	15
4.2.2	Input / output	16
4.2.3	Kvalitet	16
4.2.4	Økonomi	16
4.2.5	Genanvendelsesprocent	18
4.2.6	Service for borgerne	18
4.2.7	Potentiale for Horsens	18
4.3	Anlæg til sortering af restaffald og småt brændbart	19
4.3.1	Beskrivelse af sorteringsanlægget	20
4.3.2	Input / output	21
4.3.3	Kvalitet	21
4.3.4	Økonomi	22
4.3.5	Genanvendelsesprocent	23
4.3.6	Service for borgerne	23
4.3.7	Potentiale for Horsens	23
4.4	Anlæg til sortering af storskrald	24
4.5	Kombinationer	25
5	Opsamling	25

Appendix 1: Opsummering af screening af automatiske affaldssorterings- anlæg

29



1 Indledning

I forbindelse med, at Horsens Kommune skal udarbejde en ny affaldsplan har kommunen ønsket, at få undersøgt mulighederne for et automatisk affaldssorteringsanlæg/robotteknologi for husholdningsaffaldet (en minianalyse).

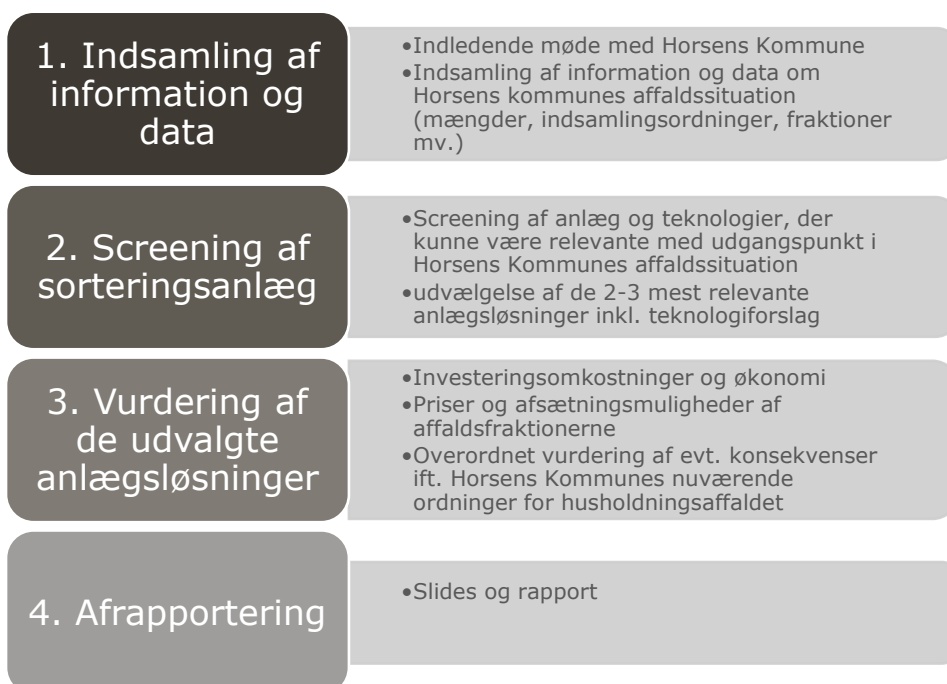
Formål

Formålet med opgaven er, at undersøge i hvor høj grad automatisk affaldssortering kan gøre det lettere for borgerne at udsortere affald til genanvendelse samtidig med, at EU's genanvendelses mål nås.

Udførelse af opgaven

Løsningen af opgaven har gennemgået fire trin, som er illustreret i nedenstående figur 1.

Figur 1. Løsning af opgaven



På baggrund af indsamling af information, litteratur og data har NIRAS udarbejdet en screening af automatiske affaldssorteringsanlæg og -teknologier, som er summeret i Appendix 1.

På baggrund af screeningen blev der holdt midtvejsmøde med Horsens Kommune, hvor der blev valgt 3 mulige sorteringsscenarier baseret på forskellige løsninger for automatisk affaldssortering til yderligere vurdering ift. økonomi, pris og afsætning, genanvendelse mv.

Nærværende rapport beskriver resultaterne af vurderingerne af de 3 sorterings-scenarier.

Tidsplan for udførelsen af opgaven

Opgaven er blevet udført i henhold til følgende tidsplan.

27. juni	Aftale om dataudveksling
Uge 26 og 27	Dataudveksling foregår i denne periode
Uge 28-32	Niras udfører screening
8. august	Midtvejsmøde om Screening. Mødet afholdes af Horsens Kommune på Rådhuset 4, 8700 Horsens.
22. august	Niras (ILW) sender rapportudkast til Horsens Kommune klokken 12. Gerne PDF.
27. august	Horsens Kommune giver respons på udkastet
31. august	Horsens Kommune modtager den endelige rapport samt slides med key notes.
4. september	Afsluttende møde. Gerne Skype.

2 Affaldsgrundlag og -ordninger i Horsens Kommune

Horsens Kommune har et areal på 520 km² og strækker sig fra Endelave i øst til Brædstrup i vest. Der bor ca. 89.600 indbyggere i kommunen, og der er ca. 11.000 virksomheder beliggende i Horsens Kommune i henhold til CVR-registret.

Indbyggertallet i Horsens Kommune har de seneste år været jævnt stigende. Denne udvikling forventes at fortsætte som det ses af tabel 1, der viser antal indbyggere i Horsens Kommune fra 2013 og frem til den forventede befolkningstal i 2024.

Tabel 1

Indbyggere i Horsens Kommune	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2024
Befolkningstal	84.871	85.662	86.361	87.736	89.030	89.598	96.466

Indbyggerne i Horsens Kommune genererede i 2017 i alt ca. 54.500 tons affald ekskl. jord og byggeaffald, som blev indsamlet via affaldsindsamlingsordningerne (fra husstandene, nedgravede beholdere, gennem storskraldsordningen og genbrugspladserne), hvilket er en stigning på ca. 2.100 tons fra 2012 (ca. 52.400 tons affald) som det ses af tabel 2. Horsens kommune har en forventning om, at den samlede mængde husholdningsaffald vil stige med ca. 6.400 tons, idet der frem mod 2025 forventes en fortsat stigning i befolkningstallet.

Tabel 2. Husholdningsaffald i tons 2012 og 2017¹

	Behandlings- form	2012	2017
Dagrenovation og dagrenovationslignende affald	F	25.558	17.010
Småt brændbart	F	5.883	4.524
Brændbart til neddeling	F	1.241	2.001
Forbrænding i alt		32.682	23.535
Madaffald	G	0	4.986
Papir	G	2.985	3.680
Pap	G	742	741
Plast	G	31	168
Flasker og glas	G	1.103	1.387
Metal dåser	G	7	245
Frasorteret emballage	F	0	
Emballageaffald i alt		4.868	6.221
Tøj	G	300	167
Plast	G	53	36
Jern	G	1.451	1.824
Dæk	G	98	154
EE-affald	S	617	536
Lyskilder	S	0	8
Kabelskot	G	21	24
Fladt glas	G	0	0
Hårde hvidevarer	S	505	533
Til direkte genbrug	G		57
Træ	G	3.083	4.413
Storskrald (genbrugsplads) i alt		6.128	7.752
Deponi	D	2.637	2.629
Deponi i alt		2.637	2.629
Grene, blade og græs	G	5.936	9.267
	G		102
Haveaffald i alt		5.936	9.369
Batterier og akkumulatorer	S	17	19
Olie og kemikalier	S	121	
Farligt affald i alt		138	19
Husholdningsaffald i alt		52.389	54.511

Tabel 2 viser også, at mængden af dagrenovation og dagrenovationslignende affald til forbrænding er faldet i perioden 2012-2017 fra ca. 25.558 tons til 17.010 tons. Horsens kommune har en forventning om, at mængden af affald til forbrænding fortsat falder frem mod 2025 med ca. 1.500 tons. Mængden af emballageaffald til genanvendelse (madaffald, papir, glas og emballage) fra husholdningerne

¹ Byggeaffaldet er ikke medtaget i tabellen.

er i samme periode steget fra 4.868 tons til 6.221 tons. Der er ligeledes en forventning om, at mængden af madaffald² til genanvendelse vil stige med 1.000 tons.

Den samlede mængde affald til genanvendelse er steget fra 30 % i 2012 til 50 % i 2017³.

Alt efter, hvilken fremtidig affaldssorteringsløsning Horsens kommune vælger at indføre vil ovennævnte forventninger ændre sig.

2.1 Horsens kommunes affaldsordninger

Størstedelen af indbyggerne i Horsens Kommune bor i enfamiliehuse som f.eks. parcel- og stuehuse (62 %). 27 % bor i etageboliger mens omkring 10 % bor i række-, kæde- og dobbelthuse. En lille del af indbyggerne bor i kollegier, døgninstitutioner eller fritidshuse (ca. 200 sommerhuse). Der er i alt ca. 41.000 husstande.

Dagrenovation

Horsens kommune har i 2015 indført nye affaldsordninger. Husholdningerne sorterer nu i fire fraktioner hhv. restaffald, madaffald, papir/karton og emballageaffald (metal, glas, hård plast). I 2017 blev der indsamlet ca. 30.000 tons affald (restaffald inkl. dagrenovationslign. affald, madaffald og emballageaffald) fra de nye indsamlingsordninger.

Beholderstørrelserne varierer mellem 140-660 liter. Standard løsningen er to todelte beholdere (240 liter) fordelt med 60/40 hhv. rest og mad, 60/40 til papir/karton og emballageaffald. Beholderen til restaffald og madaffald tømmes hver 14. dag, mens beholderen til emballageaffald og papir/karton tømmes hver 4. uge. Herudover har Horsens Kommune en række nedgravede beholdere placeret forskellige steder i Horsens by. Her kan borgerne sortere i samme fire fraktioner, som for dagrenovationen – se beskrivelse ovenfor.

På nuværende tidspunkt er størstedelen af borgerne i Horsens kommune overgået til den nye ordning (38.934 husstande) og 1. november 2018 kommer de sidste husstande med (3.227 husstande).

Horsens Kommune anslår, at ca. 25 % (4.252 tons) af restaffaldet udgør dagrenovationslignende affald fra erhverv. Endvidere vurderes det, at restaffaldet indeholder op til 20 % organisk affald. Der er således her et potentiale for at øge genanvendelsen ved at udsortere mere organisk affald.

Storskrald (henteordning)

Horsens kommune har en henteordning til storskrald. Borgerne bestiller afhentning af storskrald ved hjælp af en selvbetjeningsløsning på borger.dk eller Horsens Kommunes hjemmeside, hvorefter storskraldet hentes ved boligen. Henteordningen til Storskrald kan kun benyttes af private husstande og den er gratis. Ordningen omfatter følgende fraktioner:

² Det forudsættes, at Horsens Kommune, i næste affaldsplan-perioden, kan flytte 1.000 tons madaffald fra restaffaldet via kampagner.

³ I den eksisterende affaldshåndteringsplan er genanvendelsesprocenterne beregnet til henholdsvis 18% i 2012 og 47% i 2017, da den i nærværende rapport anvendte beregningsmodel ikke var kendt på det tidspunkt Horsens Kommune udarbejdede planen.

- Elektronik: fjernsyn, computere, lamper, støvsuger og elektriske køkkenredskaber
- Hårde hvidevarer: fryser, køleskabe, microovne og opvaskemaskiner
- Jern og metal: rengjorte dåser, gryder, motionscykler og tørrestativer
- Møbler: sofaer, skrivebord, hylder, klædeskabe (adskilt) og spiseborde
- Pap: rent tørt pap (bundet)
- PVC (blød): badebassin, luftmadrasser og haveslanger
- Tæpper og madrasser: gulvtæpper (højest 2 x 2 m rullet) og madrasser. Dette skal indpakkes i plastik
- Tøj og sko: rent tøj, sko og sengetøj pakket i klare sække.
- Diverse: flamingo, keramik, porcelæn og persienner. Dette skal sorteres og pakkes i klare separate plastsække.

Genbrugspladser

Der er tre genbrugspladser samt et genbrugscenter, der sælger ting inkl. tøj, som borgerne selv sætter til genbrug på genbrugspladserne. Der indsamles 21.225 tons byggeaffald⁴, 15.890 tons haveaffald og 19 tons farligt affald på genbrugspladserne. Herudover er der 4.525 tons småt brændbart og 2.001 tons brændbart til neddeling samt 3.400 tons storskrald jf. tabel 2.

Affaldssorteringen er ikke ens på de tre genbrugspladser. På Brædstrup Genbrugsplads og Vedslet Genbrugsplads sorteres der i følgende 36 fraktioner; Akkumulatorer, Belysningsudstyr, Beton, Deponi, Dæk, Fjernsyn og skærme, Genbrugsting, Gips, Glasemballage, Glas-fladt, Haveaffald, Hvidevarer, Imprægneret træ, Isolering, Jern og metal, Jord, Kabelskrot, Kemikalieaffald, Klare dunke, Kølemaskiner, Olieholdige maskiner, Pap, Papir, PE-plastfolie, PET flasker, PVC til genbrug, Rent træ, Sanitet, Små batterier, Små husholdningsapparater, Småt brændbart, Stofmøbler, Trykflasker, Trærødder, Tøj, Vinduer.

På Horsens Genbrugsplads sorteres der i flere (44) fraktioner (markeret med fed skrift); Akkumulatorer, **Asbest og eternitplader**, Belysningsudstyr, Beton, Deponi, Dæk, **Dåser**, Fjernsyn og skærme, Genbrugsting, Gips, Glasemballage, Glas - fladt, Haveaffald, Hvidevarer, Imprægneret træ, Isolering, Jern og metal, Jord, **Jord med risiko for forurening**, Kabelskrot, Kemikalieaffald, Klare dunke, Kølemaskiner, **Natursten**, Olieholdige maskiner, Pap, Papir, PE-plastfolie, **Plastflasker**, **Plastik havemøbler**, PET flasker, PVC til genbrug, Rent træ, Sanitet, Små batterier, Små husholdningsapparater, Småt brændbart, Stofmøbler, **Tegl**, Trykflasker, Trærødder, Tøj, Vinduer.

2.2 EU og genanvendelseskrav

Kommunerne skal i løbet af det næste års tid udarbejde nye affaldsplaner, hvilket betyder, at Horsens kommunes eksisterende affaldshåndteringsplan 2013-2024 ligeledes skal revideres/fornys.

Miljøstyrelsen er pt. i gang med at udarbejde en ny strategi for Danmarks affaldshåndtering på baggrund af nye mål og krav fra EU og har meldt ud, at de forventer, at en ny strategi vil være færdig primo 2020⁵.

⁴ Oplyst af Horsens Kommune.

⁵ <https://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2018/mar/ny-national-affaldsplan-kommer-i-2020/>

EU vedtog et nyt revideret affaldsdirektiv i år⁶, som indeholder ambitiøse mål til genanvendelsen af affaldet. De nye mål fremgår af tabel 3.

Tabel 3. EU's mål for genanvendelse af affald

Affaldstype	Min. Genanvendelse	Min. Genanvendelse	Min. Genanvendelse
	Mål 2025	Mål 2030	Mål 2035
Husholdningsaffald	55%	60%	65%
Emballageaffald totalt	65%	70%	
• Plast		50%	
• Træ		25%	
• Jern		70%	
• Aluminium		50%	
• Glas		70%	
• Papir/pap		75%	

- Fra 2023 er der krav om separat indsamling af organisk husholdningsaffald
- Fra 2025 er der krav om separat indsamling af tekstiler
- Fra 2025 bliver det obligatorisk at have producentansvar på emballager
- Der bliver med aftalen øget fokus på forebyggelse af affald
- Der bliver fremadrettet kun en måde at beregne genanvendelse på
- I aftalen er der også revision af en række centrale definitioner

Endvidere strammes der i direktivet op på definitionerne af, hvad der kan regnes med i genanvendelsen samt hvordan genanvendelsesprocenten beregnes f.eks. kan affald, der er blevet forberedt til genbrug regnes med. Endvidere omfatter definitionen af husholdningsaffald nu også affaldstyper som tekstiler, storskrald, herunder madrasser og møbler.

Det vurderes umiddelbart, at de nye EU mål ikke kan realiseres uden at gennemføre nye initiativer. Hvordan de nye EU mål implementeres i Danmark, herunder nye initiativer og beregningsgrundlag for genanvendelsesprocenten samt producentansvar på emballager afventes i den nye nationale affaldsstrategi, som er under udarbejdelse hos Miljøstyrelsen.

Det kan dog være en god ide allerede nu at undersøge mulighederne for at udsortere mere affald til genanvendelse, da der kan forventes kommende krav om øget

⁶ <https://dakofa.dk/element/seneste-nyt-om-de-kommende-affaldsdirektiver/>

genanvendelsen af affaldet, øget fokus på nye affaldstyper (tekstiler, storskrald mv.), en ny måde at beregne genanvendelsesprocenten på mm.

3 Sortering af husholdningsaffald

En række undersøgelser har vist, at den højeste genanvendelsesprocent og kvalitet i affaldsmaterialer fra husholdninger opnås ved at sortere affaldet enten ved kildesortering eller kildeopdeling. Kildesortering vil sige, at affaldstyperne sorteres ud hver for sig ved kilden (husstanden). Kildeopdeling vil sige, at flere affaldstyper sorteres i samme rum. Når man kildeopdeler sit affald sorteres de tørre affaldstyper (plast, metal, papir/pap, glas, tøj, træ mv.) ud samlet f.eks. én affaldsbeholder til alle de tørre affaldstyper eller i en to-delt beholder, hvor f.eks. papir/karton er i den ene halvdel og hård plast/glas/metal lægges i den anden halvdel - sådan som det foregår i Horsens Kommune.

En undersøgelse fra Miljøstyrelsen⁷ har vurderet genanvendelsespotentialer i blandet husholdningsaffald, kildesorteret affald og kildeopdelt affald. For det blandede husholdningsaffald var vurderingen, at der ikke var noget genanvendelsespotentialer for papir, pap og blød plast. For hård plast var der i et ringe potentialer, mens glas og i et vist omfang metal vurderedes til at være de eneste affaldstyper, der kunne udsorteres til genanvendelse. Grunden til dette er, at affaldsmaterialerne bliver forurenet af andet affald, især madaffaldet.

Samme undersøgelse vurderer, at hvis husholdningsaffaldet kildesorteres vil der generelt opnås et højt genanvendelsespotentialer for især glas, metal, papir og pap. For hård plast og blød plast vurderes det dog, at der er udfordringer især ift. afsætning og pris. En anden undersøgelse foretaget af Vestforbrænding understøtter vurderingen af, at kildesorterede affaldstyper har det højeste genanvendelsespotentialer ift. kvalitet, afsætning og pris⁸. Der er bl.a. mindre forurening på tværs af affaldstyperne og erfaringer har vist, at der indsamles større mængder plast til genanvendelse ved kildesortering.

For husholdningsaffald, der er kildeopdelt viser Miljøstyrelsens undersøgelse, at genanvendelsespotentialer er på højde med det kildesorterede affald. Forskellen er, at der er en ekstra sortering på et sorteringsanlæg for de kildeopdelte affaldstyper. Af Vestforbrændings undersøgelse fremgår det, at det er vigtigt, at affaldstyper, der indsamles sammen ikke forurener hinanden og dermed forhindrer genanvendelsen.

En rapport om fordele og ulemper ved indsamling af glas sammen med andre affaldstyper⁹ konkluderer, at glas ikke bør indsamles sammen med bløde eller sugende affaldsmaterialer som f.eks. plastfolier, papir, pap eller tekstiler, fordi glaskår og væsker fra glasflasker mv. kan forringe kvaliteten af de andre affaldstyper. Hvis glas indsamles med andre affaldstyper, så kan det endvidere ikke anbefales, at denne affaldsblanding sorteres på et højteknologisk sorteringsanlæg med

⁷ <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2015/07/978-87-93352-51-3.pdf>

⁸ <https://www.vestfor.dk/Innovation-og-ressourcer/Magasinet-Genvind/Borgerne-sorterer-fortsat-affaldet-bedst>

⁹ <https://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2017/apr/ny-viden-om-indsamling-af-glasaffald/>

minimum af manuel finsortering. Indsamling af glas blandet med hård plast afhænger af sorteringsanlægget og hvor meget affaldet komprimeres i skraldebilerne ved indsamling. Affaldstyper, der typisk kan indsamles sammen er:

- Papir, pap, karton
- Papir, karton, pap, blød plast/folier
- Hård plast, blød plast/folier
- Metal, hård plast
- Metal, hård plast og glas (afhænger af sorteringsanlægget)

Andre affaldstyper

Der er gennemført nogle forsøg med at indsamle andre affaldstyper end de ovennævnte. Dansk Affald indsamlede f.eks. Tetrapak emballager og tekstiler sammen med papir/pap/aviser og plastposer. Tekstilerne skulle være i separat pose. Københavns kommune har ligeledes kørt forsøg med indsamling af Tetrapak emballager og pizzabakker sammen med pap/karton. Fredericia Kommune indsamler drikkekartoner på genbrugspladsen. Der er et genanvendelsespotentiale ved at indsamle andre affaldstyper som f.eks. Tetrapak emballager, tøj og blød plast.

Øget genanvendelse

Der er altså god grund til, at husstanden/borgeren som minimum sorterer husholdningsaffaldet i en våd (madaffald) og tør del (plast, metal, papir/pap, glas mv.), da denne sortering øger genanvendelsen af affaldstyperne betydeligt. Udsorteres der f.eks. 10 kg "tørt" affald fra husholdningen f.eks. plast, glas, pap, papir og metal kan næsten 9 kg genanvendes og udsortering af 12 kg "vådt" affald (madaffald og andet organisk affald) bliver til biogas med et energiindhold som 1 liter råolie og næringsstoffer til landbruget¹⁰. Ligeledes er der uudnyttede potentialer for øget genanvendelse ved at udsortere nye affaldstyper som f.eks. Tetrapak emballager og tøj.

En sortering af affaldet bør sikre, at affaldstyperne indsamles på en måde, der ikke forurener dem og forhindrer genanvendelsen. Dette gælder også for de tørre dele af affaldet, som bør sorteres yderligere ud, som nævnt ovenfor. Glas bør f.eks. ikke blandes med blød plast. En løsning kunne f.eks. være udsortering via en posesløsning som er beskrevet i afsnit 4.1 og som vil kunne sikre en kvalitet egnet til genanvendelse.

4 Sorteringsscenarier for Horsens

På baggrund af den indledende screening har Horsens kommune valgt at kigge nærmere på 3 forskellige sorteringsscenarier. Der gøres opmærksom på, at den følgende gennemgang og økonomiske beregning af sorteringsscenarierne er foretaget på baggrund af tilgængelig litteratur og viden samt, hvad der har været muligt at indhente gennem telefonsamtaler med relevante videnspersoner. Gennemgangen af de enkelte scenarier kan derfor ikke anvendes som en egentlig business case, men giver udelukkende et overordnet grundlag til at vurdere, om der er interessante perspektiver for Horsens kommune i at arbejde videre med et eller flere

¹⁰ <https://mst.dk/affald-jord/affald/saerligt-for-borgere-om-affald/sortering-af-affald/>

af scenarierne. Udarbejdelse af en egentlig business case vil kræve yderligere og mere dybdegående undersøgelser og analyser.

De 3 sorteringsscenarier er:

1. Der udsorteres nye affaldstyper via et automatisk posesorteringsanlæg
2. Der udsorteres øgede mængder affald til genanvendelse på et automatisk sorteringsanlæg til restaffald og småt brændbart
3. Der udsorteres øgede mængder affald til genanvendelse på et automatisk sorteringsanlæg til storskrald.

Der gøres opmærksom på, at der ikke foretaget en økonomisk beregning af scenarie 3, automatisk sorteringsanlæg til storskrald. Grunden er, at der endnu ikke findes et kommercielt anlæg i Europa. Sorteringsanlægget er derfor beskrevet ift. tilgængelig viden fra Vestforbrænding.

Scenarierne tager udgangspunkt i Horsens affaldsgrundlag og beskrives, så vidt muligt ift. følgende parametre:

- Input / output
- Kvalitet
- Økonomi
- Genanvendelsesprocent
- Service for borgerne
- Potentiale for Horsens

4.1 Forudsætninger

Beregningerne af de valgte sorteringsscenarier er udført på baggrund af følgende forudsætninger.

Økonomi

Analyse: Beregning af nutidsværdi af investerings- og driftsomkostninger ved anskaffelse af affaldssorteringsanlæg. Således kan omkostningerne ved alternativerne umiddelbart sammenlignes.

Afgrænsninger:

- Øvrige samfundsøkonomiske omkostninger og fordele (positive og negative eksternaliteter) inkluderes ikke i beregningerne. Det kunne f.eks. være (reducerede) emissioner, tidsforbrug etc.
- Den specifikke finansiering af affaldssorteringsanlæggene indgår ikke i analysen. Kalkulationsrenten udtrykker alene den rente der kunne opnås ved en alternativ pengeanbringelse eller den gældende lånerente - begge korigeret for inflation.

Nutidsværdi beregnet i basisår: 2018

Kalkulationsrente (realrente): 2%

Levetid, sorteringsanlæg: 20 år

Afskrivning: Lineær

Tidshorisont for analysen: 20 år

Derfor ingen reinvesteringer eller scrapværdi af den initiale investering

Affaldsindsamlingssystemet

Det forudsættes, at omkostninger til indsamling og transport er uændret.

Priser på afsætning af affald til genanvendelse

Markedspriserne for genanvendelige affaldsmaterialer varierer meget over tid, da de påvirkes af f.eks. oliepriserne, handelsrestriktioner, generel udvikling i verdensøkonomien, anlægskapacitet mv. De seneste år er det f.eks. blevet dyrere, at afsætte plast til genanvendelse pga. af Kina's stop for import af lavkvalitetsplast. Afsætningspriserne bør derfor ses over tid.

I den økonomiske beregning af sorteringsscenerierne er der benyttet følgende priser for afsætning af affaldstyper til genanvendelse og forbrænding¹¹:

Røde tal er negative

Affaldstype	Prisinterval kr./ton	Anvendt pris i den økonomiske beregning kr./ton
Hård plast	-1.600--525	-1.000
Blød Plast ¹	-1.000	-1.000
Papir	700-1000	850
Pap	600-800	700
Magnetisk metal	1.050	850
Ikke-magnetisk metal	5950	850
Kommunejern	480-1200	850
Glas	50-70	60
Tetrapak emballager	0	0
Tøj/tekstiler lav kvalitet	-200-0	0
Tøj/tekstiler høj kvalitet	400-500	-
Metal/glas/hård plast	-	-607
Træ ²	-	-349
Forbrænding	-	-349

1: Pris på blandet blød plast fra husholdninger. Rene, klare og ballede LDPE plastfolier kan afsættes til 2.300-3.000 kr/ton og ditto farvede folier til 400-1.300 kr./ton.

2: Markedet for træ til genanvendelse er pt. fyldt op og derfor er det meget vanskeligt at afsætte træ til genanvendelse. Der er derfor regnet med en negativ pris svarende til forbrænding.

Der eksisterer i dag veletablerede markeder for afsætning af de traditionelle affaldstyper som f.eks. papir, pap, metal og glas til genanvendelse. De senere år er markedet for afsætning af plastaffald til genanvendelse blevet udviklet selvom det stadig er forholdsvis umodent. Der mangler endvidere behandlingskapacitet i Europa særligt efter det kinesiske importstop. Herudover er kvaliteten af blandet plastaffald ikke høj.

For nye affaldstyper som tøj/tekstiler og Tetrapak emballager er markedet endnu ikke kommercielt udviklet. For tøj/tekstil-området mangler der professionelle sorteringsanlæg (meget af tøjet håndteres af nødhjælpsorganisationer) og sorteringen foregår manuelt. Det er endvidere vigtigt for pris og genanvendelsesmuligheder, at tøjet/tekstilerne er indsamlet fra husstanden i plastposer og at det er rent

¹¹ Priserne er estimeret på baggrund af priser fundet hos Horsens kommune, ARC, Affaldplus og Combineering

og tørt. Det vurderes, at forurening af tøjet/tekstilerne forhindrer genbrug/genanvendelse¹².

Der er få virksomheder i Skandinavien, der kan oparbejde Tetrapak emballagerne til genanvendelse og deres kapacitet er pt. fyldt op, hvorfor prisen ikke er positiv. Selve kvaliteten af emballagen (papiret) er høj, men da anlæggene er placeret højt oppe i Skandinavien er der lang transport. Det vurderes, at der skal indsamles store mængder Tetrapak-affald (mindst 5.000 tons/år) før det kan betale sig¹³.

4.2 Anlæg til optisk posesortering

En optisk posesortering foregår ved, at husholdningen udsorterer deres genanvendelige affaldstyper i forskelligt farvede poser f.eks. blå pose til metal, gul pose til papir, rød pose til plast osv. Herefter placeres de farvede poser i én affaldsbeholder som tømmes og transporteres til et centralt sorteringsanlæg – se billedeksempel herunder.



Fotokilde: "Økonomi og miljøvurdering af optisk posesortering" marts 2016, Frederikssund Kommune, Gribskov Kommune og Halsnæs Forsyning.

På sorteringsanlægget sorteres de farvede poser hver for sig (gule i en container, blå i en anden). Containerne med de farvesorterede poser leveres til videre behandling og oparbejdning til genanvendelse.

En posesorteringsløsning for Horsens Kommune kunne tage udgangspunkt i Horsens nuværende kildeopdelte affaldsindsamling, som består af to to-delte affaldsbeholdere. Forslaget til ændring er:

1. Beholder 1 beholdes uændret: det ene rum til restaffald og det andet rum til madaffald (våd fraktion)
2. Beholder 2 ændres fra den nuværende løsning med papir/karton i et rum og metal/glas/hård plast i det andet rum til metal/glas i det ene rum og i det andet rum indsamles følgende kildesorterede affaldstyper i farvede

¹² Telefonsamtale med Combineering

¹³ Telefonsamtale med Combineering

poser: tøj/tekstiler, karton/papir, blød plast/hård plast, Tetrapak emballager. Se nedenstående figur 1.

Figur 1. Ændring af den nuværende kildeopdelte indsamling som følge af en posesortering.



Hvis Horsens kommunes ønsker at holde fast i, at affaldsbeholderne til genanvendelse tømmes hver 4. uge vurderes det umiddelbart, at der med en posesorteringsløsning, er behov for en større beholdervolumen, da der flyttes affald (tøj, Tetrapak emballage og blød plast) fra restaffaldsbeholderen til den anden beholder. Alternativt skal affaldsbeholderne tømmes oftere f.eks. fra hver 4. uge til hver 2. uge eller 3-uge. Endvidere er der erfaring for, at et 6-posesystem kræver mere beholdervolumen eller hyppigere tømningssfrekvens end et 4-posesystem. Dette er dog ikke medtaget i den økonomisk beregning af posesorteringsanlægget.

Posesystemet betyder endvidere, at borgernes sorteringssystem i boligen øges fra 4 spande/poser til 7-9 spande/poser. Der er regnet på omkostninger til indkøb af poser, men ikke til uddeling af poser til borgerne.

4.2.1 Beskrivelse af posesorteringsanlægget

Det mindste optisk posesorteringsanlæg er et 1-linjers anlæg med en kapacitet på 18.000 tons affald/år til sortering af 4 poser. Der er mulighed for at udbygge anlægget til håndtering af i alt 6 farvede poser inden for samme bygningsmæssige ramme¹⁴.

Anlægget består af en modtagesilo, sorteringsbånd, optisk farvesortering og pose-afslagere¹⁵. De indsamlede farvede poser tømmes ned i modtagesiloen, hvor et vandrende gulv føder poserne frem til en stigetransportør, som løfter det videre til sorteringsbåndet. På sorteringsbåndet er der placeret 4 dobbelt afslagere. Den første afslager sorterer f.eks. posen med papir fra, den næste fra sorterer posen plast med fra og så fremdeles. Når poserne med de genanvendelige affaldstyper skubbes af båndet falder de ned i en container. Løst affald og affald, som ikke er korrekt emballeret fortsætter videre frem til enden af transportbåndet og falder ned i en container. Dette affald er restaffald og vil typisk blive brændt.

Anlægget dimensioneres med en modtagebuffer på 160 m³. Dimensionen af denne afhænger af, hvordan affaldet kommer ind til anlægget og fastlæggelse af den endelige størrelse kræver en nærmere drøftelse herom.

¹⁴ Sortering i 6 poser fordyrer anlægget med 3 mio. kr.

¹⁵ Oplæg til optisk sorteringsanlæg 14. august 2018, Steen Pedersen, Optibag

4.2.2 Input / output

Det optiske posesorteringsanlæg kan designes til at håndtere fra 2 til 6 forskellige farvede poser, der kan indeholde hver sin materialetype eller blandinger heraf. De forskelligt farvede poser kan indeholde en variation af individuelle affaldstyper, som kan ændres over tid. Samtidig kan man også variere blandingen af materialer men stadig bruge de samme poser – og de samme udendørs beholdere.

Anlægget vil kunne håndtere en metalfraktion¹⁶, men glas er ikke velegnet til håndtering i et optisk sorteringsanlæg, da knust glas vil kunne ødelægge poserne.

Anlægget kan uden problemer læse alle farver, herunder også farver, der ligger tæt på hinanden i farvespektret. Det er dog normalt med et lille spænd i farvespektret, da f.eks. solblegning kan ændre posefarven en smule. Optibag oplyser, at hvis borgerne selv kan anvende egne poser til f.eks. restaffald vil det være hensigtsmæssigt at vælge posefarver, som ikke umiddelbart kan findes i handel.

Outputtet fra anlægget er en række farvesorterede poser, der indeholder forskellige affaldstyper. Anlægget omfatter ikke et anlæg til at åbne poser, så affaldet tages ud (poseopriver)¹⁷. Denne proces antages at finde sted på det oparbejdnings- og/eller sorteringsanlæg, som poserne leveres til og hvor den videre behandling af affaldet finder sted. De gule poser med f.eks. plast leveres til et plastsorterings- og oparbejdningsanlæg til genanvendelse.

4.2.3 Kvalitet

Det skitserede anlæg vil kunne levere en udsorteringskvalitet af de farvede poser på 97 % dvs., at de optisk læsbare poser i hver affaldstype maksimalt vil indeholde 3 % poser af anden farve. Såfremt en reduceret kvalitet i udsorteringen kan accepteres, vil det være muligt at øge kapaciteten.

Kvaliteten af sorteringen i poserne afhænger helt af hvor godt borgerne sorterer.

4.2.4 Økonomi

Der er beregnet økonomi på et optisk posesorteringsanlæg med en kapacitet på 18.000 tons/år, da det er det mindste sorteringsanlæg, der kan etableres. Det omfatter et komplet installeret og i driftssat basissorteringsanlæg og udført i overensstemmelse med OptiBag mekaniske og elektriske standard. Beregningen er baseret på oplysninger fra Optibag¹⁸. Der er foretaget beregninger af følgende muligheder:

1. 4-pose sorteringsanlæg, der alene modtager affald fra Horsens kommune
2. 6-pose sorteringsanlæg, der alene modtager affald fra Horsens kommune
3. 4-pose sorteringsanlæg, hvor kapaciteten på 18.000 tons/år er fuldt udnyttet
4. 6-pose sorteringsanlæg, hvor kapaciteten på 18.000 tons/år er fuldt udnyttet

Ved 4-pose sorteringen indsamles ca. i alt 1.600 tons/år af følgende affaldstyper:

- Pose 1: Papir/karton
- Pose 2: Plast blød og hård
- Pose 3: Tøj/tekstiler
- Pose 4: Tetrapak emballager

¹⁶ Der er anlæg i Norge og Sverige, som indsamler metalaffald i poser jf. Optibag og "Økonomi og Miljøvurdering af optisk posesortering", Frederikssund kommune, Gribskov kommune og Halsnæs Forsyning, marts 2016.

¹⁷ Optibag har oplyst, at størstedelen af optiske posesorteringsanlæg ikke har en poseopriver, men afsætter affaldet til videre behandling i poserne.

¹⁸ Oplæg til optisk sorteringsanlæg den 14. august 2018, Steen Pedersen, Optibag

Ved 6-pose sorteringen indsamles ca. i alt 1.883 tons/år af følgende affaldstyper:

Pose 1: Papir/karton
 Pose 2: Plast hård
 Pose 3: Plast blød
 Pose 4: Tøj/tekstiler
 Pose 5: Tetrapak emballager
 Pose 6: Metal

Økonomiberegninger for de 4 forskellige muligheder fremgår af nedenstående tabel 4.

Tabel 4. Økonomiberegning for optisk posesorteringsanlæg

	4-pose, Horsens	6-pose, Horsens	4-pose, fuld kapacitet	6-pose, fuld kapacitet
Behandlet mængde - tons	1.600	1.600	18.000	18.000
Investering inkl. anlæg og bygninger ¹⁹ - mio. kr. Horsens Kommunes andel	36	39	3,2	3,5
Drift og vedligehold - mio. kr.	1,7 ²⁰	1,9	1,4	1,6
Besparelser på forbrænding og afsætning af affald - mio. kr. ¹	1	1	1	1
Årlig omkostning pr ton behandlet affald - kr.	1.800	1.450	365	420
Årlig omkostning pr. husstand - kr.	70	80	15	20
Ændring af genanvendelsesprocent - procentpoint	1	1	1	1

1: Der er i beregningen medtaget besparelse på forbrænding og udgifter eller indtægter fra afsætning af de genanvendelige materialer. I beregningen er det forudsat, at afsætningen til de affaldstyper, der ikke berøres af poseindsamlingen afsættes som hidtil. Der er derfor kun beregnet på afsætning af indsamlede nye affaldstyper (tøj/tekstiler og tetrapak emballager) og affaldstyper, der berøres af et poseindsamlingsystem (metal/glas/hård plast). Der er dog ikke regnet med ekstra udgifter til poseafrivning på behandlingsanlæggene, der er en ekstra bearbejdningsproces i forhold til i dag.

Andre undersøgelser²¹ af posesorteringsanlæg har beregnet forventelige reduktioner i udledningen af drivhusgasser (CO₂) som følge af en øget genanvendelse af affaldet. En konkret beregning af drivhusgasreduktionen af nærværende anlæg vil kræve en mere dybdegående undersøgelse.

¹⁹ Der er behov for et bygningsareal på minimum 800 m². Omkostningen hertil er anslået til 18.000 kr./m². Åbne containere omtalt i procesforløbet er ikke indeholdt i budgetprisen.

²⁰ Pga. den lave kapacitetsudnyttelse, er der regnet med at anlægget kun kører 1/5 af tiden, og at personalet er beskæftiget med andre opgaver, når anlægget ikke er i drift.

²¹ "Økonomi og Miljøvurdering af optisk posesortering", Frederikssund kommune, Gribskov kommune og Halsnæs Forsyning, marts 2016.

4.2.5 Genanvendelsesprocent

Horsens Kommunes genanvendelsesprocent var i 2017 beregnet til 50 %²². Med indføring af et posesorteringssystem, hvor der sorteres blød plast, tekstiler og Tetrapak emballager ud til genanvendelse (i alt 550 tons/år) forventes genanvendelsesprocenten at stige med ca. 1 procentpoint.

4.2.6 Service for borgerne

Et posesorteringssystem til 4-6 poser, som beskrevet ovenfor, medfører, at borgerne skal sortere deres affald i flere forskellige farvede poser. Der skal således findes plads til 7-9 spande/poser i boligen/køkkenet mod de nuværende 4 spande/poser, hvilket er en stor ændring og kan være en udfordring. På billedet herunder ses et eksempel på sortering i 6 poser i et køkkenskab.



Fotokilde: "Økonomi og miljøvurdering af optisk posesortering" marts 2016, Frederikssund Kommune, Gribskov Kommune og Halsnæs Forsyning.

Set fra et borgersynspunkt kan der være både fordele og ulemper ved posesorteringssystemet som f.eks.:

- Det kan være svært at få plads til de mange spande/poser (7-9) i køkkenet
- Affaldet indsamles i poser, hvilket opleves som mere hygiejnisk
- Poserne skal placeres i samme udendørsbeholder. Borgeren skal derfor kun have en udendørsbeholder til de affaldstyper, der posesorteres
- Fremtidige ændringer i affaldssortering kan opleves mere smidigt
- Store emner kan ikke være i poserne
- Hvis posefarverne ligner hinanden kan der lettere opstå fejlsorteringer

4.2.7 Potentiale for Horsens

Investering i et optisk posesorteringsanlæg vil være i størrelsesordenen 36 - 39 mio. kr. og koste ca. 1,4-1,9 mio. kr. om året at drive.

En 6-pose-løsning er dyrere end en 4-poseløsning. Den årlige omkostning pr. ton behandlet affald vil koste mellem 1.450 og 1.800 kr. alt efter om der vælges en 4-pose-løsning eller en 6-pose-løsning. Det betyder en øget omkostning pr. husstand

²² Genanvendelsesprocenten er ikke beregnet efter Miljøstyrelsen metode beskrevet i Ressourceplanens bilag 5.

på 70-80 kr. om året alt efter om der vælges en 4-pose-løsning eller en 6-pose-løsning.

Hvis anlæggets kapacitet på 18.000 tons/år udnyttes fuldt ud vil de årlige omkostninger til at behandle et ton affald koste blive væsentligt billigere (mellem 365 og 420 kr.) og omkostningen pr husstand vil blive reduceret til ca. 15-20 kr./året.

Økonomisk vil det derfor være en fordel for Horsens Kommune, at indgå et samarbejde med andre kommuner om at investere i et evt. posesorteringsanlæg, så kapaciteten på anlægget kan udnyttes og omkostningerne kan reduceres. Der er endvidere mulighed for at øge anlægget kapacitet fra 18.000 tons til 36.000 tons ved at gå fra 1-holdsskift til 2-holdsskift og derved udnytte anlægskapaciteten yderligere. Det vil dog kræve et samarbejde med endnu flere kommuner.

Der er nogle fordele ved optisk posesortering, som kan være svære at prissætte. Det drejer sig f.eks. om:

- Flexibilitet i indsamlingssystemet
 - Flere eller færre fraktioner efter behov
 - Anvendelse af eksisterende systemelementer
 - Tilpasset den enkeltes affaldsproduktion
- Reduceret CO2 udledning gennem øget udsortering af genanvendelige affaldsmaterialer²³

4.3 Anlæg til sortering af restaffald og småt brændbart

Selvom borgerne er gode til at sortere det genanvendelige affald ud viser sorteringsanalyser, at der efter udsorteringen stadig er genanvendelige affaldstyper tilbage i restaffaldet om end kvaliteten er lavere end det affald, der er kildesorteret eller kildeopdelt. Horsens kommune har f.eks. fået udført en analyse af sammensætningen af dagrenovation fra etageboliger, hvoraf det fremgår, at der stadig er genanvendelige affaldstyper i restaffaldet, særligt organisk affald, men også metal, papir/pap og plast.

På samme måde er der foretaget undersøgelser af andelen af genanvendelige affaldstyper i småt brændbart fra genbrugspladserne, som viser et stort potentiale for øget udsortering til genanvendelse. En af undersøgelserne viser, at der i småt brændbart er fundet 57 % genanvendelige materialer, 37 % brændbart, 5 % ikke-brændbart, andet 1% og specialbehandling 1%²⁴. En anden undersøgelse viser, at omkring halvdelen af affaldet er genanvendelige affaldsmaterialer som papir, pap, metal, glas, plastik, tekstil, og træ, en fjerdedel af affaldet hører slet ikke hjemme under småt brændbart, og kun den sidste fjerdedel af affaldet kan karakteriseres som egentligt brændbart²⁵.

Der er udviklet kommercielle automatiske affaldssorteringsanlæg til eftersortering på restaffald, herunder småt brændbart. Affaldssorteringsanlæg vil typisk blive

²³ Nogle af affaldstyperne kan allerede i dag indsamles via andre aktører som f.eks. hård og blød plast, Tetrapak emballager, tekstiler og papir/pap mv.

²⁴ <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/12/978-87-93614-45-1.pdf>

²⁵ Econet "Analyse af affald fra sorteringsanlæg" for NOMI4s, 2016 og http://orbit.dtu.dk/files/146793609/Opdateret_version_Rapporten_Evaluering_af_effekten_af_tiltag_ret-tet_mod_bedre_sortering_p_genbrugspladser.pdf

skræddersyet til, hvad der er for noget affald, der skal sorteres på og på den baggrund vurderes, hvilken teknologi, der skal anvendes f.eks. robotteknologi. Robotteknologien er dyrere end den mekaniske sorteringsteknologi og derfor sorteres 60-80 % af de genanvendelige materialer ud vha. mekanisk sorteringsteknologi og robotten udsorterer så resten. Det betyder, at de konkrete anlæg kan være meget forskellige.

Generelt betyder affaldsmængderne meget for prisen pr. ton sorteret affald og derfor skal der ofte store mængder til før økonomien hænger sammen - særligt for de robotbaserede affaldssorteingsanlæg, der er dyrere end de mekaniske anlæg.

Bjørn Malmgreen fra Teknologisk Institut vurderer, at den bedste løsning er en kombination mellem kildesortering hos borgeren (høj kvalitet genanvendelse) og et efterfølgende automatisk sortering af restaffaldet (lavere kvalitet genanvendelse).

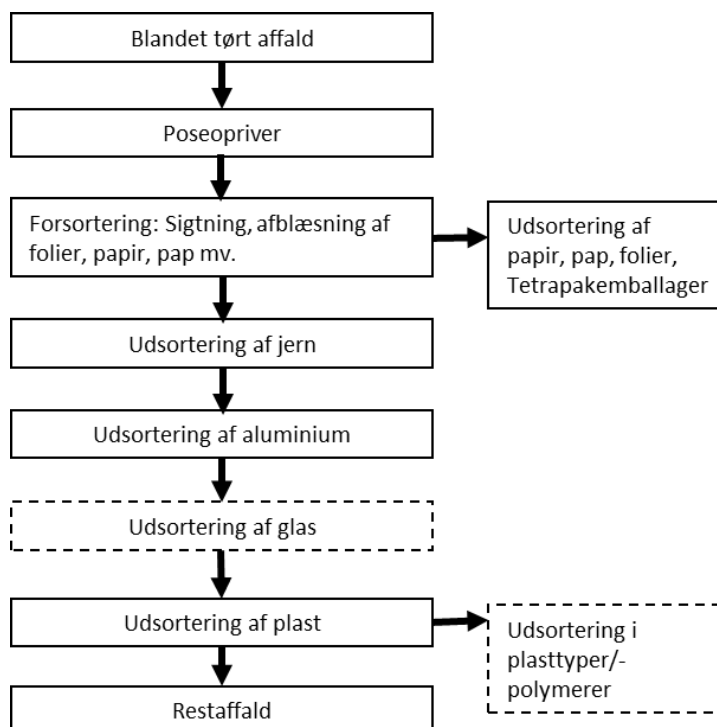
I Danmark har de fynske kommuner under projektet SYFRE og ARC undersøgt mulighederne for at bygge et anlæg til eftersortering af tørt restaffald.

Et anlæg til eftersortering af restaffald og småt brændbart fra genbrugspladserne vil ikke umiddelbart have indflydelse på Horsens Kommunes nuværende affaldsindsamlingsordninger.

4.3.1 Beskrivelse af sorteringsanlægget

Der er taget udgangspunkt i et automatisk sorteringsanlæg med en kapacitet på 50.000 tons/året, hvilket er et lille anlæg. Et eksempel på et automatisk affaldssorteringsanlæg er vist i figur 4.

Figur 4. Principskitse over et automatisk affaldssorteringsanlæg til blandet tørt affald.



Affaldsposeerne bliver typisk revet op som det første, hvorefter affaldet forsorteres ved hjælp af vindsigter, sorteringstromler mv., som udsorterer papir, pap og plastfolier. Her efter fjernes jernet vha. en overbåndsmagnet og aluminium vha. af en Eddy Current. Glas og skår udsorteres typisk ved hjælp af vibrationssigter eller skivesigter. Til sidst udsorteres plastaffald, hvor der kan anvendes forskellige genkendelses-/robotteknologier, som f.eks. NIR-scannere, kameraer, vision mv. Plastemner kan udsorteres med robotarme eller anden sorteringsmekanisme. Der vil endvidere være muligheder for at udsortere Tetrapak emballager og tøj/tekstiler.

Der er også mulighed for at udbygge anlægget²⁶, så plastaffaldet finsorteres i f.eks. PET, PP, HDPE, LDPE mv.

4.3.2 Input / output

Anlægget modtager og sorterer restaffald fra husholdninger og småt brændbart fra genbrugspladserne. Input for Horsens Kommune vil være 18.420 ton restaffald og 4.876 ton småt brændbart – i alt 23.295 ton affald²⁷.

Outputtet vil være følgende udsorterede affaldstyper:

	Restaffald	Småt Brændbart	I alt
Papir/pap	679	254	933
Metal	190	63	253
Glas	149	5	154
Plast (blød/folier og hård)	600 blød 570 hård	536	1.706
Tekstiler	300	98	398
Tetrapak	288	-	288
Træ ²⁸	-	1.511	1.511
I alt	2.776	2.467	5.243

4.3.3 Kvalitet

I udgangspunktet er det vigtigt at adskille de våde og tørre affaldstyper ved at kildesortere eller kildeopdele, da en udsortering sammenblandet med de våde affaldstyper giver en ringere kvalitet og en mindre mængde til genanvendelse.

De genanvendelige affaldstyper, der kan sorteres ud fra restaffaldet i et eftersorteringsanlæg, vil generelt være af en lavere kvalitet end for de affaldstyper, der kildesorteres/kildeopdeles ved husstanden, fordi affaldet er blandet sammen. Det er

²⁶ Der kan evt. anvendes et lille Polysort-anlæg, som koster ca. 5 mio. kr. Er dog under udvikling.

²⁷ Horsens Kommune, fremskrivning 2024

²⁸ Vi har brugt forbrændingsprisen i beregningerne, da markedet for genbrugstræ fyldt op.

dog svært at forudse priserne for afsætning af disse affaldstyper, det det afhænger af affaldssammensætning, sorteringsanlægget mv. Især vil madaffald (vådt affald) i restaffaldet forringe kvaliteten af de tørre genanvendelige affaldstyper og forhindre genanvendelse. Derfor er det vigtigt, at borgerne udsorterer så meget madaffald som muligt.

Horsens Kommunes affaldsanalyse viser, at der er ca. 20 % madaffald i restaffaldet, hvilket vil forringe genanvendelsen af de øvrige affaldstyper – særligt papir/pap, tekstiler og plast. Horsens Kommune regner med at kunne udsortere 1.000 kg mere madaffald ved hjælp af en omfattende kampagne. Omkostningerne til en evt. kampagne er ikke medregnet.

4.3.4 Økonomi

Der er beregnet økonomi på et automatisk eftersorteringsanlæg med en kapacitet på 50.000 tons/år. Beregningen er baseret på information fra bl.a. ARC og SYFRE-projektet. Der gøres opmærksom på, at beregningen er baseret på grove estimater, hvilket betyder, at endelige investerings- og driftsomkostninger vil kunne afvige betragteligt og bl.a. afhænge af valg af sorteringsteknologier, affaldsmængde, markedspriser og afsætningsmuligheder, om der er tale om et barmarksanlæg mv.

Der er foretaget beregninger på følgende muligheder:

1. Eftersorteringsanlæg, der alene modtager affald fra Horsens Kommune
2. Eftersorteringsanlæg ved fuld udnyttelse af kapaciteten på 50.000 tons

Økonomiberegningen af de to muligheder fremgår af nedenstående tabel 5.

Tabel 5. Økonomiberegning for eftersorteringsanlæg

	Horsens Kommune	Fuld kapacitet
Behandlet mængde – tons	23.000	50.000
Investering inkl. anlæg og bygninger ²⁹ - mio. kr. Horsens Kommunes andel.	60-80	28-37
Drift og vedligehold - mio. kr.	5-6	3-4
Sparede omkostninger til forbrænding og afsætning - mio. kr. ¹	0.5	0,5
Årlig omkostning pr ton behandlet affald - kr.	346-400	170-190
Årlig omkostning pr. husstand - kr.	200-230	100-110
Ændring af genanvendelsesprocent – procentpoint	9	9

1: Der er i beregningen medtaget besparelse på forbrænding og udgifter eller indtægter fra afsætning af de genanvendelige materialer.

²⁹ Der er behov for et bygningsareal på minimum 800 m². Omkostningen hertil er anslået til 18.000 kr./m². Åbne containere omtalt i procesforløbet er ikke indeholdt i budgetprisen.

4.3.5 Genanvendelsesprocent

Horsens Kommunes genanvendelsesprocent var i 2017 beregnet til 50 %³⁰. Med indføring af et eftersorteringsanlæg på restaffald og småt brændbart forventes genanvendelsesprocenten at stige med ca. 9 procentpoint.

4.3.6 Service for borgerne

For borgerne vil et eftersorteringsanlæg af restaffaldet ikke give ændringer i den nuværende affaldsindsamlingsordning. Borgerne skal fortsat sortere affald som hidtil.

Der kan dog være en risiko for, at enkelte borgere holder op med at sortere i hjemmet eller sorterer mindre, hvis restaffaldet alligevel bliver sorteret på et sorteringsanlæg.

Det kan derfor måske være en udfordring, at opretholde den samme sorteringseffektivitet, hvilket kan have konsekvenser for kvalitet og afsætning af de genanvendelige affaldsmaterialer.

4.3.7 Potentiale for Horsens

Økonomisk vil det også i dette scenarie være en fordel for Horsens Kommune, at indgå et samarbejde med andre kommuner om at investere i et eftersorteringsanlæg, så kapaciteten på anlægget kan udnyttes og omkostningerne kan reduceres.

Investering i et eftersorteringsanlæg for Horsens kommune alene vil være i størrelsesordenen 60-80 mio. kr. og koste mellem 5-6 mio. kr. om året at drive. Omkostningerne forventes at kunne halveres, hvis Horsens Kommune gennem samarbejde med andre kommuner kan udnytte kapaciteten fuldt ud.

Den årlige omkostning pr. ton behandlet affald vil være mellem 350-400 kr. og 170-190 hvis kapaciteten udnyttes fuldt ud.

Det betyder en øget omkostning pr. husstand på 200-230 kr. og 100-110 kr. hvis kapaciteten udnyttes fuldt ud.

Der er endvidere mulighed for at øge anlæggets kapacitet fra 50.000 tons til 100.000 tons ved at gå fra 1-holdsskift til 2-holdsskift og derved udnytte anlægskapaciteten yderligere. Det vil dog kræve et samarbejde med endnu flere kommuner.

For at opnå den bedste genanvendelseskvalitet af de udsorterede materialer er det vigtigt, at madaffaldet udsorteres fra restaffaldet. Horsens Kommune har i dag op til 20 % madaffald i restaffaldet, hvilket vurderes at kunne forringe kvaliteten og genanvendeligheden af de udsorterede affaldsmaterialer. Horsens Kommune vurderer dog, at udsorteringen af madaffald kan øges med 1000 tons/år ved en borgerrettet kampagne.

Herudover er nogle yderligere fordele ved eftersortering af restaffaldet som f.eks.:

- Borgerne og affaldsindsamlingsordningerne bliver ikke berørt af eftersorteringsløsningen

³⁰ Genanvendelsesprocenten er ikke beregnet efter Miljøstyrelsen metode beskrevet i Ressourceplanens bilag 5.

- Potentialet for at udsortere genanvendelige affaldsmaterialer fra husholdningsaffaldet udnyttes yderligere
- Alt efter anlæggets design kan der udsorteres andre affaldstyper end de affaldstyper, som borgerne udsorterer

Ulempen kan være, at nogle borgere holder op med at sortere i hjemmet eller sorterer mindre som følge af eftersorteringen. Det kan derfor være nødvendigt med øget borgerkommunikation ift. vigtigheden af fortsat at udsortere de genanvendelige affaldsmaterialer.

4.4 Anlæg til sortering af storskrald

Storskrald er en affaldstype, som der er stigende interesse for at sortere på for at øge mængden af affaldsmaterialer til genanvendelse. Storskrald³¹ er f.eks. nævnt i definitionen af EU's nye affaldsdirektiv.

Vestforbrænding har foretaget indledende forundersøgelser af deres storskrald på et finsk sorteringsanlæg til byggeaffald, som har vist, at mindst 50 % af storskraldet kan udsorteres til genanvendelse. Vestforbrænding har fået et fyrtårnsprojekt, som er støttet med 12,8 mio. kroner under MUDP-programmet. Det samlede budget er på 30.7 mio. kr. og er et samarbejde mellem Vestforbrænding, Stena Recycling, Trasborg Denmark og Combineering.

Storskrald hos Vestforbrænding svarer i udgangspunktet til Horsens Kommunes storskrald og omfatter f.eks. møbler, pap, stort jern og metal, hård hvidevarer, elektronik, blød PVC, brændbart (tæpper, flamingo mv.). Sorteringsanlægget til storskrald skal dog kun behandle den del af storskraldet, som svarer til småt brændbart fra genbrugspladsen dvs. pap, tekstil, plast mv. som borgerne typisk samler i gennemsigtige plastsække. Stort affald som møbler/træ, elektriske apparater mv. er derfor ikke en del af det affald, der skal sorteres i anlægget.

Vestforbrænding er lige nu i gang med en affaldsanalyse af storskrald fra en boligforening som skal give en klarere ide om, hvilke affaldstyper, man kan forvente at finde.

Når Vestforbrændings sorteringsanlæg til storskrald er etableret (efter planen i 2019) vil det være det eneste sorteringsanlæg til storskrald i Europa. Fyrtårnsprojektet er derfor et udviklingsprojekt og er lige nu på et meget tidligt udviklingsstade. For eksempel har Vestforbrænding for nylig trukket udbuddet om robotdelen i anlægget tilbage pga. udfordringer ift. om robotten kan sortere på storskraldet. Vestforbrænding vurderer, at der vil gå mindst 6 mdr. før der er tilstrækkelig viden om, hvad anlægget vil kunne³².

Der findes ikke udviklede kommercielle automatiske sorteringsanlæg, der kan sortere storskrald og der mangler derfor viden og data, hvilket betyder, at der f.eks. ikke kan foretages en økonomisk beregning af et evt. sorteringsanlæg til storskrald. Det vurderes på nuværende tidspunkt, at Vestforbrænding har mest viden på området og den efterfølgende beskrivelse er derfor bl.a. baseret på telefonisk interview med Henrik Dahlgaard, Vestforbrænding.

Beskrivelse af sorteringsanlægget

³¹ Storskrald omfatter i EU's nye affaldsdirektiv madrasser og møbler.

³² Telefonisk samtale med Henrik Dahlgaard, Vestforbrænding

Vestforbrændings kommende sorteringsanlæg til storskrald vil være et robotbaseret forbehandlingsanlæg, som placeres på Vestforbrændings grund i Frederikssund.

Målet med anlægget er, at øge genanvendelsen. Vestforbrænding brænder hvert år 25.000 tons storskrald og sorteringsanalyser viser, at ca. 50 % af storskraldet er genanvendeligt. Vestforbrænding forventer på den baggrund, at et sorteringsanlæg kan udsortere 12.500 tons plast, træ, metal, pap og tekstiler til genanvendelse (svarende til 3 % af husholdningsaffaldet)³³.

Omkostninger

Etableringsomkostningerne til et sorteringsanlæg med en kapacitet på 25.000 tons om året er estimeret til 30 mio. kr. (alt inklusiv på nær selve grunden som Vestforbrænding har i forvejen). Heraf er det vurderet, at de 20 mio. kr. udgør selve sorteringsanlægget og 10 mio. kr. til bygninger mv. Det kan dog blive dyrere.

Anlægget skal som minimum behandle 20.000 tons storskrald/år for at business casen holder. Hvorvidt business casen holder er endnu uvist og vil bl.a. afhænge af afsætningspriser, kvalitet mv.

4.5 Kombinationer

Umiddelbart vurderes det, at det vil være en fordel for Horsens Kommune, at indgå i et samarbejde med andre kommuner, hvis man beslutter sig for at investere i automatiske affaldssorteringsanlæg, så anlæggenes kapacitet kan udnyttes fuldt ud. Endvidere er Horsens Kommunes affaldsmængder små ift. anlæggene, hvorfor det kan blive dyrt, hvis anlæggene alene behandler Horsens Kommunes affaldsmængder.

I forhold til de undersøgte scenarier ses der ikke en umiddelbar synergieffekt for Horsens Kommune i at kombinere de forskellige scenarier f.eks. at investere i både et posesorteringsanlæg og et eftersorteringsanlæg. Anlæggene bliver ikke billigere at etablere eller drive ved at investere i begge anlæg. Endvidere vurderes det, at en etablering af begge anlæg vil "flytte" nogle af affaldstyperne fra det ene anlæg til det andet, hvilket kan have en negativ effekt for anlæggenes økonomi. F.eks. vil en udsortering af tekstilaffald til posesortering betyde, at tekstilerne fjernes fra restaffaldet og dermed fra eftersorteringsanlægget. Med hensyn til sortering af storskrald anbefales det, at afventer yderligere resultater fra Vestforbrændings udviklingsprojekt.

Opsamling

Overordnet kan der opsamles følgende:

Kommende krav om øget genanvendelse

Med det nye EU Affaldsdirektiv er der mål om, at 65 % af husholdningsaffaldet genanvendelse i 2035. Der vil blive krav om separat indsamling af organisk affald fra 2023 og separat indsamling af tekstiler i 2025. Endvidere vil der være obligatorisk producentansvarsordning for emballager fra 2025. Hvordan disse mål skal udmøntes i en dansk kontekst afventes i Regeringens kommende nationale affaldshåndteringsplan. Endvidere vil måden at beregne genanvendelsesprocenten blive

³³ http://ecoinnovation.dk/media/189572/mudp_aarsberetning2017.pdf og <https://www.vestfor.dk/Innovation-og-ressourcer/Magasinet-Genvind/Robotterne-tager-skraldet>

ændret. Hvordan den skal beregnes er endnu ikke meldt ud, men det forventes, at der bl.a. fokuseres på kvaliteten af genanvendelsen.

Sortering, kvalitet og genanvendelse

Der er god grund til, at husstanden/borgeren som minimum sorterer husholdningsaffaldet i en våd (madaffald) og tør del (plast, metal, papir/pap, glas mv.). Sortering i en våd og tør del øger genanvendelsen og kvaliteten af affaldstyperne betydeligt. Den højeste genanvendelsesprocent og kvalitet i genanvendelsen fås ved at kildesortere eller kildeopdele affaldet. De tørre dele af affaldet bør ligeledes sorteres yderligere ud, da en sammenblanding f.eks. af glas og blød plast kan forringe eller forhindre genanvendelsen.

Det er vigtigt, at man i sorteringen ikke blander forskellige affaldstyper sammen, som forurener hinanden og forhindrer genanvendelsen. Glas bør f.eks. ikke indsamles med bløde eller sugende affaldsmaterialer som f.eks. plastfolier, papir, pap eller tekstiler.

Automatiske sorteringsanlæg

Store affaldsmængder er ofte en forudsætning for økonomien i automatiske affaldssorteringsanlæg. Da Horsens Kommunes affaldsmængder er små vil det være økonomisk mest fordelagtigt for Horsens at samarbejde med andre kommuner om at etablere et eventuelt automatisk affaldssorteringsanlæg. På denne måde kan kapaciteten på anlæggene udnyttes fuldt ud og der kan opnås stordriftsfordele. Resultaterne af beregningen for hhv. posesorteringsanlægget og eftersorteringsanlægget er opsummeret i det følgende.

Optisk posesorteringsanlæg

Et optisk posesorteringsanlæg er kommercielt tilgængeligt og en business case vil hurtigt kunne udarbejdes. Der kan peges på følgende:

- Investeringen i et posesorteringssystem vil være i størrelsesordenen 36 mio. kr. og koste mellem 1.4-1.9 at drive og vedligeholde
- En 4-pose løsning for Horsens Kommunes affald alene er billigere end en 6-pose løsning
- Den årlige omkostning pr husstand er 70 kr. for 4-pose løsningen og 80 kr. for 6-pose løsningen ved behandling af Horsens Kommunes affald alene. Udnyttes kapaciteten fuldt ud i samarbejde med andre kommuner vil omkostningen være 15 kr. for 4-pose løsningen og 20 kr. for 6-pose løsningen
- Hvis anlæggets kapacitet udnyttes fuldt ud vil både investering og drift være væsentlig billigere for Horsens Kommune
- Genanvendelsesprocenten øges med 1 procentpoint ved poseløsningen
- Nogle af Affaldstyperne skal stadig efter posesorteringen behandles på fin-sorterings- og/eller oparbejdningsanlæg med henblik på genanvendelse.
- Posesystemet er fleksibelt og kan indgå i Horsens Kommunes nuværende affaldsindsamlingsordning
- Borgerne kan opleve posesystemet som uhensigtsmæssigt, da der skal findes plads til 7-9 spande/poser inde i køkkenet. Til gengæld vil poserne kunne indsamles i én affaldsbeholder.

Eftersorteringsanlæg til restaffald og småt brændbart

Et eftersorteringsanlæg til restaffald og småt brændbart er kommercielt tilgængeligt, men det vurderes at udarbejdelse af en business case kræver en grundig undersøgelse, fordi teknologien ikke er så veldefineret som posesorteringsanlægget.

Der kan peges på følgende:

- Investeringen i et eftersorteringsanlæg vil være i størrelsesordenen 60-80 mio. kr.
- Den årlige omkostning pr husstand er 200-230 kr. ved behandling af affald fra Horsens Kommune alene og 100-110 kr., hvis kapaciteten udnyttes fuldt ud i samarbejde med andre kommuner
- Hvis anlæggets kapacitet udnyttes fuldt ud vil både investering og drift være væsentlig billigere for Horsens Kommune
- Genanvendelsesprocenten øges med 9 procentpoint ved eftersorteringsløsningen
- Genanvendelsen afhænger af den kvalitet, som kan udsorteres fra restaffaldet og småt brændbart. For restaffaldet er det vigtigt, at der ikke er madaffald i affaldet. I dag er der ca. 20 % madaffald i restaffaldet, hvorfor Horsens Kommune bør igangsætte initiativer til at få øget udsorteringen af madaffaldet, hvis man ønsker at eftersortere på restaffaldet.
- Borgerne vil ikke blive berørt af en eftersortering af restaffaldet. Det kan dog frygtes, at nogle borgere vil ophøre med at kildesortere/kildeopdele deres affald til genanvendelse, da affaldet alligevel bliver sorteret på sorteringsanlægget.

Nedenstående tabel 6 sammenstiller beregningsresultaterne for de to automatiske sorteringsanlæg.

Tabel 6. Beregningsresultater for de undersøgte sorteringsscenarier

	4-pose Horsens	6-pose Horsens	4-pose fuld kap.	6-pose fuld kap.	Eftersort. Horsens	Eftersort. Fuld kap.
Behandlet mængde -tons	1.600	1.600	18.000	18.000	32.000	50.000
Invest. inkl. anlæg og bygninger - mio. kr. Horsens Kommunes andel	36	39	3,2	3,5	60-80	28-37
Drift og vedligehold – mio. kr.	1,7	1,9	1,4	1,6	5-6	3-4
Sparede omkostninger til forbrænding og afsætning - mio. kr.	1	1	1	1	0,5	0,5
Årlig omkostning pr ton behandlet affald - kr.	1.800	1.450	365	420	346-400	170-190
Årlig omkostning pr. husstand – kr.	70	80	15	20	200-300	100-110
Ændring af genanvendelsesprocent - procentpoint	1	1	1	1	9	9
Årlig omkostning pr. husstand pr. øget genanvendelsesprocent – kr./procentpoint	70	80	15	20	22-33	11-12

Det ses af tabel. 6, at den årlige omkostning pr. husstand er lavest ved 4-pose sorteringsanlægget ved fuld kapacitet. Fuld kapacitet betyder, at Horsens Kommune vil skulle samarbejde med andre kommuner om at etablere og drive anlægget. Til gengæld er effekten på genanvendelsesprocenten lille med kun 1 procentpoint,

Eftersorteringsanlægget er dyrere i begge scenarier. Ved fuld kapacitet er den årlige omkostning pr husstand 100-110 kr. Til gengæld giver eftersorteringsanlægget en større effekt i ft. genanvendelsesprocenten og er ved fuld kapacitet dermed billigst med 11-12 kr./procentpoint mod 15 kr./procentpoint i 4-pose sorterings-scenariet.

Eftersorteringsanlægget vil ikke medføre nogen ændringer for borgerne, hvor i mod posesortering vil betyde, at borgerne skal finde plads til 4-6 ekstra spande/poser i boligen.

Kombinationer

Der ses ikke en umiddelbar synergieffekt for Horsens Kommune i at kombinere de forskellige undersøgte scenarier. Anlæggene bliver ikke billigere at etablere eller drive ved at investere i begge anlæg. Med hensyn til sortering af storskrald anbefales det, at afventer yderligere resultater fra Vestforbrændings udviklingsprojekt.

Appendix 1: **Opsummering af screening af automatiske affaldssorteringsanlæg**

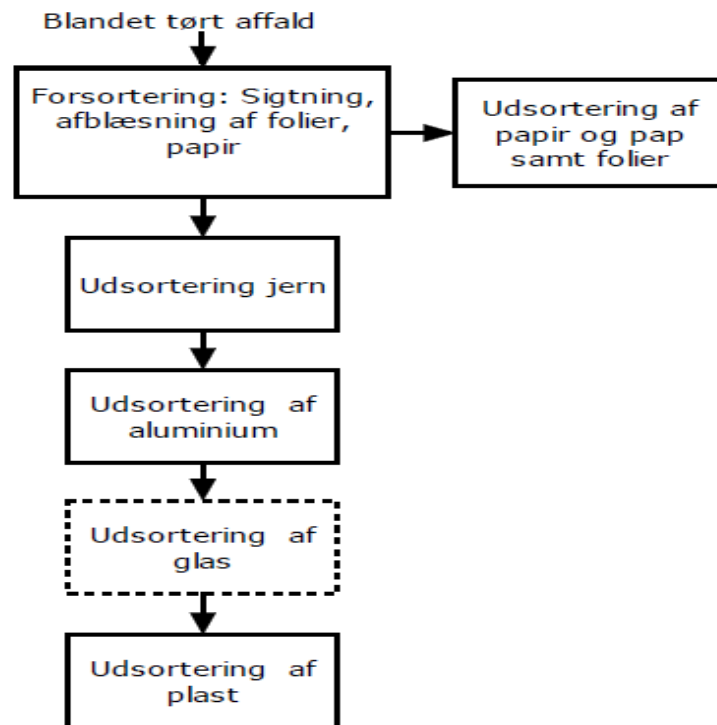
Indholdsfortegnelse

1	Kort gennemgang af sorteringsanlægstyper	2
1.1	Optisk posesortering	4
1.2	Robotteknologier og anlæg, der benytter robotteknologi	4
2	Relevante undersøgelser	6
2.1	Undersøgelser af småt brændbart	6
2.2	Undersøgelser af tekstilaffald	6
2.3	Undersøgelse af indsamling af blød plast i plastkomprimeringsbeholder	6
2.4	Undersøgelse af indsamling af kildesorteret eller kildeopdelte affaldsfraktioner	7
2.5	Undersøgelse af fordele og ulemper ved at medtage glas som kildeopdelt fraktion til automatisk sortering	8
2.6	Undersøgelse af lav- eller højteknologisk sortering af tørre genanvendelige materialer	8
3	Opsamling	8
3.1	Muligheder for Horsens Kommune	9
3.1.1	"Justering" af eksisterende indsamlingssystem	9
3.1.2	Introducere indsamling af nye affaldsfraktioner	10
3.1.3	Introducere kildesortering	10
3.1.4	Investere i affaldssorteringsanlæg	11

1 Kort gennemgang af sorteringsanlægstyper

Et automatisk affaldssorteringsanlæg er typisk sat sammen ift. de sorteringsbehov og muligheder, der er identificeret, hvilket gør, at de konkrete anlæg benytter forskellige sorteringsteknologier. I figur 2 ses de mest almindeligt anvendte sorteringsprincipper.

Figur 2. Sorteringprincipper for blandet tørt affald



Kilde: Miljøprojekt nr. 1559, 2014

Alle typer sorteringsanlæg kan omfatte følgende sorteringsteknologier:

- Neddelere/forshredder af store emner
- Sortertromler til sortering efter størrelse
- Ballistisk separation til sortering af tunge materialer fra lette materialer
- Vindsigter og luftknive til sortering af tunge materialer fra lette materialer
- Vibrations- og skivesigter og vakuumseparation til sortering af 2D (pap) fra 3D materialer (emballage)
- Overbånds- og tromlemagnet – sortering af magnetisk metal
- Hvirvelstrømsmagnet/Eddy Current til sortering af ikke-magnetisk metal
- Genkendelsesteknologier (NIR, MIR, kameraer, scannere, laserspektroskopi, røntgen mv.
- 'Robotteknologi'

Automatiske affaldssorteringsanlæg kan deles op i fire anlægstyper:

4. Anlæg til at modtage og sortere/finsortere kildesorterede og kildeopdelte tørre affaldsfraktioner som f.eks. papir, pap, metal, plast, glas mv. Anlægene kan modtage affald fra både husholdninger og erhverv. Kildesortering vil sige, at affaldstyperne sorteres ud hver for sig ved kilden (husstanden). Kildeopdeling vil sige, at flere affaldstyper sorteres i samme rum.

5. Anlæg, der er dedikerede til at modtage og finsortere bestemte affaldstyper som f.eks. kildesorteret plast, kildesorteret småt metal, glas, papir og pap, byggeaffald, storskrald eller lign.
6. Anlæg til at modtage og sortere tørt restaffald (uden eller med begrænset organisk indhold) fra sorteringsordninger. Anlægget kan modtage restaffald fra både husholdninger og erhverv. Tørt restaffald kan stamme fra dagrenovationsindsamlingen, dagrenovationslignende affald fra erhverv (service som kontorer og supermarkeder) eller småt brændbart fra genbrugspladsen.
7. Anlæg som kan modtage og sortere blandet dagrenovation (restaffald) og dagrenovationslignende affald med organisk affald.

I det følgende er de væsentligste karakteristika for fire anlægstyper beskrevet.

1. Anlæg, der sorterer kildesorterede og kildeopdelte tørre affaldstyper

Input	Tørre kildesorterede og kildeopdelte affaldstyper som f.eks. papir, karton, pap, glas, metal, plast (blød, folier, hård), Tetrapak emballager mv.
Output	Sorterede/finsorterede affaldstyper til enten direkte genanvendelse eller oparbejdning f.eks. til plastgranulat.
Manuel sortering	• Forsortering – fjernelse af store emner • Evt. finsortering f.eks. hele flasker, blød plast mv.
Kommercielle anlæg i Danmark	• Dansk Affald A/S • Randers Affaldsterminal • NOMI4s • MFC A/S • AFLD (Affaldscenter Tarm) • RenoNord • Reiling Glasrecycling ApS
Eksempler på kommercielle anlæg i udlandet	• Subermacher sorteringsanlæg, Østrig • Höppberger, Pfaffenhofen, Østrig • ALBA, Tyskland • Veolia Umweltservice GmbH, Tyskland

2. Dedikerede anlæg til bestemte affaldstyper

Input	Kildesorterede affaldstyper som f.eks. plast (blød, folier, hård) og specifikke affaldstyper som f.eks. byggeaffald og storskrald
Output	Output afhænger af input. For plastaffald vil det være plastflakes eller –granulat efter polymertype. For byggeaffald vil det typisk være træ, sten, tegl mv. og for storskrald typisk træ, papir/pap, metal, plast.
Manuel sortering	• Forsortering – fjernelse af store emner
Kommercielle anlæg i Danmark	• Aage Vestergaard Larsen (hård plastaffald) • Dansk affaldsminimering ApS (plastaffald) • Expladan (hård plast fra industrien)
Eksempler på kommercielle anlæg i udlandet	• Swerec (plastaffald) • Green recycling, UK plastaffald) • Lassila & Tikanoja, Finland (byggeaffald) • SITA, Finland (byggeaffald) • Baertsen, Holland (byggeaffald)

	- Containers MAES, Holland (byggeaffald) - Material Recovery Facilities (ca. 100), England (tørt restaffald)
Kommende anlæg i Danmark	- Aage Vestergaard Larsen (vaskeanlæg till emballageplast) - Dansk affaldsminimering ApS (vaskeanlæg till emballageplast) - Polysort, IPU – pilotanlæg (plastaaffald) - Vestforbrænding (Storskrald) - CLEAN og Københavns Kommune (plastaaffald hård og blød)

3. Anlæg til tørt restaffald uden organisk affald

Input	Restaffald, hvor madaffaldet er frasorteret
Output	Typisk plast (hård og blød), papir, karton, pap, metal, glas. Enkelte også tetrapak emballager og tekstiler.
Manuel sortering	- Forsortering – fjernelse af store emner - Finsortering f.eks. hele flasker, blød plast, PET flasker mv.
Kommercielle anlæg i Danmark	Der er ingen kommercielle anlæg i Danmark
Eksempler på kommercielle anlæg i udlandet	- Material Recovery Facilities (ca. 100), England (tørt restaffald) f.eks. Green Wich MRF og FC Environment. - ROAF Oslo, Norge
Kommende anlæg i Danmark	ARC

3. Anlæg til restaffald med organisk affald

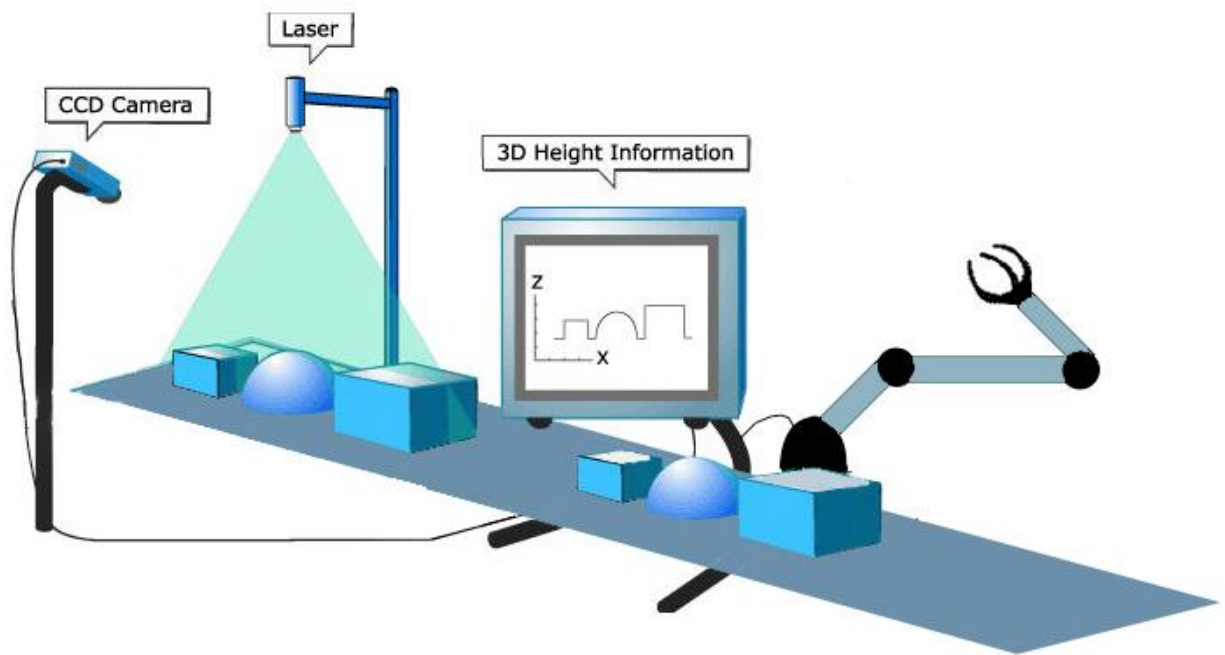
Input	Restaffald med organisk affald
Output	Typisk plast (hård og blød), papir, karton, pap, metal, glas, organisk affald.
Manuel sortering	- Forsortering – fjernelse af store emner - Finsortering f.eks. hele flasker, blød plast, PET-flasker mv.
Kommercielle anlæg i Danmark	Der er ingen kommercielle anlæg i Danmark
Eksempler på kommercielle anlæg i udlandet	- Mecanical Biological Treatment Plants (MBT-anlæg), Østrig (ca. 13) og Frankrig - ROAF Oslo, Norge
Kommende anlæg i Danmark	- ARC - IBUS – under udvikling

1.1 Optisk posesortering

Herudover, findes der særlige optiske posesorteringsanlæg, der tilbyder en logistisk indsamlingsløsning. Affaldet kildesorteres eller kildeopdeles i hver sin farvede pose og poserne farvesorteres efterfølgende på sorteringsanlægget.

1.2 Robotteknologier og anlæg, der benytter robotteknologi

Udviklingen inden for robotteknologi til sortering af affald er gået stærkt de seneste år. Generelt er priserne for robotteknologi faldende, hvilket bl.a. er med til øge interessen for at anvende teknologien inden for affaldssortering. Principperne for affaldssortering ved hjælp af robotteknologi er illustreret i nedenstående figur.



Robotteknologi anvendes til at sortere/finsortere affald, hvor robotterne erstatter den manuelle sortering. Der er udviklingsprojekter i gang, til sortering af helt nye og vanskelige affaldsfraktioner som f.eks. storskrald, WEEE mv. Affaldsmængderne er afgørende for især prisen pr. ton sorteret affald. I Danmark vurderer Teknologisk Institut, at der bør være mindst 2-3 kommuner om et anlæg. Hver gang man blander affaldstyper sammen, så bliver det sværere at udsortere en høj kvalitet. Det bedste resultat vurderer Teknologisk Institut er en kombination mellem kildesortering hos borgeren (høj kvalitet genanvendelse) og et efterfølgende sortering af restaffaldet ved f.eks. en dirty MRF (lavere kvalitet genanvendelse).

Forsorteringen af affald er stadig en udfordring for robotteknologien f.eks. forureninger af store emner, sammenviklet affald mv. Derfor vil manuel sortering i et vist omfang stadig være aktuelt.

NOMI4s har udviklet et robotsortering til deres eksisterende affaldssorteringsanlæg. Indledningsvist sorteres kun på plastaffald. Anlægget kan dog indstilles til at sortere alt det, som sensorerne kan se, og de kan på sigt sættes op til at pille farlig kemi ud af affaldet, eller finde værdifulde metaller. De fire kommuner bag anlægget er Holstebro, Lemvig, Skive og Struer. Investeringen i robotsorteringen er 16 mio. kr.

2 Relevante undersøgelser

I det følgende refereres de væsentligste resultater af forskellige affaldssorteringsundersøgelser, som er vurderet relevant ifm. med nærværende screening og Horsens kommunes ønsker.

2.1 Undersøgelser af småt brændbart

Der er foretaget undersøgelser om sammensætning af 'småt brændbart' fra genbrugspladser, hvor der bl.a. er fundet 57 % 'genanvendelige materialer', 37 % brændbart, 5 % ikke-brændbart, andet 1% og specialbehandling 1%.

<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/12/978-87-93614-45-1.pdf>

En anden analyse af fraktionen 'Småt brændbart', som Econet har lavet for NOMI4s viser, at omkring halvdelen af affaldet omfatter fokusmaterialer som papir, pap, metal, glas, plastik, tekstile, og træ. En fjerdedel af affaldet ('Dagrenovationslignende affald, 'Ej brændbart', WEEE, farligt affald, osv.) hører slet ikke hjemme under 'Småt brændbart', og kun den sidste fjerdedel af affaldet kan karakteriseres som egentligt brændbart. Der er således et stort potentiale for øget udsortering af det affald, som i dag ender som 'Småt brændbart'.

Kilder: Econet "Analyse af affald fra sorteringsanlæg" for NOMI4s, 2016 og http://orbit.dtu.dk/files/146793609/Opdateret_version_Rapporten_Evaluering_af_effekten_af_tiltag_rettet_mod_bedre_sortering_p_genbrugspladser.pdf

2.2 Undersøgelser af tekstilaffald

ARC udbød i 2015 deres tekstilfraktion og fik 5 tilbud. UFF vandt. Resultatet i 2018 er at tekstilmængderne er steget med 50 % og ARC har fået en indtægt på 1 mio. kr. årligt. Mindstekrav:

- Gennemslagskraft – sortings effektivitet
- Opfyldelse af ARCs CSR politik
- 90 % genbrug/genanvendelse
- Nordisk certificering –når/hvis den kommer
- Minimum 1 reference (art og omfang)

ARGO har tilbudt de organisationer, der indsamler tøj til genbrug, at opstille en indsamlingscontainer på deres genbrugspladser og som supplement opstillet en container til tekstilaffald, som borgerne vælger ikke at donere til genbrug (dyner, puder, hynder, boligtekstiler, tæpper mv.). Denne resttekstil-mængde har ARGO "udbudt" som genanvendelses-udfordring ved årets CORO-konference i Roskilde.

Dansk Affald har haft et projekt "SAGA III", hvor borgerne kunne lægge tekstilaffald i en pose i samme rum som pap/papir/plastfolie. Projektet vurderede, at der kunne indsamles mellem 100-360.000 kg tekstilaffald i Vejen Kommune. 550 husholdninger deltog i forsøget.

2.3 Undersøgelse af indsamling af blød plast i plastkomprimeringsbeholdere

Aalborg Kommune har lavet et forsøg med indsamling af blød plast i plastkomprimeringsbeholdere.



Udgangspunktet var bl.a. at det er nemmere at kommunikere til borgerne, at alt plastaffald skal sorteres til genanvendelse fremfor kun hård plast.

Samlet set vurderes det, at omdeling af plastkomprimeringsbeholdere til alle husholdninger vil medføre en relativt stor omkostning set i forhold til den eventuelle øgede indsamlede mængde.

2.4 Undersøgelse af indsamling af kildesorteret eller kildeopdelte affaldsfraktioner

Vestforbrænding har undersøgt 4 scenarier for indsamling af tørre genanvendelige affaldsfraktioner fra enfamilieboliger hhv. 2 systemer, hvor fraktionerne indsamles kildesorteret og 2 scenarier, hvor fraktionerne indsamles kildeopdelt.

De væsentligste konklusioner er:

- Kildesorteret indsamling giver renere og mere afsætningsbare affaldsfraktioner og fører til en højere genanvendelsesprocent. Der ses en mindre forurening på tværs af fraktionerne ift. fejlsorteringer og uønsket/ikke-genanvendeligt affald.
- Kildesorterede fraktioner er anerkendte produkter på det internationale marked, som er lettere at afsætte og derfor ikke påvirkes af f.eks. Kina's skærpede regler for import af bl.a. plastaffald.
- Kildesorteret indsamling giver større mængder plast til genanvendelse end kildeopdelt indsamling.
- Erfaringer fra udlandet viser, at glas skal indsamles for sig selv. Glas indsamlet med andre fraktioner kan reducere værdien af alle materialerne.
- Kildeopdelt indsamling er typisk billigere end kildesorteret indsamling pga. færre beholdere og færre tømninger. Driftsomkostningerne inkl. den efterfølgende håndtering vurderet over hele værdikæden (indsamling til endelig genanvendelse) er samlet set mere sammenlignelig.
- Det er nemmere at få borgerne til at sortere deres affald, når de ved, at affaldet genanvendes.
- Hvis der arbejdes med kildeopdelte fraktioner er det væsentligt, at de sammenblandinger, der måtte ske i beholderen ikke ødelægger kvaliteten af de forskellige materialer, der sammenblandes.
- Der kan forventes EU krav om indførelse af bredt producentansvar for emballage i Danmark, hvilket kan få betydning for finansiering af et eller flere sorteringsanlæg fremadrettet. Derfor bør investeringer heri afvente den endelige form af producentansvarssystemet.

Kilde: <https://www.vestfor.dk/Innovation-og-ressourcer/Magasinet-Genvind/Borgerne-sorterer-fortsat-affaldet-bedst>

2.5 Undersøgelse af fordele og ulemper ved at medtage glas som kildeopdelt fraktion til automatisk sortering

Et kommunepulje-projekt har undersøgt fordele og ulemper ved at indsamle glas sammen med andre affaldsfraktioner. De væsentligste konklusioner i forhold kvalitet og massestrøm af de andre tørre materialer, som har været blandet sammen med glasset er fra rapporten følgende:

- *"Metal frasorteres automatisk i alle systemer kan let afsættes på markedet til normale priser som følge af høj kvalitet. Sammenblanding med glas synes ikke at give anledning til lavere priser eller vanskeligere afsætning.*
- *Afsætning af hård plast kan udgøre en udfordring hos flere af de danske sorteringsanlæg med manuel sortering i forskellige plasttyper. Markedet er svingende.*
- *Sorteringsanlæggene oplyser generelt, at kvaliteten af sorteret hård plast er god og accepteret hos aftagerne. Der laves ingen specifikke oplysninger om tab af plast i forbindelse med håndteringen/sorteringen på anlæggene. Det oplyses dog, at en andel på mellem 2-5% af input mængden frasorteres til forbrænding, og en stor andel af dette udgøres af plastposer.*
- *Fejlsorteringer i form af pap og papir indsamlet sammen med den kildeopdelte fraktion med MGP medfører oftest, at disse fraktioner afsættes til forbrænding på grund af forurening med væsker og glassplinter. Det vurderes derfor, at en kildeopdelt fraktion med glas ikke bør blandet med pap og papir".*

Kilde: Fordele og ulemper ved at medtage glas som kildeopdelt fraktion til automatisk sortering, Miljøprojekt nr. 1927, Miljøstyrelsen 2017

2.6 Undersøgelse af lav- eller højteknologisk sortering af tørre genanvendelige materialer

AffaldPlus fik undersøgt forskellige lav- og højteknologiske sorteringsanlæg til tørre genanvendelige materialer ³⁴. Det ses f.eks. af beregningerne, at det bliver billigere jo mere affald anlægget behandler. Ved at tredoble behandlingsmængden halveres omkostningerne pr. ton.

3 Opsamling

Der findes en lang række kommercielle affaldssorteringsanlæg, herunder dedikerede sorteringsanlæg til bestemte typer affald i Europa, der sorterer på kildesorterede, kildeopdelte affaldsfraktioner, og på blandet restaffald med og uden organisk affald. Der er udviklet mange forskellige mekaniske sorteringsteknologier til f.eks. metaller, glas, pap/papir mv. De seneste år er der udviklet teknologier og anlæg målrettet nye og mere komplicerede fraktioner som f.eks. plastaffald, organisk affald og WEEE. En lang række af disse anlæg benytter også robotteknologier.

I Danmark findes der en række anlæg, der sorterer organisk affald og kildeopdelte affaldsfraktioner som f.eks. papir/pap/plastfolier, glas/metal/hård plast, metal/hård plast samt anlæg, der sorterer glasaffald indsamlet som kildesorteret eller kildeopdelt. De fleste anlæg er lavteknologiske, men der er de senere år etableret et par anlæg, der benytter robotteknologi. Der mangler dog dedikerede danske anlæg, der kan finsortere på især plastemballageaffaldet fra husholdninger.

³⁴ Alternative integrerede systemer på Sjælland for lav- eller højteknologisk sortering af tørre genanvendelige materialer, Februar 2018, AFFALD PLUS

Sensor- og genkendelsesteknologierne samt robotarme inden for robotteknologi er veludviklede og i drift. Der kan forventes en fortsat udvikling inden for kunstig intelligens, deep learning og andre systemer til at behandle data fra sensor- og genkendelsesteknologierne. Der mangler fortsat løsninger til forsortering. Det er derfor endnu ikke muligt at undgå et minimum af manuel sortering på anlæggene.

Hvilke teknologier, der skal anvendes er derfor et spørgsmål om, hvilke prioriteringer, målsætninger, økonomiske rammer mv., som man har. Centrale spørgsmål kan f.eks. være:

- Hvilke affaldsmaterialer skal prioriteres at indsamle til genanvendelse, og hvordan indsamling skal foregå (kildesorteret eller kildeopdelt).
- Hvilke parametre skal prioriteres kvalitet, afsætningsmuligheder, økonomi, miljø mv.
- Vil man selv etablere sorteringsanlæg, have andel i et anlæg eller aflevere affaldet til den private genvindingsindustri
- Hvordan ser det optimale system ud (transport, sortering), skal det være lavteknologisk eller højteknologisk sortering

3.1 Muligheder for Horsens Kommune

Et af de spørgsmål som står centralt for Horsens Kommune er i hvor høj grad automatisk sortering kan gøre det lettere for borgerne at udsortere affald til genanvendelse samtidig med at EUs genanvendelsesmål nås. Herefter kommer spørgsmålet om kvaliteten af de sorterede affaldsmaterialer. I det følgende opstilles og diskuteres en række forskellige affaldsindsamlings- og sorteringsmuligheder, som tager udgangspunkt i Horsens Kommunes affaldsgrundlag og screeningen af sorteringsteknologier og -anlæg samt indhentet viden.

3.1.1 "Justering" af eksisterende indsamlingssystem

Indsamle glasset separat

Horsens Kommune indsamler en kildeopdelt fraktion bestående af metal/glas/hård plast, som afsættes til Dansk Affald til sortering. Der har været en del diskussion om, hvorvidt indsamling af glas sammen med andre affaldsfraktioner forringer kvaliteten af de andre fraktioner pga. af skår, der "sætter" sig i det andet affald samt at glasset kan øge slitage på affaldsanlæggene.

Undersøgelsen fra Vestforbrænding fremhæver f.eks. at udenlandske erfaringer viser, at glas indsamlet med andre affaldsmaterialer forringer kvaliteten af de andre materialer. I kommunepulje-undersøgelsen konkluderes dog, at indsamling af glas med metal og hård plast ikke umiddelbart forringer kvalitetene eller afsætningen af metallet og plasten. Dog bør glas ikke indsamles med pap og papir. Teknologisk Institut bekræfter, at den kildeopdelte fraktion har en god kvalitet efter sorteringen hos Dansk Affald ligesom Dansk Affald ikke angiver, at der skulle være slitageproblemer på anlægget som følge af glasset.

Om der bliver indsamlet større mængder glasaffald, hvis glasfraktionen indsamles kildesorteret fremfor kildeopdelt er tvivlsomt. Vestforbrændings undersøgelse nævner, at mængden af indsamlet plastaffald er større ved kildesorteret indsamling end ved kildeopdelt indsamling, men af mængden er uændret for de øvrige affaldstyper.

Udvide de kildeopdelte fraktioner med "nye" fraktioner

Det kunne overvejes, at udvide den kildeopdelte indsamling af papir/karton med f.eks. pap og/eller blød plast. Dansk Affald modtager i forvejen en kildeopdelt fraktion af papir/pap/plastfolie. Det vil dog kræve en nærmere analyse af om der er plads til de nye mængder i den eksisterende beholdere og tømningshyppighed. Det vil dog kræve en nærmere analyse af sorteringspriser kontra frasorterede mængder og afsætningspriser.

3.1.2 Introducere indsamling af nye affaldsfraktioner

Blød plast/plastfolier

En række kommuner indsamler både hård plast og blød plast/plastfolier. Der er bl.a. lavet indsamlingsforsøg af plastposer/-folier med indendørs indsamlingsbeholder (plast minimizer) i Aalborg. Forsøget viste dog, at plast minimizeren ikke havde den forventede indsamlingseffekt hos borgerne.

Horsens kommune har indsamler i dag via genbrugspladsen 3 tons plastfolie om året. Denne mængde vurderes at kunne blive noget større, hvis der blev indført indsamling af plastfolier hos borgerne.

Indsamling af blød plast/-folier vurderes dog ikke til at øge genanvendelsesprocenten nævneværdigt, da plastfolier ikke vejer ret meget. En introduktion af indsamling af plastfolier kunne begrundes i en øget service til borgerne, at der er mulighed for at udsortere både hård og blød plast til genanvendelse. Plastsorteringsanlægget Swerec sorterer f.eks. blød plast til genanvendelse.

Tekstiler

Flere kommuner er begyndt at se på mulighederne for at udsortere tekstilaffald fra husholdningerne, da det vurderes, at være et stort uudnyttet potentiale f.eks. både i restaffaldet og i småt brændbart på genbrugspladserne. Dansk Affald vurderede, at der i Vejen kommune kunne indsamles mellem 100-360.000 kg tekstil årligt (2-8 kg pr. indbygger). ARC og ARGO har ligeledes taget initiativ til indsamling af tekstilaffald via deres genbrugspladser. Tekstilaffald vejer i udgangspunktet meget og det vurderes, at indsamling af tekstilaffald vil medvirke til at øge genanvendelsesprocenten.

Indsamling af småt WEEE og farligt affald

I Stockholm indsamles farligt affald i automater, der er placeret i byrummet. Automaten åbnes enten ved SMS-service med kode eller ved scanning af QR-kode.

3.1.3 Introducere kildesortering

"Traditionel" kildesortering

Den kildeopdelte indsamling kan udvides til en kildesorteret indsamlingsordning. En række af Vestforbrændings kommuner har indført en kildesorteret indsamlingsordning, hvor der samles ind i 3 to-kammerbeholdere til hhv. restaffald, madaffald, plast (hård og blød), metal, papir og glas (den såkaldte "Madam Skrald" eller "Skralde Tanterne" ordning).

For Horsens ville det f.eks. kræve en ekstra to-kammer beholder hos husstandene, flere nedgravede beholdere mv. De eksisterende to-kammer biler vil formodentlig kunne anvendes, men det vil kræve en nærmere analyse for at vurdere fordele og ulemper ved denne løsning.

Optisk posesortering

Horsens kommunes nye indsamlingsordning kunne overføres til et optisk posesorteringssystem, hvor 4 -6 affaldsfraktioner (f.eks. emballageaffaldet samt nye affaldstyper som blød plast, tekstiler, Tetrapak emballager sammen med papir/karton) kunne indsamles i hver deres farvede pose. Glas er dog mindre egnet til indsamling i poser (poserne kan gå i stykker).

I en undersøgelse om optisk posesorteringssystem fra Halsnæs forventes det, at 5-10 % af pap, metal og plast fra genbrugspladserne kan indsamles gennem posesystemet. Årsagen til, at det ikke er større er, at posesorteringsanlæg ikke er velegnet til nogle affaldstyper, der afleveres på genbrugspladser, da det vil være for stort til at indsamle i poser. 5-10 %.

Hvis Horsens kommune skulle etablere et optisk posesorteringsanlæg til husholdningsaffaldet vurderes det, at anlægget mindst skal have en kapacitet, som svarer til mængden af Horsens Kommunes emballageaffald samt mængden af evt. nye affaldsfraktioner f.eks. tekstiler, blød plast og Tetrapak emballager, som kunne indsamles det vil sige ca. 1.600 tons/år. Behandlingsprisen pr ton affald/år er vurderet til at være mellem 365-1.800 kr./ton/år alt efter om anlægget behandler 4 eller 6 poser og om kapaciteten udnyttes fuldt ud. Det billigste scenarier er et 4 posesystemet, hvor kapaciteten udnyttes fuldt ud (se afsnit 4.2.4 i hovedrapporten). Det vil derfor være en fordel, at samarbejde med andre kommuner om etablering og drift af et optisk posesorteringssystem for at udnytte kapacitet mv. fuldt ud.

Det vil kræve en nærmere økonomisk analyse, hvis der skal udarbejdes en egentlig business case på et optisk posesorteringsanlæg for Horsens Kommune. Hvor forhold som f.eks. sortering i flere poser, anvendelse af eksisterende affaldsbeholdere, tømningssomkostninger og transportafstande mv. indgår.

3.1.4 Investere i affaldssorteringsanlæg

Sorteringsanlæg til kildeopdeling

Horsens kommunes kildeopdelte fraktion (metal, glas, hård plast) kunne sorteres på eget sorteringsanlæg.

I projekt fra AffaldPlus er der regnet på både lavteknologiske og højteknologiske anlæg til sortering af kildeopdelte materialer. Jo større en kapacitet anlægget har jo billigere bliver behandlingsprisen på affaldet.

Det mindste lavteknologiske anlæg til metal/plast fraktionen har en behandlingskapacitet på 17.000 tons/år med en investering på ca. 53.000 kr. pr. ton kapacitet. Driftsudgifter samt renter og afskrivninger pr. tons årskapacitet (set i hele anlæggets levetid) er ca. 670 kr./ton kapacitet. Horsens kommune indsamlede i 2017 ca. 400 tons metal og plastaffald.

Ved et lavteknologisk anlæg til metal/plast/glas med en behandlingskapacitet på 34.000 tons/år er investeringen på ca. 92.000 kr. pr. ton kapacitet. Driftsudgifter samt renter og afskrivninger pr. tons årskapacitet (set i hele anlæggets levetid) er ca. 500 kr./ton kapacitet. Randers Affaldsterminal investerede 3 mio. kr. i en udvidelse af deres glassorteringsanlæg til at kunne sortere en kildeopdelt metal/glas/plast fraktion. Horsens kommune indsamlede i 2017 ca. 1800 tons metal, glas og plastaffald.

Ved et højteknologisk anlæg til pap/karton/metal/plast med en behandlingskapacitet på 21.250 tons/år er investeringen på ca. 140.000 kr. pr. ton kapacitet. Driftsudgifter samt renter og afskrivninger pr. tons årskapacitet (set i hele anlæggets levetid) er ca. 1.135 kr./ton kapacitet. Horsens kommune indsamlede i 2017 ca. 4.800 tons pap og papir, metal og plastaffald.

Det sidste højteknologiske anlæg, som projektet har regnet på medtager også glasfraktionen og kapaciteten er 38.250 tons/år. Her er investeringen lidt højere ca. 160.000 kr. pr. ton kapacitet. Driftsudgifter samt renter og afskrivninger pr. tons årskapacitet (set i hele anlæggets levetid) er ca. 751 kr./ton kapacitet. Horsens kommune indsamlede i 2017 ca. 5.000 tons pap og papir, glas, metal og plastaffald.

I forhold til Horsens Kommunes affaldsmængder vurderes det, at en investering og drift af et højteknologisk sorteringsanlæg, ud fra en økonomisk betragtning, vil være fornuftigt med et samarbejde med andre kommuner for derved at kunne sortere større mængder affald. Muligheden for at sortere på affaldsfraktioner fra genbrugsstationerne bør også overvejes. Det bør også overvejes, hvorvidt man skal fastholde at afsætte affaldet til eksisterende, hvor den udvidede sortering kan foretages.

Et lavteknologisk anlæg som det hos Randers Affaldsterminal vurderes at kunne etableres til at sortere Horsens Kommunes kildeopdelte affaldsfraktion, men det vil kræve en nærmere økonomisk analyse.

Dedikeret sorteringsanlæg til plastaffald

Der findes højteknologiske, robotbaserede sorteringsanlæg i Europa, der er dedikerede til at sortere/finsortere plastaffald. De fleste danske kommuner, der indsamler plastaffald afsætter affaldet til et af disse anlæg. Der er i øjeblikket planer om at etablere en sådan plastsorteringsanlæg på Sjælland og det forventes, at der bliver valgt et konsortium for etableringen til november 2018. Projektet er et samarbejde mellem CLEAN og Københavns Kommune og ca. 40 kommuner har tilsluttet sig projektet. Det foreslås umiddelbart, at Horsens Kommune afventer dette projekt, da erfaringerne herfra vil bidrage med viden og knowhow, som indgår i vurdering af om etablering af sådan et anlæg er relevant. Endvidere bør etablering af sådan anlæg være et samarbejde mellem flere kommuner så stordriftsfordele kan udnyttes.

Et interessant anlæg til sortering af plastaffald kunne være Polysort-anlægget³⁵, som kan etableres forholdsvist billigt til sortering af små mængder. Anlægget er dog stadig på test-stadiet.

Sorteringsanlæg til storskrald

Vestforbrænding har fået MUDP-midler til at undersøge mulighederne for at etablere et sorteringsanlæg til storskrald. Vestforbrænding vurderer, at der kan udsorteres op til 50 % genanvendelige materialer fra denne fraktion. Det foreslås umiddelbart, at Horsens Kommune afventer dette projekt, da erfaringerne herfra vil bidrage med viden og knowhow, som indgår i vurdering af om etablering af sådan et anlæg er relevant.

³⁵ IPU har gennemført pilotforsøg med deres PolySort-anlæg til plastsortering. Et anlæg til 10 plastfraktioner vurderes at koste ca. 5 mio. kr. og kan være rentabelt mindre mængder plastaffald. Anlægget er et pilotanlæg.

Sorteringsanlæg til tørt restaffald

ARC har planer om, at etablere et sorteringsanlæg til tørt restaffald – en såkaldt MRF (Mechanical Recovery Facility). Umiddelbart vurderes denne løsning til at være interessant at undersøge nærmere som supplement til Horsens Kommunes kildesorterede indsamling, da undersøgelser har vist bl.a. Econets sorteringsundersøgelse af Horsens Kommunes affaldssammensætning, at der stadig er uudnyttede potentialer tilbage i restaffaldet. Investeringsomkostningen i et lille MRF-anlæg vurderes til at være i størrelsesordenen 80 mio. kr. Anlægget ville kunne sortere på affaldsfraktioner fra bl.a. genbrugspladsen.

Watersorteren - restaffald

Watersorteren er en teknologi til grovsortering af usorteret affald, og den forventes at blive afprøvet i efteråret 2018. Denne teknologi kan være interessant i forhold til at udsortere organisk affald og andre fraktioner som plast og metal fra restaffaldet. Alle de udsorterede fraktioner skal efterfølgende finsorteres med andre teknologier.

Et anlæg med en kapacitet på 15.000-20.000 ton/år forventes at koste ca. 10 mio. kr. Da Horsens har oplyst at der er omkring 20% organisk affald tilbage i restaffaldet, vil denne teknologi kunne være relevant for at få fat i denne mængde til genanvendelse.