



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Prøvetagning af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer

Miljøprojekt nr. 2147

September 2020

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Jette Bjerre Hansen, Norrecco A/S,

Karsten Ludvigsen, Norrecco A/S

Ebbe Tubæk Naamansen, RGS Nordic

Peter Lindequist Madsen, Reno Djurs

Kristoffer Kampmann, Dansk MiljøAnalyse

Ole Hjelmar, Danish Waste Solutions Aps

ISBN: 978-87-7038-227-4

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

Forord	4
Anvendte termer	5
1. Baggrund og formål	6
2. Bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer	7
2.1 Genbrugsstationer i Danmark	7
2.2 Oplysninger om driftsforhold	8
2.3 Sortering i fraktioner af bygge- og anlægsaffald	9
2.4 Håndtering, oparbejdning og afsætning til nyttiggørelse	15
3. Koncepter for prøvetagning fra genbrugsstationer	16
3.1 Formål med at udtage prøver af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer	16
3.2 Prøvetagningspunkter i håndteringskæden	17
3.3 Niveau for sporbarhed (prøvetagningsskala)	19
4. Udarbejdelse af prøvetagningsprocedure	22
4.1 Standarder om prøvetagning	22
4.2 Kontrol af oparbejdede fraktioners miljøkvalitet inden afsætning til nyttiggørelse	23
4.3 Indsats "ved containeren" på genbrugsstationen	30
5. Testning og analysering	34
5.1 Forbehandling af prøver	34
5.2 Oplukning forud for bestemmelse af indhold af metaller og metalloider	34
5.3 Bestemmelse af udvaskning af problematiske stoffer	35
5.4 Standardmetoder til analyse	35
5.5 Udvasningstest versus faststofindhold	37
6. Overvejelser og anbefalinger	39
6.1 Krav til sortering af visse fraktioner af bygge- og anlægsaffald	39
6.2 Overvejelser vedrørende prøvetagning	40
6.3 Andre overvejelser	41
7. Referencer	43
Bilag 1. Overblik over antal genbrugsstationer i affaldsselskaber og kommuner	45
Bilag 2. Gennemgang af koncepter for prøvetagningsskala (sporbarhed)	47
Bilag 3. Teori om prøvetagningsfejl	51

Forord

Denne rapport belyser mulighederne for at udtage prøver af bygge- og anlægsaffald indsamlet på genbrugsstationerne. Der er identificeret to forskellige formål med at udtage prøver: dels at forbedre miljøkvaliteten af det indsamlede affald, dels at sikre, at de oparbejdede fraktioner er egnede til genanvendelse. I rapporten diskuteres forskellige koncepter for, hvordan prøvetagning, testning og analysering af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer kan tilrettelægges og gennemføres i forhold til at sikre såvel repræsentativ prøvetagning som praktisk implementerbarhed (logistik, krav til pladsforhold, niveau for sporbarhed mv). De vigtigste elementer i en prøvetagningsprocedure er gennemgået. Der er givet et forslag til, hvordan krav til udtagning af repræsentative prøver til vurdering af miljøkvalitet af de oparbejdede materialer kan udformes. Projektet omfatter fraktionerne (beton, tegl og sanitet).

Projektet er gennemført i perioden fra 22. oktober til 31. december 2019. Projektgruppen har bestået af følgende personer:

Marie Førby, Miljøstyrelsen
Charlotte Moosdorf, Miljøstyrelsen
Jette Bjerre Hansen, Norrecco A/S
Karsten Ludvigsen, Norrecco A/S
Ebbe Tubæk Naamansen, RGS Nordic
Peter Lindequist Madsen, Reno Djurs
Kristoffer Kampmann, Dansk MiljøAnalyse
Ole Hjelmar, Danish Waste Solutions Aps

Der har været afholdt ét møde i en følgegruppe for projektet. Følgende personer har deltaget

Marie Førby, Miljøstyrelsen
Charlotte Moosdorf, Miljøstyrelsen
Simon Stig-Gylling, Dansk byggeri
Niels Remtoft, Dansk affaldsforening
Sofie Dam, Energistyrelsen
Amanda Hohol, Miljø- og Fødevareministeriet
Anke Oberender, VCØB
Niels Bukholt, ARI
Karsten Ludvigsen, Norrecco A/S
Jette Bjerre Hansen, Norrecco A/S

Projektgruppen vil gerne rette en tak til Nana Winkler fra Dansk Affaldsforening, Tom Ellegaard fra Aarhus Kommune og Niels Bo Poulsen fra Horsens Kommune, Linda Reiben fra ARC, Jette Skaarup Justesen, Forsyning Helsingør, som alle har været behjælpelige med indhentning af oplysninger samt sparring i forhold til genbrugsstationernes håndtering og sortering af bygge- og anlægsaffald.

Anvendte termer

I nedenstående tabel er denne rapports brug af udvalgte termer forklaret

Term	Forklaring på hvordan termen er anvendt
Affaldsfraktion	Ved affaldsfraktioner forstås her de fraktioner, som genbrugsstationens sorteringsvejledninger foreskriver, at sorteringen af bygge- og anlægsaffald skal ske i
Forureningsgrad	Ordet forureningsgrad anvendes i denne rapport som er et udtryk for niveauet af indhold og eller udvaskning af miljøfarlige stoffer i bygge- og anlægsaffald indsamlet på genbrugsstationerne. Ordet forureningsgrad anvendes også om affaldsfraktioner, der kan klassificeres som uforurenede.
Kvalitet	Begrebet kvalitet af bygge- og anlægsaffald dækker over både den tekniske og miljømæssige kvalitet af affaldsfraktionen
Materialetype	Begrebet anvendes om de forskellige typer af materialer, der ifølge sorteringsvejledningerne kan indgå i de enkelte affaldsfraktionerne på genbrugsstationerne, f.eks. udendørs fliser, lecakugler, sten, stabilgrus mv.
Miljøkvalitet	Begrebet miljøkvalitet anvendes om affaldsfraktionens kvalitet i forhold til, om det kan udgøre en uacceptabel påvirkning på det omkringliggende miljø ved nyttiggørelse. Miljøkvalitet kan vurderes ud fra både faststofindhold og udvaskning af miljøfarlige stoffer.
Prøvning	En prøvning er resultatet af prøvetagning, test og analyse.
Renhedsgrad	Ordet renhedsgrad refererer til affaldsfraktionens indeholder fysiske urenheder, dvs. emner som ikke må forekomme i den kildesorterede affaldsfraktion
"Ved containeren"	Begrebet "ved containeren" anvendes som reference tilbage til det sted, hvor affaldet fra mange kilder samles på genbrugsstationen. "Ved containeren" er sporbarheden tilbage til den oprindelige kilde tabt. "containeren" bliver dermed det punkt, som det er muligt at opretholde sporbarhed tilbage til i håndteringskæden.

1. Baggrund og formål

Miljøstyrelsen arbejder på tiltag, der skal understøtte øget sporbarhed i håndteringskæden for bygge- og anlægsaffald, således at information og dokumentation vedrørende miljøkvalitet af det bygge- og anlægsaffald, der recirkuleres ved genbrug, genanvendelse eller nyttiggørelse, følger de kildesorterede fraktioner.

I den sammenhæng har Miljøstyrelsen ønsket at sikre information og dokumentation for miljøkvaliteten af det bygge- og anlægsaffald, som indleveres af borgere og mindre virksomheder på genbrugsstationerne. Affaldet kommer i langt de fleste tilfælde fra enkeltkilder, som indleverer mindre end 1 ton. Såfremt affaldet stammer fra en renovering eller nedrivning, der frembringer mindre end 1 ton, er der i Affaldsbekendtgørelsen (BEK 224:2019) ikke krav om screening og eventuelt kortlægning før bortskaffelse, med mindre der er tale om farligt affald. I praksis betyder det, at der afleveres betydelige mængder bygge- og anlægsaffald på genbrugsstationerne, som ikke er screenet og kortlagt for miljøfarlige stoffer.

Det er på den baggrund, at Miljøstyrelsen ønsker en vurdering af, om der gennem prøvetagning og analysering kan opnås viden om forureningsgraden af det affald, der indleveres på genbrugsstationerne og derefter oparbejdes med henblik på genanvendelse eller nyttiggørelse. Miljøstyrelsen ønsker, at vurderingen skal tage højde for, at prøvetagning og analysering af byggeaffald fra genbrugsstationer udføres på en måde, som sikrer sporbarhed tilbage så tæt på kilden som praktisk muligt. Sporbarheden er afgørende for at fastholde ansvaret for byggeaffaldets forureningsgrad samt det økonomiske ansvar forbundet hermed. Sporbarhed bidrager dermed til at sikre hensynet til miljøet. Det er således et grundlæggende præmis for projektet, at der ved prøvetagning og analysering, som minimum fastholdes en sporbarhed tilbage til en juridisk enhed.

Formålet med nærværende projekt er at tilvejebringe et grundlag for, at Miljøstyrelsen kan vurdere, om det er praktisk muligt at stille krav om dokumentation for forureningsgrad ved prøvetagning og analysering. Et sådant krav skal bidrage med øget sporbarhed samt øget kendskab til indholdet i de fraktioner, der nyttiggøres som erstatning for primære råstoffer. Projektet skal give et fagligt grundlag for, at Miljøstyrelsen kan vejlede relevante/berørte aktører i, hvordan repræsentativ prøvetagning, test og analyse af bygge- og anlægsaffald, som indleveres på genbrugsstationerne, kan gennemføres.

2. Bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer

2.1 Genbrugsstationer i Danmark

Genbrugsstationerne er en integreret del af den kommunale service til at håndtere affald fra private husholdninger og er et supplement til eller erstatter henteordning for eksempelvis stor-skrald samt have- og parkaffald. Ordningen er således en "bringeordning", hvor borgere kan aflevere deres affald. Som det fremgår af TABEL 1, er der i Danmark 364 genbrugsstationer, hvoraf 261 drives i regi af fælleskommunale affalds-/forsyningsselskaber, og de resterende 103 drives af kommuner (se endvidere bilag 1).

TABEL 1. Opgørelse over genbrugsstationer drevet af kommuner eller fælleskommunale affaldsselskaber/ kommunale forsyningsselskaber (Dansk Affaldsforening)

Landsdel		Antal genbrugsstationer
Jylland	Kommunale affalds-/forsyningsselskab	119
	Kommunale	82
Fyn	Kommunale affalds-/forsyningsselskab	28
	Kommunale	16
Sjælland	Kommunale affalds-/forsyningsselskab	114
	Kommunale	5

Genbrugsstationerne er tilpasset deres geografiske og demografiske opland og afspejler det serviceniveau, som er fastlagt af affalds-/forsyningsselskabet og kommunen – det være sig størrelse, åbningstid, bemanning og antal fraktioner, der kan afleveres. Der er store forskelle på landets genbrugsstationer – nogle er meget store og har åbent døgnet rundt, mens andre er meget små og uden pladspersonale, nogle kan modtage op mod 80 forskellige fraktioner, mens andre er indrettet til kun at modtage få.

Forskelle i både indretning og drift af genbrugsstationerne kan have betydning både for den tekniske og den miljømæssige kvalitet af det indsamlede bygge- og anlægsaffald. Med hjælp fra Dansk Affaldsforening har vi i dette projekt indhentet oplysninger vedrørende driftsforhold, som vurderes at have betydning for kvaliteten af bygge- og anlægsaffaldet. Det har ikke været målet at lave en egentlig kortlægning af forholdene men blot at synliggøre de forskelle, der er på genbrugsstationerne vedrørende indlevering af bygge- og anlægsaffald, og som har betydning for, hvordan fraktionerne af bygge- og anlægsaffaldet er sammensat. Den viden er vigtig at have for øje, når prøvetagning planlægges, og resultaterne af efterfølgende test og analyse vurderes, da det understreger, at affaldsfraktionerne – f.eks. "beton" - ikke er veldefinerede fraktioner.

2.2 Oplysninger om driftsforhold

En række forskellige faktorer vedrørende driften på genbrugsstationerne har betydning for kvaliteten af bygge- og anlægsaffaldet, som indsamles på genbrugsstationerne. Der er derfor indhentet oplysninger fra fire affalds-/forsyningselskaber og to kommuner, som geografisk dækker både Jylland og Sjælland og såvel større som mindre selskaber/kommuner. Der har været fokus på følgende forhold:

- Adgangsforhold: Har både private borgere og erhverv adgang til at aflevere bygge- og anlægsaffald på genbrugsstationerne?
- Afregning for erhverv: Hvordan afregnes brugen af genbrugsstationen for erhverv?
- Bemanning: er der bemanning i åbningstiden, og er der tidspunkter, hvor genbrugsstationen er ubemandet (f.eks. ved døgnåbent)?
- Bygge- og anlægsaffald: Hvilke fraktioner af bygge- og anlægsaffald kan modtages på genbrugsstationen, og hvilke "sorteringskrav" stiller genbrugsstationen til den enkelte fraktion?

De indsamlede oplysninger giver et billede af de forskelle, der kan forekomme i drifts- og indsamlingsforhold for bygge- og anlægsaffald.

Brugere af genbrugsstationen

Genbrugsstationer modtager bygge- og anlægsaffald fra private borgere, og ifølge §10 i Affaldsaktørbekendtgørelsen (BEK 224: 2019) skal kommunalbestyrelsen tilbyde både virksomheder, som er hjemmørende i kommunen, og virksomheder, som ikke er hjemmørende i kommunen, adgang til mindst én genbrugsstation i kommunen. I praksis betyder det, at det bygge- og anlægsaffald, som modtages på genbrugsstationerne, stammer fra både private borgere og mindre erhverv. Nedslag i nogle få brugerundersøgelser viser, at bygge- og anlægsaffaldet i betydelig grad stammer fra private borgere. TABEL 2 viser et eksempel fra en brugerundersøgelse gennemført i 2012 hos Reno Djurs.

TABEL 2. Brugerundersøgelse fra Reno Djurs gennemført i 2012, der viser hvor stor en andel af byggeaffaldet, der er indleveret af hhv. private brugere og erhverv for de enkelte fraktioner.

EAK	H-kode	Fraktion	Privat andel	Erhvervsandel
170605	H24	Asbest	0,76	0,24
170101	H24	Beton og tegl	0,93	0,07
170904	H04	Deponering	0,76	0,24
170802	H28	Gips	0,46	0,54
170202	H07	Glas m/rammer	0,80	0,20
200139	H14	Hård PVC	0,69	0,31
170204	H24	Imprægneret træ	0,93	0,07
170102	H24	Mursten	-	
170202	H07	Planglas	0,50	0,50
200138	H15	Rent træ	0,81	0,19
170604	H24	Rockwool	-	

Data fra Affaldsviden.dk viser, at langt de fleste genbrugsstationer giver adgang til erhverv. Kun enkelte genbrugsstationer, som ofte drives af frivillige, giver ikke adgang for erhverv.

Der er forskellige måder at afregne for erhvervets brug af genbrugsstationerne. Det kan ske ved, at der afregnes per besøg eller ved en abonnementsordning. Nogle affalds-/forsyningselskaber tilbyder begge former for betaling. Betalingsformen kan blandt andet have betydning

for, hvor godt bygge- og anlægsaffaldet er sorteret ved indlevering, og i hvor høj grad muligheden udnyttes af erhvervsdrivende. TABEL 3 giver en oversigt over betalingsmuligheder opgjort per kommune.

TABEL 3 Erhvervets afregning for brug af genbrugsstationerne samt antallet af kommuner, der benytter afregningsformen (Affaldsviden.dk og Dansk Affaldsforening)

Betalingsmuligheder	
Kun abonnement	16 kommuner
Kun betaling pr. besøg	45 kommuner
Både abonnement og betaling pr. besøg	36 kommuner

Tallene er fra 2017 og udregnet på baggrund af data fra 362 genbrugsstationer fra alle 98 kommuner.

Bemanding på genbrugsstationerne

Det fremgår af en rapport om genbrugsstationer (KL 2016), at et af de vigtigste værktøjer til at sikre bedre sortering er kompetent pladspersonale. Pladspersonalet er kommunernes nemmeste måde at kommunikere med og vejlede de borgere og virksomheder, som indleverer affald på genbrugsstationen. Vejledning i sortering af bygge- og anlægsaffald på genbrugsstationerne er vigtig i forhold til at opnå korrekt sortering. Der er rigtig mange forskellige typer af bygge- og anlægsmaterialer, og det kan være meget vanskeligt for private borgere at vide, hvilke materialer, der skal i hvilken fraktion. Det er her en stor hjælp, at genbrugsstationerne har kompetent personale på pladserne. Deres tilstedeværelse kan også forventes at forebygge fejlsortering fra borgernes side.

Som det fremgår af TABEL 4, kan 56 af landets genbrugsstationer benyttes på et tidspunkt, hvor der ikke er personale tilstede til at vejlede brugerne i sorteringen af byggeaffaldet eller kontrollere, at sorteringen sker korrekt. Typisk vil kommunerne blot have én eller nogle få døgnåbne genbrugsstationer med henblik på at give borgerne i kommunen en god service. De ubemandede genbrugsstationer er derfor spredt ud i landets kommuner.

TABEL 4 Oversigt over antallet af genbrugsstationer med og uden bemanding

Bemanding på genbrugsstationerne	Antal genbrugsstationer
Genbrugsstationer med udelukkende bemanded åbningstid: 306	306
Genbrugsstationer med udelukkende ubemanded åbningstid	18
Antal genbrugsstationer, der har både bemanded og ubemanded åbningstid	38

2.3 Sortering i fraktioner af bygge- og anlægsaffald

Genbrugsstationerne opfylder kravet til kommunerne i Affaldsbekendtgørelsen om at etablere ordninger for bygge- og anlægsaffald, som giver husholdningerne mulighed for også at sortere i overensstemmelse med kravene til sortering i § 50, stk. 1 og 2, hvilket betyder, at det skal være muligt at aflevere følgende fraktioner:

- Natursten, f.eks. granit og flint
- Uglaseret tegl (mur- og tagsten)
- Beton
- Blandinger af materialer fra natursten, uglaseret tegl og beton
- Jern og metal
- Gips
- Stenuld

- Jord
- Asfalt
- Blandinger af beton og asfalt

Der findes ikke en nærmere definition af de enkelte fraktioner i Affaldsbekendtgørelsen (BEK 224:2019).

Jævnfør Affaldsbekendtgørelsens kap. 11 er bygge- og anlægsaffald, der stammer fra renovering eller nedrivning af mindre end 10 m², eller som frembringer mindre end 1 ton affald, ikke omfattet af reglerne om screening, miljøkortlægning og anmeldelse (BEK 224:2019). I praksis betyder det, at der på genbrugsstationerne kan modtages op til ét ton byggeaffald ad gangen uden kendskab til miljøkvaliteten, med mindre der er tale om farligt affald. Mange private borgere kommer til genbrugsstationerne med affaldet på en trailer, hvor mængderne vil være mindre end 1 ton. Det er i praksis svært at afgøre, om det indleverede affald stammer fra renoveringer eller nedrivninger, hvor mængderne reelt overstiger bagatelgrænsen for anmeldelse, screening og miljøkortlægning og blot indleveres ad flere omgange.

På genbrugsstationen samles affaldet fra både borgere og virksomheder i containere, og de indleverede mængder under 1 ton og uden kendskab til forureningsgrad holdes ikke adskilt fra de øvrige mængder. Containerens samlede miljøkvalitet må derfor som udgangspunkt anses for at være ukendt, og sporbarheden tilbage til affaldsproducenten er tabt.

Opdeling af bygge- og anlægsaffald i fraktioner

Indsamlingen af oplysninger fra de affalds-/forsyningsselskaber og kommuner, som i denne undersøgelse er blevet adspurgt, samt data fra Dansk Affaldsforening viser, at fraktionerne af bygge- og anlægsaffald indsamles under mange forskellige benævnelser. TABEL 5 viser et eksempel på de mange betegnelser, som anvendes på forskellige genbrugsstationer for fraktionerne beton, tegl og natursten.

TABEL 5. Eksempel på betegnelser, som anvendes på genbrugsstationerne for fraktionerne beton, tegl og natursten (Dansk Affaldsforening).

Beton, tegl og natursten

- Beton/asfalt/tegl
 - Beton
 - Beton/mursten og tegl
 - Beton, mursten, let forurennet
 - Beton og tegl
 - Blandet tegl/leca/beton
 - Bygge og anlæg
 - Blandede brokker
 - Brokker og beton
 - Knust beton og små brokker
 - Beton og murbrokker
 - Mursten
 - Mursten, hele
 - Mursten og brokker
 - Mursten og tegl
 - Natursten
 - Sten og brokker
 - Sten og grus
 - Tegl
 - Tegl og andet byggeaffald
 - Tegl og brokker
-

Ifølge affaldsstatistikken fra 2018 (Miljøstyrelsen 2020) blev der indleveret 664.861 tons bygge- og anlægsaffald på genbrugsstationerne. Ifølge opgørelser fra andre kilder (Dansk Affaldsforening og Affaldsviden.dk), blev der fra 74 af landets kommuner indleveret 628.025 tons byggeaffald fra genbrugsstationerne i 2017 (se TABEL 6).

TABEL 6 Indsamlede mængder af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer i 2017 fra 74 kommuner ifølge registreringer i affaldsviden.dk (Data modtaget fra Dansk Affaldsforening)

Fraktion	Mængde i ton
Beton	15.895
Tegl	20.313
Beton/tegl	199.529
Sanitet, keramik og porcelæn	52.069
Asfalt	2.901
Træfraktion	201.480
Imprægneret træ	77.048
Gips	28.585
Isolering	5.500
Blandet bygge og anlæg	24.705
I alt	628.025

Det fremgår af TABEL 6, at fraktionerne beton og tegl sammen med træ udgør de klart største fraktioner. Herefter kommer sanitet, keramik og porcelæn.

I denne rapport er det valgt at fokusere på prøvetagning, test og analyse af følgende affaldsfraktioner:

- Beton, beton/tegl og tegl
- Sanitet
- Puds, mørtel og vægfliser

Valget begrundes i, at affaldsfraktionerne tilsammen udgør en betydelig andel af det bygge- og anlægsaffald, der indleveres på genbrugsstationerne (jf. TABEL 6). Ved udvælgelsen af fraktionerne har det endvidere været med i overvejelserne, at håndteringen disse er sammenlignelige, idet de oparbejdes ved sortering og knusning. De knuste materialer nyttiggøres som erstatning af primære råstoffer. Ved nyttiggørelse vil de knuste materialer komme i kontakt med jord og vandmiljø, hvorfor en vurdering af risiko for uacceptabel påvirkning af miljøet bør foretages. Prøvetagning, testning og vurdering med dette formål kan for de udvalgte materialer foretages efter samme principper.

Vejledning til sortering af bygge- og anlægsaffald i fraktioner

Som en hjælp til brugerne af genbrugsstationerne er der ofte udarbejdet vejledninger til sortering af bygge- og anlægsaffaldet af de driftsansvarlige (affalds-/forsyningsselskabet eller kommunen). Vejledningen indeholder beskrivelse af, hvad der kan modtages i en given affaldsfraktion, og hvad der ikke kan – denne kan være kortfattet eller uddybende. Nummeret på den container, som indeholder affaldsfraktionen anføres også.

Ved et kig ind i sorteringsvejledningerne bliver det klart, at der er store forskelle på, hvordan de forskellige affalds-/forsyningsselskaber og kommuner definerer affaldsfraktionerne af bygge- og anlægsaffald (se TABEL 7 og TABEL 8) og dermed, hvilke materialetyper der er indeholdt i de enkelte affaldsfraktioner. Genbrugsstationer inden for et affaldsselskab eller en kommune må forventes at følge samme sorteringsvejledning. Det kan således antages, at

genbrugsstationerne inden for et affalds-/forsyningselskab eller en kommune indsamler bygge- og anlægsaffald i fraktioner, der indeholder de samme materialetyper, hvorfor forureningsgraden af fraktionerne indsamlet på genbrugsstationer i samme affalds-/forsyningselskab eller kommune er nogenlunde sammenlignelig.

TABEL 7 Eksempler på vejledninger til sortering af beton, tegl og natursten

Affaldsselskab	Emner der må komme i fraktionen	Beton	Armeret beton, Beton, fliser, brokker, osv., Cement, Fliser cement, marmor, Natursten, parasolfod i beton, parasolfod i granit, stabilgrus, sten, teglbeton, terrazzo, Papirpose med råvarer til byggeri (eks. mørtel, cement, beton mv)		Mursten	Gasbeton, Leca blokke, Leca kugler (letklinker), Muremesterbeton, mursten, Naturskiffer, Skifferplader, naturskiffer, tegl (ikke glaseret), urtepotter, Rødder (uden glasur)	
	Emner der ikke må komme i fraktionen		Ikke angivet			Ikke angivet	
Affaldsselskab	Emner der må komme i fraktionen	Beton	Beton, havefliser, natursten og marmor. Opbrudt beton, betonfliser og –rør, natursten, naturskifer, granit, marmor og terrazzo fra baderum mv. Beton m. armeringsjern. Må kun indeholde beton uden forurening	Tegl	Tegl, gasbeton, stumper af mursten, løs puds og mørtel, tegl med indstøbt stål (det fjernes ved knusningen), teglstensbjælker, "muremesterbeton" (beton med indstøbte mursten) og kalksandsten, gasbeton og leca.	Mursten	Hele og halve mursten af tegl og sandsten. Stenene skal være så rene som muligt, men modtages gerne med små mængder af fastsiddende puds og mørtel.
	Emner der ikke må komme i fraktionen		Øvrigt byggeaffald. Desuden: Mursten, gasbeton, asfalt, jord og diverse emballage f.eks. klare plastsække (skal fjernes af borger der afleverer affald til fraktionen).		Øvrigt byggeaffald. Rør med puds. Mursten med løbesod. Desuden: Diverse emballage f.eks. klare plastsække (skal fjernes af borger der afleverer affald til fraktionen).		Øvrigt byggeaffald – herunder løst puds og mørtel. Diverse emballage f.eks. plastsække (skal fjernes af borger der afleverer affald til fraktionen).
Affaldsselskab	Emner der må komme i fraktionen	Beton og tegl	Beton, Betonfliser, Betonrør, Teglsten (ikke glaserede), Cement teglsten (ikke glaserede), Fortovsfliser, Granit, bearbejdet (bord, bæk, fuglebad, springvand) osv.), Havefliser, Mørtel, Skifer		Mursten	Hele mursten, Halve mursten	
	Emner der ikke må komme i fraktionen		ikke angivet			Ikke angivet	
Kommune	Emner der må komme i fraktionen	Beton	Beton, betonfliser, kloakerør	Tegl	Mursten, Ral, Tegltagsten, Teglsten		
	Emner der ikke må komme i fraktionen		Gasbeton, glaseret lerrør, tegl		Asbest, Beton, Brosten, Glaserede lerrør, Glaserede sten Keramik, Mursten med sod		
Kommune	Emner der må komme i fraktionen	Ren beton og natursten	ren beton, natursten	Tegl	Rene natursten, rene tagsten		
	Emner der ikke må komme i fraktionen		tegl, jord, eternit, fugematerialer, isolering		beton, jord, klinker, sanitet, stentøj, fugematerialer, isolering		
Forsyning	Emner der må komme i fraktionen	Beton	Rent beton, Sten, Brokker, Natur sten, Havefliser, Marmor, Brosten, Knust beton,	Mursten og tegl	Tegl, Puds, Mursten, Lecablokke, Lecanødder		
	Emner der ikke må komme i fraktionen		ikke angivet		ikke angivet		

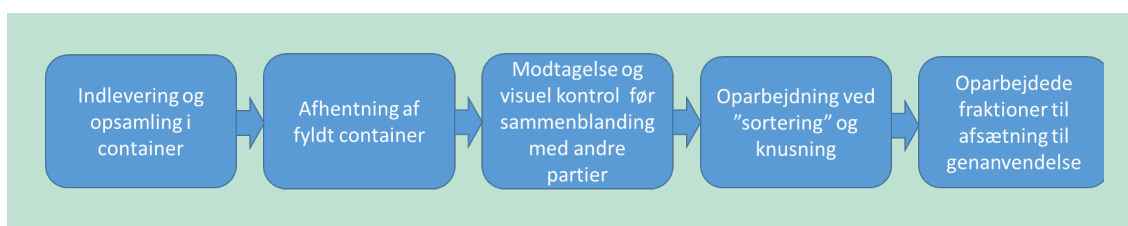
TABEL 8. Eksempler på vejledninger til sortering af sanitet, vægfliser, mørtel og puds mv.

Affaldsselskab	Emner der må komme i fraktionen	Sanitet, mørtel	Aquapanel, Cembrit plader (facadeplader i fibercement), Cement i sække - størknet, Cement med indbygget glasfiber (f.eks. Aquapanel), Fiberbeton, Fibercement, Fliseklæb (størknet), Fliser, klinker (glaseret) med emalje, glasbyggesten, glaseret tegl, fliser, glasskår, håndvaske, Kaffekande uden kaffemaskine, keramik, klimablok (lecablokke med flamingo), klinker, kloakrør-glaseret, koksvægge, krukker-glaseret, krus, porcelæn, krystalglas, lecatermblokke (blanding af leca og flamingo), letbeton med isolering, letbeton med indbygget glasfiber, ovnfade, puds, pyrexglas, rødt grus fra tennisbaner, spand med mørtel (fuld og størknet), stentøj, strå med beton, tarracottavæv, glaseret tegl, toilet, glaceret urtepotter, vægfliser/klinker		
	Emner der ikke må komme i fraktionen				
Affaldsselskab	Emner der må komme i fraktionen	Sanitet	Toiletter, håndvaske og tilsvarende.	Vægfliser	Vægfliser og kakler, puds med strå, glaseret tegl, spejlglas, skår af planglas (dog aldrig termoruder eller glas i rammer), service, krystalglas, stentøj. Forurenede mursten og letbeton (Iso-Kern) fra skorstene.
	Emner der ikke må komme i fraktionen		Øvrigt byggeaffald. Diverse emballage f.eks. plastsække (skal fjernes af borger der afleverer affald til fraktionen).		Sække med støvende opfej og poser med støvende pulverindhold, eks. cement, fliseklæb, puds og lignende. Uforurenende affald og affald som er egnet til forbrænding eller genanvendelse. Borde med kakler, skabslåger med spejle, trævægge med puds. Skal lægges i fraktion 15 pga. relativ stor mængde brændbart. Indrammede billeder med glas skal i fraktion "2 Brændbart" Fraktionen må ikke indeholde flydende affald, klinisk risikoaffald, affald der er eksplosivt, brandnærende, brandfarlig eller ætsende.
Affaldsselskab	Emner der må komme i fraktionen				
	Emner der ikke må komme i fraktionen				
Kommune	Emner der må komme i fraktionen	Sanitet	Fliser, Glaseret tegl, Håndvaske, Keramik, Klinker, Porcelæn, Toiletter		
	Emner der ikke må komme i fraktionen		Beton, Betonfliser, Glasskår, Tegl (uglaseret)		
Kommune	Emner der må komme i fraktionen	toiletter og håndvaske	toiletter og håndvaske	Puds og stentøj	klinker, stentøj, keramik, porcelæn, væg- og gulvfliser, rørpuds fra nedbrydning
	Emner der ikke må komme i fraktionen		porcelæn		murespande, plastsække, emballage, tegl, fugematerialer
Forsyning	Emner der må komme i fraktionen	Sanitet	Toiletter, Håndvask, Keramik potter, Spejle, Porcelæn, Glas, Glaseret fliser, Glaseret tegl		
	Emner der ikke må komme i fraktionen		ikke angivet		

2.4 Håndtering, oparbejdning og afsætning til nyttiggørelse

De kommunale affalds-/forsyningsselskaber og kommunerne udbyder i langt de fleste tilfælde behandling og slutdisponering af mængder fra genbrugsstationer i offentlig licitation, hvorved den videre håndtering sker hos private affaldsbehandlingsanlæg. I de enkelte udbud kan der være formuleret krav til håndtering, men særligt til slutdisponering, hvor der typisk vil være krav om nyttiggørelse eller genanvendelse af den enkelte affaldsfraktion.

Når containerne med fraktioner af bygge- og anlægsaffald er fyldt op på genbrugsstationerne, sendes de til oparbejdning med henblik på genanvendelse eller nyttiggørelse. De affaldsfraktioner, som projektet har fokus på, sendes til oparbejdning med henblik på nyttiggørelse som knuste materialer til erstatning for primære råstoffer. Disse anvendes typisk efter Restproduktbekendtgørelsens bestemmelser for bygge- og anlægsaffald (BEK 1672:2016) eller efter en konkret tilladelse eller godkendelse efter Miljøbeskyttelsesloven (LBK 1218:2019). Håndteringskæden for disse materialer er skitseret i FIGUR 1.



FIGUR 1. Håndtering og oparbejdning af de udvalgte fraktioner af bygge- og anlægsaffald indsamlet på genbrugsstationer

Når et modtageanlæg modtager bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationerne, overtager de som oftest også ansvaret for affaldet og dermed også ansvaret for fraktionernes miljøkvalitet. Som situationen er i dag, sker det oftest uden nogen form for oplysninger om eller dokumentation for fraktionernes forventede miljøkvalitet. På modtageanlæggene holdes bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer i dag ikke adskilt fra de øvrige mængder af bygge- og anlægsaffald, som modtages fra de professionelle aktører.

3. Koncepter for prøvetagning fra genbrugsstationer

3.1 Formål med at udtage prøver af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer

Inden det besluttes, om der skal udtages prøver fra bygge- og anlægsaffald på genbrugsstationer, er det helt afgørende at få fastlagt, hvilke problemstillinger prøvetagning skal bidrage til at få afklaret. Med andre ord skal det formuleres klart, hvad formålet med at igangsætte prøvetagning og analyse af affaldet er, og hvordan resultaterne af prøvningen skal vurderes for at kunne opfylde undersøgelsens formål.

Det er ikke sjældent, at der kan være flere undersøgelsesformål/problemstillinger, som ønskes belyst ved prøvetagning og analyse. Men det er langt fra altid, at den samme prøve kan danne grundlag for at adressere flere problemstillinger. I sådanne tilfælde må det prioriteres, hvilke undersøgelsesformål som prøvetagning og analysering skal tilrettelægges efter, det vil sige, at det skal besluttes, hvilken af problemstillingerne, det er vigtigst at få belyst.

Som det er formuleret i kapitel 1, er formålet med at udtage prøver til test og analyse af bygge- og anlægsaffald indleveret på genbrugsstationerne at opnå et kendskab til forureningsgraden af affaldet inden nyttiggørelse. Det skal ske for at sikre, at der ikke nyttiggøres bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer, som kan udgøre en risiko for miljøet. Det er endvidere formålet, at prøvetagning- og testning af affaldet bidrager til at fremme den miljømæssige kvalitet af de fraktioner af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationerne, som nyttiggøres.

Der ligger således i projektet to forskellige undersøgelsesformål eller problemstillinger, som ønskes belyst:

1. at bestemme miljøkvaliteten af de oparbejdede fraktioner af bygge- og anlægsaffaldet inden afsætning med henblik på at kunne afgøre, om de knuste materialer er egnet til nyttiggørelse som erstatning for primære råstoffer.
2. at forbedre miljøkvaliteten af fraktioner af bygge- og anlægsaffald ved indsamling på genbrugsstationerne - f.eks. ved at identificere materialetyper i de indsamlede fraktioner, som potentielt indeholder forurenende stoffer og som derfor fremadrettet ikke skal indgå i affaldsfraktionen på genbrugsstationen.

Begge undersøgelsesformål understøtter et grundlæggende princip i miljølovgivningen om, at forurening skal begrænses og i videst muligt omfang håndteres ved kilden. Begge formål skal ligeledes understøtte projektets grundlæggende præmis om, at sporbarhed tilbage så tæt på kilden som muligt skal fastholdes, og som minimum til en juridisk enhed.

Ved det første undersøgelsesformål lægges der op til en løbende rutinekontrol af fraktionernes miljøkvalitet, inden de afsættes til nyttiggørelse. Der kan her etableres en procedure for, hvordan repræsentative prøver rutinemæssigt udtages, testes og analyseres. Resultaterne af prøvningen skal bedømmes i forhold til nogle nærmere fastsatte kriterier og grænseværdier for, hvornår et parti kan anses for at være miljømæssigt egnet til nyttiggørelse. Resultaterne af prøvningen kan anses for at være en dokumentation/verifikation af miljøkvaliteten af et veldefineret parti. Der ligger i denne kontrol et indirekte incitament til at fastholde og forbedre miljøkvaliteten af fraktionen opstrøms i håndteringskæden "ved containeren" (som i denne sammenhæng kan opfattes som "kilden"), idet det kan have især økonomiske konsekvenser, hvis

et parti ikke kan godkendes til nyttiggørelse. For at der skal være incitament til at fastholde og forbedre miljøkvaliteten opstrøms i håndteringskæden, er det afgørende, at resultaterne af undersøgelser foretaget med det første undersøgelsesformål, kan spores tilbage til den enhed, som er juridisk ansvarlig for affaldet.

Ved det andet prøvetagningsformål lægges der op til, at der gennemføres en indsats, som har karakter af et "undersøgelingsprogram". Formålet med denne indsats vil være at forbedre de indsamlede affaldsfraktioners miljøkvalitet gennem bedre sortering ved indlevering af bygge- og anlægsaffaldet på genbrugsstationerne. Prøvetagning er her blot et af flere redskaber, der kan understøtte dette formål. Planlægningen af, hvordan prøver skal udtages, er til det formål baseret på viden eller mistanke om farlige stoffers forekomst i forskellige materialetyper. På baggrund af resultaterne fra sådanne undersøgelser, kan der tages stilling til, om det giver anledning til at foretage ændringer i genbrugsstationens sorteringskrav.

De to undersøgelsesformål og den heraf følgende indsats understøtter hinanden godt. En forbedring af miljøkvaliteten skal nødvendigvis ske opstrøms i håndteringskæden "ved containeren", og incitamentet til at gøre det og fastholde arbejdet ligger i, at fraktionernes miljøkvalitet rutinemæssigt kontrolleres nedstrøms i håndteringskæden inden afsætning. Nedstrøms kontrol sikrer, at de oparbejdede fraktioner, der nyttiggøres, er vurderet egnet til dette. Denne dokumentation/verifikation kan ikke opnås alene ved en indsats "ved containeren", når der er tale om bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationerne (se kap 4.2). Med tiden kan en løbende kontrol dog give god indikation af den nødvendige hyppighed af kontrol.

3.2 Prøvetagningspunkter i håndteringskæden

Der er som nævnt i kapitel 2.3 i projektet udvalgt tre overordnede fraktioner af bygge- og anlægsaffald, som modtages på genbrugsstationerne. For alle tre fraktioner indgår det i oparbejdningen, at fraktionerne knuses inden de afsættes til nyttiggørelse (se FIGUR 1) – i visse tilfælde er dette suppleret med frasortering af urenheder til forbrænding/deponering samt jern og metal til genanvendelse. Enkelte fraktioner som tegl kan også afsættes til forberedelse med henblik på genbrug, når disse indsamles separat som uforurenede mursten.

Når der i håndteringskæden (se FIGUR 1) sker en oparbejdning af affaldet, og karakteren af affaldet ændres, er det afgørende at få fastlagt, hvor i håndteringskæden prøver skal udtages, for at resultaterne af prøvetagning og analyse understøtter og opfylder formålet med undersøgelsen. For de affaldsfraktioner, der er fokus på i denne rapport, ændres affaldets karakter under oparbejdningen, idet materialerne nedknes, inden de kan nyttiggøres. Ved knusningen sker der dels en reduktion af størrelsen på materialet, dels en homogenisering. Det er derfor afgørende at fastlægge, om prøverne skal udtages før eller efter fraktionerne nedknes, idet formålet skal kunne opfyldes.

Med udgangspunkt i de to undersøgelsesformål er anvendeligheden af resultaterne samt fordele og udfordringer ved at udtage prøver før eller efter knusning opsummeret i TABEL 9 og TABEL 10.

TABEL 9. Vurdering af fordele og udfordringer ved prøvetagning før eller efter knusning af affaldsfraktionen. Prøver udtages med det formål at kunne vurdere miljøkvaliteten af affaldsfraktionen i forhold til nyttiggørelse

Formål	Vurdering af miljøkvalitet i forhold til nyttiggørelse.
Prøvetagningspunkt før knusning af materialerne i affaldsfraktionen	
Fordele	<ul style="list-style-type: none">• Spidskoncentrationer kan identificeres• Indhold af forurenende stoffer "fortyndes" ikke

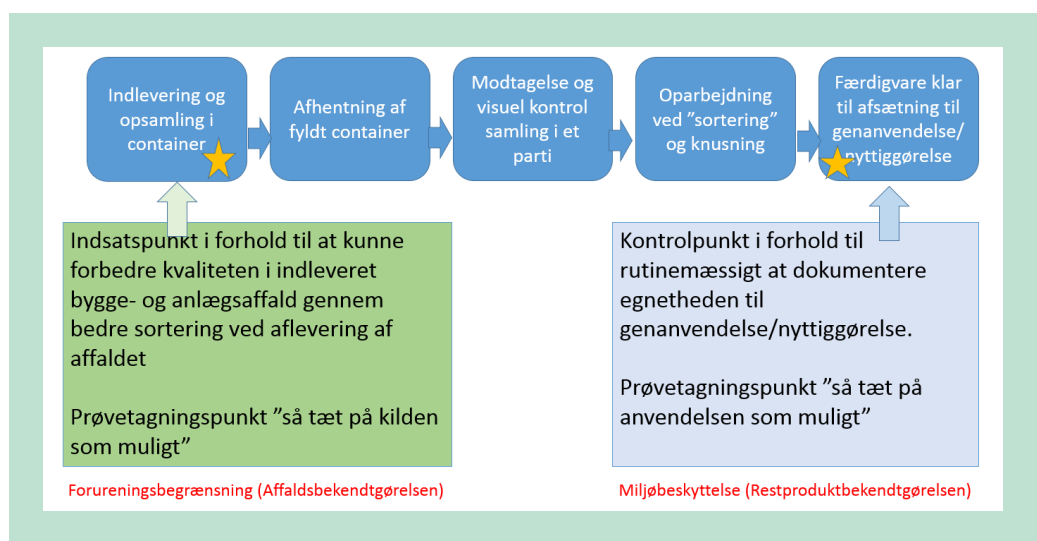
	<ul style="list-style-type: none"> • Erfaringsgrundlag kan styrke informationsindsatsen • Kompositmaterialer og overfladebehandlede materialer kan identificeres
Udfordringer	<ul style="list-style-type: none"> • Affaldets heterogenitet er en meget stor udfordring, og det er ikke muligt med en overskuelig arbejdsindsats at udtage repræsentative prøver til formålet (se kap 4.2) • Der kan ikke opnås en tilstrækkelig sikkerhed i resultaterne da prøvetagningsusikkerheden vil være for stor pga. heterogenitet og variation • Det vil ikke være muligt at udforme en prøvetagningsprocedure, som er systematisk og repeterbar pga. affaldets heterogenitet • Det vil være vanskeligt at gennemføre som en rutinemæssig kontrol, og resultaterne vil ikke være egnet som dokumentation for egnethed til nyttiggørelse
Prøvetagningspunkt efter knusning af materialerne i affaldsfraktionen	
Fordele	<ul style="list-style-type: none"> • Der kan udtages repræsentative prøver jf. definition på repræsentativ prøvetagning (se kap 4.2) • Affaldets heterogenitet er reduceret væsentligt • Risiko for egentlige prøvetagningsfejl er minimeret (Prøvetagningsusikkerheden er væsentlig reduceret) • Prøvetagning og testning er specifikt rettet mod at bedømme de oparbejdede fraktioners egnethed til nyttiggørelse
Udfordringer	<ul style="list-style-type: none"> • Det er ikke muligt at identificere direkte fra hvilke materialetyper i et parti, en eventuel forurening stammer • Eventuelle forureninger fra specifikke materialer (punktforureninger) kan være fortyndet til under et detekterbart niveau

TABEL 10. Vurdering af fordele og udfordringer ved prøvetagning før eller efter knusning af affaldsfraktionen. Prøver udtages med det formål at forbedre miljøkvaliteten ved sortering "ved containeren".

Formål	Forbedring af miljøkvalitet i indsamlede affaldsfraktioner
Prøvetagningspunkt før knusning af materialerne i affaldsfraktionen	
Fordele	<ul style="list-style-type: none"> • Knusningen umuliggør identificering af problematiske materialetyper i affaldsfraktionen • Prøvetagning med henblik på at kontrollere effektiviteten af sorteringskrav skal derfor ske inden knusning • Hvis der påvises hyppig forekomst af materialetyper indeholdende forureninger, kan resultatet give anledning til ny sorteringsvejledning • Prøver der udtages til kemisk analyse udvælges selektivt ud fra eksisterende viden og en mistanke om et indhold af forurenende stoffer (prøvetagningsstrategi kaldes judgemental sampling) • Prøvetagningsproceduren vil få karakter af en større undersøgelse, hvor der udtages mange prøver på et veldefineret parti
Udfordringer	<ul style="list-style-type: none"> • På grund af affaldets kompleksitet og heterogenitet vil hver kampagne kræve et større antal prøver for at opnå et tilstrækkeligt niveau af viden om et givent parti • Det er ikke fysisk muligt at overskue et parti ret meget større end, hvad der kan være i en container, når prøvetagningen skal gennemføres fra et ikke nedknust parti. For at øge beslutningssikkerheden udtages derfor ofte prøver af flere partier i en undersøgelse, hvilket fordyrer undersøgelsen • Prøvetagerens viden og kompetence er afgørende for, at formålet med prøvetagningen bliver opfyldt
Prøvetagningspunkt efter knusning af materialerne i affaldsfraktionen	
Fordele	• -
Udfordringer	<ul style="list-style-type: none"> • Det er ikke muligt at opfylde undersøgelsesformålet, hvis fraktionen af bygge- og anlægsaffald er knust. Ved en sortering i størrelsesfraktioner kan det dog undersøges om en forurening evt. knytter sig til en bestemt fraktion (forventeligt finfraktionen, da

en overfladeforurening kan være slået af). Det kan give anledning til, at denne fraktioneres for at opnå et bedre produkt som både teknisk og miljømæssigt er egnet til genanvendelse

TABEL 9 og TABEL 10 leder frem til, at der kan identificeres to forskellige prøvetagningspunkter i håndteringskæden. De to prøvetagningspunkter understøtter hver et undersøgelsesformål. Prøver, der er udtaget først i håndteringskæden, vil være udtaget med det formål at undersøge, om fraktionen indeholder materialetyper med forurenende stoffer, som er uønsket i fraktionen, samt om der er sket en korrekt sortering ved containeren (forureningsbegrænsning). Er prøverne derimod udtaget efter oparbejdning af fraktionen (efter knusning), vil prøverne kun kunne anvendes til at vurdere, om den oparbejdede fraktion har en miljøkvalitet, der tillader, at fraktionen kan nyttiggøres (miljøbeskyttelse). Med andre ord - resultaterne fra analyse af prøver udtaget i et af de to prøvetagningspunkter vil ikke kunne anvendes til opfylde begge de ønskede undersøgelsesformål. Der er tale om to forskellige undersøgelsesformål, der også kræver to forskellige strategier for prøvetagning og prøvetagningsprocedurer.



FIGUR 2. Håndtering af bygge- og anlægsaffald fra indlevering på genbrugsstationer til knuste materialer klar til afsætning. Stjernerne indikerer, hvor i håndteringskæden prøvetagning og testning skal ske for at opfylde de to undersøgelsesformål.

For at kunne opfylde ønsket om både at forbedre miljøkvaliteten af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationerne og at opnå viden om fraktionernes miljøkvalitet inden nyttiggørelse er det valgt at arbejde videre med de i FIGUR 2 viste prøvetagningspunkter.

3.3 Niveau for sporbarhed (prøvetagningskala)

Det næste væsentlige forhold at få afklaret, inden det besluttes, hvordan prøvetagning, test og analyse gennemføres på bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer, er prøvetagningskalaen. Prøvetagningskalaen er den affaldsmængde (f.eks. den enkelte container, genbrugsstation eller kommune), som resultaterne af prøvningen kan spores tilbage til. Der er opstillet fem koncepter for, hvordan sporbarhed ved prøvetagning af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer kan defineres. De fem koncepter er opstillet ud fra forskellige måder at definere et prøvetagningsparti. Hvert koncept er således et udtryk for, hvor langt et resultat af prøvningen kan spores tilbage til oprindelseskilden i håndteringskæden.

De fem koncepter er defineret som følger:

Koncept 1: Et prøvetagningsparti består af én container indeholdende den indsamlede fraktion (ca. 12-14 m³)

- Koncept 2: Et prøvetagningsparti består af maksimalt X^1 tons af en given fraktion fra samme genbrugsstation
- Koncept 3: Et prøvetagningsparti består af maksimalt X tons af en given fraktion fra genbrugsstationer i en kommune
- Koncept 4: Et prøvetagningsparti består af maksimalt X tons af en given fraktion fra genbrugsstationer fra samme affaldsselskab eller kommune
- Koncept 5: Et prøvetagningsparti består af maksimalt X tons af en given fraktion uafhængigt af, hvor affaldet kommer fra

Fælles for alle koncepter er, at sporbarheden tilbage til den oprindelige affaldsproducent er tabt i det øjeblik, affaldet er indleveret til genbrugsstationerne. Den reelle viden, der foreligger om kvaliteten af bygge- og anlægsaffaldet i de tre fraktioner, er knyttet til de sorteringsvejledninger og de driftsforhold, som genbrugsstationerne, kommunen eller affaldsselskabet opererer under.

For hvert af de fem koncepter beskrives i bilag 2 niveauet for sporbarhed og de prøvetagningsmæssige overvejelser, der følger. Derudover er de praktiske forhold (logistik, krav til pladsforhold og økonomi) omkring implementering af prøvetagning vurderet.

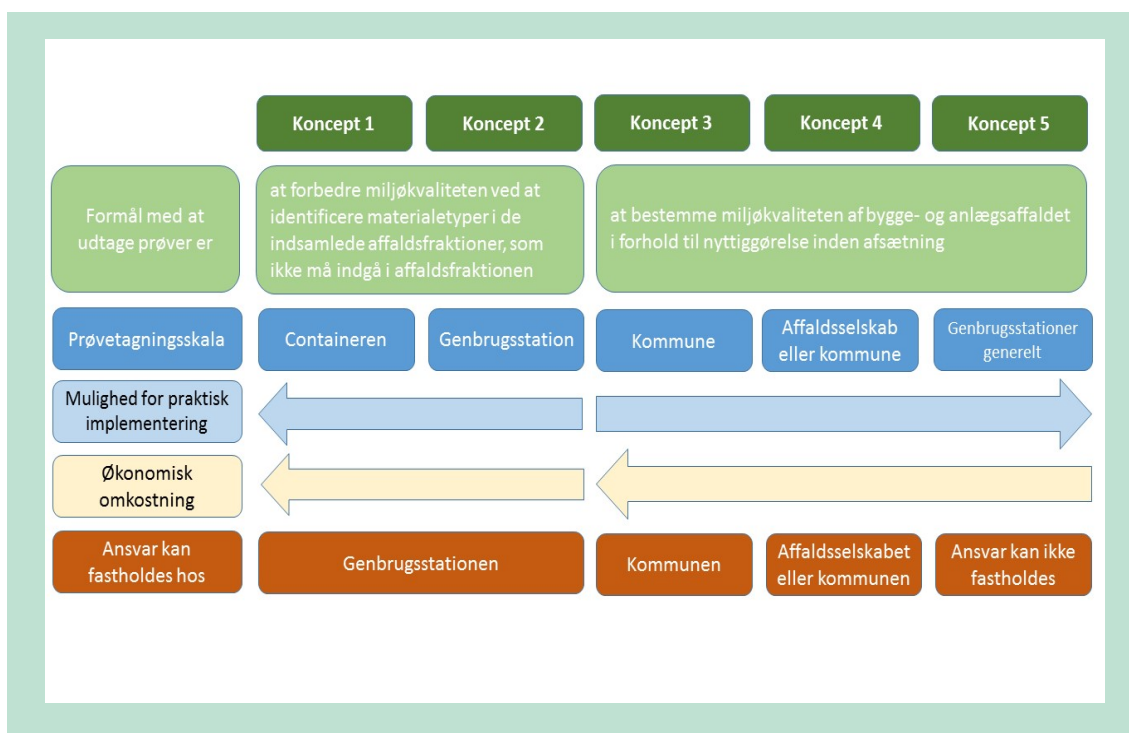
Koncepternes anvendelighed i forhold til undersøgelsesformål kan ud fra de gennemførte vurderinger (bilag 2) sammenfattes i følgende punkter:

- **Koncepterne 1 og 2** vil være velegnet til at understøtte ønsket om at forbedre miljøkvaliteten af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer – f.eks. gennem forbedring af sortering og sorteringsvejledning. Gennem prøvetagning kan materialetyper, der vides at indeholde uønskede stoffer, identificeres (visuelt eller ved kemisk analyse). Resultaterne, der opnås, er direkte relateret til den enkelte genbrugsstation. I forhold til at understøtte formålet om at kontrollere miljøkvaliteten af indholdet i containeren forud for nyttiggørelse, vurderes koncepterne ikke at kunne fungere i praksis. De logistiske og driftsmæssige udfordringer vil være for store, og de økonomiske omkostninger til at sikre sporbarhed på dette niveau vil være høje.
- **Koncepterne 3 og 4** minder meget om hinanden og understøtter, at miljøkvaliteten i et parti kan vurderes forud for nyttiggørelse ved repræsentativ prøvetagning. Der er i begge koncepter sporbarhed til en juridisk enhed, som har ansvaret for miljøkvaliteten af de indsamlede fraktioner. En rutinemæssig kontrol nedstrøms i håndteringskæden kan skabe et indirekte incitament til at have fokus på at forbedre miljøkvaliteten gennem bedre sortering på genbrugsstationerne, da resultaterne kan relateres tilbage til et affalds-/forsynings-selskab eller en kommune. For begge koncepter vil logistikken og driften på modtage- og oparbejdningsanlæg kræve en væsentlig ændring i forhold til praksis i dag, som sikrer sporbarheden.
- **Koncept 5** er det koncept, der vil kræve den mindste forandring fra situationen i dag. Dog vil bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer skulle holdes adskilt fra de øvrige mængder af bygge- og anlægsaffald. Konceptet vil give et generelt indtryk af forureningsgrad af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer. Det understøtter formålet om at vurdere miljøkvaliteten af fraktionerne forud for nyttiggørelse. Sporbarheden tilbage til en juridisk enhed er tabt. For modtageanlæggene vil der derfor ligge en økonomisk risiko, hvis fraktionen ikke kan opfylde den forventede miljøkvalitet. For genbrugsstationer, kommuner og affalds-/forsynings-selskaber ligger der ikke i dette koncept et incitament til at forbedre miljøkvaliteten af fraktionerne.

¹ X refererer til en nærmere fastsat mængde i et veldefineret parti. Denne mængde skal fastsættes i forbindelse med, at der stilles et krav til prøvetagning. Princippet for at fastsætte X er beskrevet i kap. 4.2

Som illustreret på FIGUR 3 er koncepterne 1 og 2 defineret, så de understøtter formålet om at kunne identificere uønskede materialetyper i en fraktion mhp. at forbedre miljøkvaliteten af affaldsfraktionerne. Koncepterne 3, 4 og 5 vil understøtte formålet om at kontrollere miljøkvaliteten og verificere egnetheden til nyttiggørelse. Koncepterne 3 og 4 fastholder sporbarhed af resultatet tilbage til en juridisk enhed, hvorved en eventuel forringelse i miljøkvalitet og økonomisk meromkostning for slutdisponering kan adresseres.

Der vil kunne opstilles et paradigme for prøvetagning, test og analyse for koncepterne 3, 4 og 5 som knytter sig til formålet om kontrol af miljøkvalitet inden nyttiggørelse og et andet paradigme for koncepterne 1 og 2 knyttet til forbedring af miljøkvalitet ved identificering af uønskede materialetyper. I FIGUR 3 illustreres anvendeligheden af de fem koncepter i forhold til prøvetagningsformål, prøvetagningssskala (sporbarhed), implementerbarhed (vokser i pilens retning) og økonomi (omkostninger stiger i pilens retning). Derudover indikeres det på hvilket niveau, det er muligt at fastholde ansvaret for affaldet på..



FIGUR 3. Sammenfatning af vurdering af de fem koncepter.

I det følgende opstilles en procedure for prøvetagning og testning, som vil kunne finde anvendelse for koncept 3, 4 og 5. Proceduren vil kunne anvendes til at bestemme miljøkvaliteten af et veldefineret parti af en oparbejdet fraktion fra genbrugsstationer inden afsætning til nyttiggørelse. For koncepterne 1 og 2 diskuteres elementer, som indgår i planlægning af prøvetagning i forbindelse med et undersøgelsesprogram, som kan understøtte formålet om at forbedre miljøkvaliteten af fraktioner af indsamlet bygge- og anlægsaffald på genbrugsstationerne.

4. Udarbejdelse af prøvetagningsprocedure

4.1 Standarder om prøvetagning

Under det europæiske standardiseringsorgan (CEN) er der udarbejdet flere standarder om prøvetagning, som er relevante for dette arbejde. TABEL 11 giver en oversigt over de relevante standarder og deres anvendelsesformål.

TABEL 11. Standarder om prøvetagning

Standardnummer	Beskrivelse
DS/EN 16457:2014	<p>Karakterisering af affald – Rammer for udarbejdelse og anvendelse af et prøvetagningsprogram – Mål, planlægning og rapport</p> <p>Standarden beskriver principperne for at planlægge og gennemføre et undersøgelsesprogram for affald. Der er i standarden fokus på at fastlægge formålet med undersøgelsen, planlægning af undersøgelsesprogrammet samt af-rapportering. Standardens mål er at sikre pålidelige og sammenlignelige resultater fra undersøgelsesprogrammer udført i overensstemmelse med standarden</p>
DS/EN 14899:2006:	<p>Karakterisering af affald – prøveudtagning af affald – Rammer for udarbejdelse og anvendelse af en prøveplan</p> <p>Standarden beskriver, hvordan en prøvetagningsplan udarbejdes. Det omfatter afklaring af alle forhold, som er væsentlige for at kunne gennemføre en prøvetagning i praksis. Til brug for udarbejdelsen af prøvetagningsplanen er der udgivet en følgende tekniske rapporter:</p> <ul style="list-style-type: none">• DS/CEN TR 15310-1: 2007. Karakterisering af affald – Prøvetagning af affalds-materialer – Del 1: Vejledning i udvælgelse og anvendelse af kriterier for prøvetagning under forskellige forhold• DS/CEN TR 15310-2: 2007. Karakterisering af affald – Prøvetagning af affalds-materialer – Del 2: Vejledning i prøvetagningsteknikker• DS/CEN TR 15310-3: 2007. Karakterisering af affald – Prøvetagning af affalds-materialer – Del 3: Vejledning i at tage delprøver i felten• DS/CEN TR 15310-4: 2007. Karakterisering af affald – Prøvetagning af affalds-materialer – Del 4: Vejledning i procedure for emballering, opbevaring, konservering, transport og aflevering• DS/CEN TR 15310-5: 2007. Karakterisering af affald – Prøvetagning af affalds-materialer – Del 5: Vejledning i udarbejdelse af prøvetagningsplan
DS/EN 932-1:2000	<p>Prøvningsmetode for generelle egenskaber ved tilslag. Del 1: Prøveudtagning</p> <p>Standarden fastlægger metoder til udtagning af prøver af tilslag fra leverancer, produktionsanlæg og lagre</p>

Fælles for standarderne er, at der forud for selve prøvetagningen skal udarbejdes en prøvetagningsplan. Grundtanken i en prøvetagningsplan er, at man gennem udarbejdelsen ledes til at gennemtænke de forhold, der er af betydning for prøvernes repræsentativitet og kvalitet. I det følgende vil de grundlæggende elementer, som er af betydning for repræsentativ prøvetagning, blive diskuteret. Der gives forslag til, hvordan krav til prøvetagning af repræsentative prøver til vurdering af miljøkvaliteten af de oparbejdede affaldsfraktioner kan udformes.

4.2 Kontrol af oparbejdede fraktioners miljøkvalitet inden afsætning til nyttiggørelse

Fra Restproduktbekendtgørelsen (BEK 1672:2016) kender vi allerede til det at udtage prøver til kontrol af visse affaldsstrømme i forhold til at afgøre, om et givet parti er egnet til nyttiggørelse. Det fremgår af Restproduktbekendtgørelsen, hvordan prøver skal udtages, hvordan de skal forbehandles, testes og analyseres, og hvordan resultaterne danner grundlag for at kategorisere et parti efter forureningsgrad. Kategorien er afgørende for de betingelser, under hvilke f.eks. restproduktet må nyttiggøres. Ser man ud over Danmarks grænser, finder man i Holland, Belgien og Finland et lovkrav om, at bygge- og anlægsaffald, der nyttiggøres som erstatning for primære råstoffer, skal prøvetages og testes med henblik på at vurdere egnetheden til nyttiggørelse. Østrig, Sverige og Frankrig har udarbejdet vejledende materiale herom (Miljøstyrelsen, 2015)

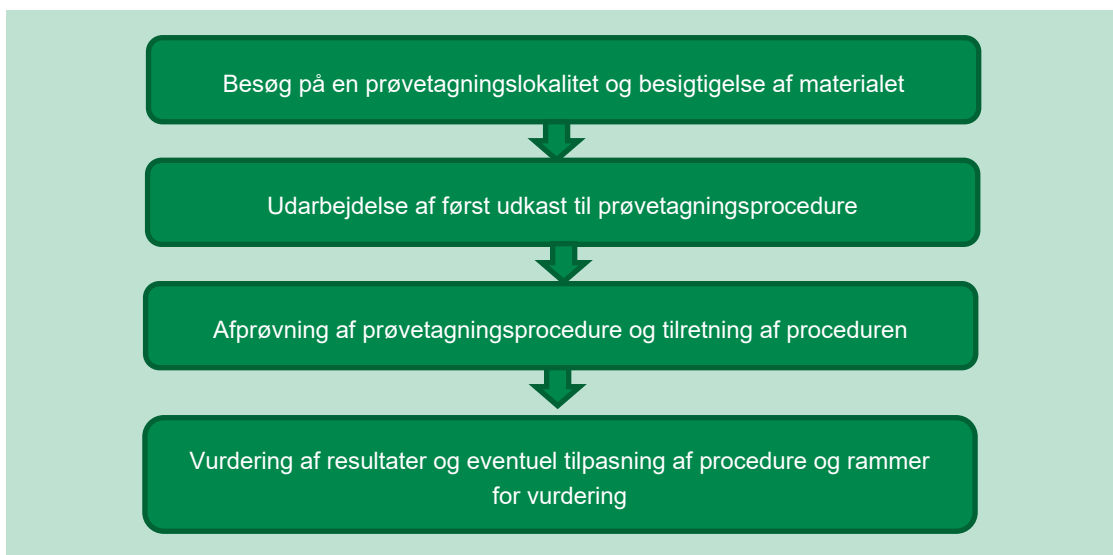
Hvis det påtænkes at stille krav om udtagning af prøver til kontrol af miljøkvaliteten af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer til nyttiggørelse, er det vigtigt, at kravet følges op med den ramme, som fastsætter kriterier for, hvornår fraktionerne er hhv. egnede eller ikke egnede til nyttiggørelse, og under hvilke forhold nyttiggørelsen kan finde sted. Uden den ramme vil det være vanskeligt at opnå en ensartethed i vurderingerne af de oparbejdede fraktioners miljøkvalitet og egnethed til nyttiggørelse. I praksis vil kravet til prøvetagning ikke kunne fungere efter hensigten uden den lovgivningsmæssige ramme. I Miljøprojekt nr. 1731 (Miljøstyrelsen 2015b) og Miljøprojekt nr. 2055 (Miljøstyrelsen 2018b) findes et materiale, der kan understøtte en eventuel udarbejdelse af kriterier for egnethed til nyttiggørelse.

I det følgende er givet et forslag til prøvetagningsprocedure samt overvejelser, der følger med under de enkelte punkter.

Verificering af prøvetagningsprocedure

Når der skal udarbejdes en prøvetagningsprocedure, som skal anvendes bredt og rutinemæssigt, og hvor resultaterne løbende skal danne grundlag for at træffe beslutninger, bør udarbejdelse af proceduren ske i flere trin som illustreret i FIGUR 4. Processen skal sikre, at proceduren er håndterbar i praksis, og at der kan opnås et grundlag for at kunne vurdere, om beslutningssikkerheden kan forventes at være acceptabel.

De første to trin i processen er omfattet af nærværende projekt, og det kan foreslås, at branchen i samarbejde med Miljøstyrelsen gennemfører de resterende trin for at skabe et godt vidensgrundlag til udarbejdelse af rammerne for at stille krav om prøvetagning og testning af de oparbejdede materialer fra genbrugsstationerne.



FIGUR 4. Proces for udarbejdelse og afprøvning af en prøvetagningsprocedure, som skal finde anvendelse til rutinemæssig kontrol.

Formål med prøvetagning

Formålet med at udtage repræsentative prøver af de oparbejdede fraktioner af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationerne inden afsætning er at kontrollere miljøkvaliteten af de oparbejdede fraktioner med henblik på at vurdere egnethed til nyttiggørelse.

Repræsentativ prøvetagning

”Ved repræsentative prøver forstås i denne sammenhæng prøver, der er udtaget korrekt. Korrekt prøvetagning er, når alle partikler i en given mængde (population) har samme sandsynlighed for at indgå i en prøve, og når denne sandsynlighed er forskellig fra nul” (Gy, 1998)

Ved korrekt prøvetagning er systematiske fejl elimineret. I bilag 3 beskrives to typer af prøvetagningsfejl (tilfældige fejl og systematiske fejl), samt hvordan disse kan reduceres/elimineres gennem tilrettelæggelse af prøvetagningsproceduren. Definition af repræsentative prøver stammer fra Teorien om Prøvetagning (Theory of Sampling) og finder anvendelse, når der er tale om sandsynlighedsbaseret prøvetagning (”probabilistic sampling”). Teorien er udviklet for prøvetagning i mineindustrien og anvendes inden for mange forskellige områder, bl.a. til prøvetagning af kul og koks med henblik på økonomisk afregning i forhold til brændværdi.

Prøvetagningsstrategi

Strategien for udtagning af prøver til rutinekontrol er sandsynlighedsbaseret (probabilistic sampling). Prøvetagningen er tilfældig og - i modsætningen til judgmental sampling - ikke baseret på en ekspertvurdering af materialetyperne. Alle partikler i en population har en chance for at indgå i prøven. Udtages flere prøver fra samme parti kan variationen i populationen bestemmes, og dermed kan beslutningssikkerheden fastlægges.

En prøve til kontrol/verifikation af et partis miljøkvalitet bør altid udtages som en blandprøve, der repræsenterer hele partiet.

Et prøvetagningsparti – også kaldet prøvetagningspopulation

Det skal beslattes, hvor stor en mængde af den oparbejdede fraktion et parti må indeholde og dermed, hvor stor en mængde én prøve maksimalt må repræsentere. I fastsættelsen af størrelsen af et prøvetagningsparti indgår der oftest overvejelser, som dels er knyttet til fraktionens heterogenitet, dels til hvor sikker i beslutningen, man har behov for at være. Sidstnævnte er ofte relateret til, hvor sårbart området for nyttiggørelsen vurderes at være. Når der er tale om prøvetagning af affald, har vi typisk ikke tilstrækkelig information/data om affaldet til at kunne gennemføre en egentlig statistisk vurdering af beslutningssikkerheden. Størrelsen af et prøvetagningsparti fastlægges derfor oftest ud fra kvalitative overvejelser. Overvejelserne kan omfatte vurderinger af om de oparbejdede affaldsfraktioner tillades nyttiggjort

- i sårbare områder og uden yderligere miljøbeskyttende foranstaltninger. Det vil det kræve en høj sikkerhed i beslutningen og dermed mindre prøvetagningspartier
- i mindre sårbare områder med krav om yderligere miljøbeskyttende foranstaltninger (f.eks. tæt overdækkende lag f.eks. i form af beton eller asfalt), kan beslutningssikkerheden reduceres og større prøvetagningspartier tillades
- i robuste områder uden eller med yderligere miljøbeskyttende foranstaltninger, kan beslutningssikkerheden reduceres, og større prøvetagningspartier tillades.

Forhåndskendskabet til risikoen for, at affaldsfraktionerne indeholder uønskede miljøproblematiske stoffer, kan også være afgørende for at vælge mindre prøvetagningspartier (svarende til en højere prøvetagningshyppighed) end for affaldsfraktioner, hvor risikoen for indhold af miljøproblematiske stoffer er lav. På nuværende tidspunkt er der ikke et tilstrækkeligt vidensgrundlag til at differentiere mellem størrelsen af prøvetagningspartier for fraktionerne af beton, tegl, sanitet mv. Den vurdering baseres på, at fraktionerne på genbrugsstationerne i dag sorteres efter meget forskellige vejledninger (se kap. 2.3).

Størrelser på prøvetagningspartier er allerede i dag fastlagt i forskellige sammenhænge i dansk lovgivning. I Jordflytningsbekendtgørelsen (BEK 1452:2015) foreskrives det, at der skal udtages én prøve per 30 tons af jord fra kortlagte arealer og én prøve per 120 tons fra klassificerede arealer og offentlige veje. I Restproduktbekendtgørelsen (BEK 1672:2016) er det fastsat, at én prøve (sammensat af 50 delprøver) kan repræsentere et parti på maksimalt 5.000 ton af slagge fra affaldsforbrænding. I fastsættelsen af mængden har det her indgået i overvejelserne, at nyttiggørelsen af slagge er begrænset til nærmere bestemte bygge- og anlægsformål og er underlagt nærmere specificerede placeringskrav i forhold til grundvandsspejl og vandindvindingsboringer.

Horsens og Aarhus kommune har oplyst, at der udtages prøver af beton og teglfraktionerne fra kommunens genbrugsstationer til test og analyse efter de retningslinjer, som foreskrives for prøvetagning af slagge i Restproduktbekendtgørelsen.

Et parti holdes adskilt fra de øvrige mængder, indtil resultaterne af prøvetagning, test og analyse foreligger, og vurderingen af miljøkvalitet i forhold til nyttiggørelse er foretaget. Det foreslås, at partier med "samme miljøkvalitet" herefter kan blandes (som vi kender det fra håndtering af jord jf. Jordflytningsbekendtgørelsen).

Af ovenstående fremgår det, at fastsættelsen af størrelsen af et prøvetagningsparti beror på hvilken ramme for nyttiggørelsen, der sættes op. Det anbefales, at branchen i samarbejde med Miljøstyrelsen gennemfører et forstudie med henblik på at indhente information, der kan bidrage til at fastlægge en ramme for nyttiggørelse af affaldsfraktionerne samt størrelsen af et prøvetagningsparti. I et forstudie vil implementerbarhed af prøvetagningsprocedurer endvidere kunne afprøves, og data herfra vil give et grundlag for indledningsvis at vurdere konsekvenserne af at kontrollere miljøkvaliteten inden nyttiggørelse.

Prøvetagningsituation

Prøver af de oparbejdede fraktioner kan udtages enten direkte fra knuseanlægget eller fra lagerbunker. Når prøvetagningsstedet skal vælges, skal det altid overvejes, om det er muligt at udtage prøverne, mens materialet er i bevægelse. Den absolut vanskeligste prøvetagningsituation er prøvetagning fra store lagerbunker. Prøver herfra er sjældent repræsentative for hele bunken (jf. definitionen på repræsentative prøver), men det antages ofte, at det materiale i bunken, der ikke er "adgang" til, har samme karakteristika som det materiale, som prøven repræsenterer. Oftest er dette dog ikke eftervist. Problematikken er også diskuteret i Miljøstyrelsen (2018b).

Prøvetagning fra en faldende strøm eller fra et transportbånd er de prøvetagningsituationer, der giver bedst mulighed for repræsentativ prøvetagning, hvor alle partikler har lige stor chance for at indgå i prøven. Risikoen for systematiske fejl er med det rette prøvetagningsudstyr væsentlig mindre end ved prøvetagning i store lagerbunker. I affaldssektoren er der i Danmark i dag ikke tradition for at anvende automatisk prøvetagningsudstyr til udtagning af prøver til bestemmelse af miljøkvalitet. AFATEK, som oparbejder slagter fra affaldsforbrænding til nyttiggørelse, udtager rutinemæssigt prøver til kontrolanalyse vha. automatisk prøvetagningsudstyr, men det er langt mere udbredt i Danmark at udtage prøver fra stationære lagerbunker.

Primærprøven

Primærprøven er den prøve, der udtages fra prøvetagningspopulationen. Primærprøvens minimumsstørrelse kan beregnes ud fra følgende formel jf. DS/EN 932-1: 2000.

$$M = 6 \cdot \sqrt{D} \cdot \rho$$

Hvor

- M er prøvens masse i kilogram
- D er den største partikelstørrelse i millimeter
- ρ er densiteten i ton/m³

I TABEL 12 er formelen anvendt for forskellige maksimale partikelstørrelser. Der er anvendt en densitet på 2,0 ton/m³ for beton (Miljøstyrelsen 2018b).

TABEL 12 Minimumsstørrelse for primærprøven – beregnet ud fra den maksimale partikeldiameter, som prøvetagningspartiet indeholder

Maksimal partikelstørrelse (mm)	Minimums prøvemængde i primærprøven* (kg)
4	30
8	40
16	50
32	70
64	100
90	120

* Minimumsmængderne er rundet op til nærmeste hele ti-tal

Antal delprøver

Primærprøven sammensættes af et antal delprøver. Jo flere delprøver, der indgår i primærprøven, jo bedre er det, fordi de tilfældige fejl, som er knyttet til materialets heterogenitet reduceres (se bilag 3). I praksis vil antallet af delprøver, der skal til for at opfylde kravet til primærprøvens størrelse ofte afhænge af prøvetagningsudstyret og den mængde, der opsamles ved korrekt brug af udstyret. Det er derfor heller ikke hensigtsmæssigt at fastlåse antallet af delprøver

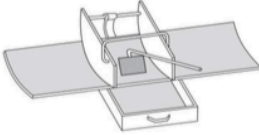
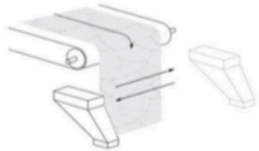
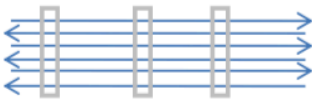
med et eksakt krav. Men derimod kan det overvejes i visse prøvetagningsituationer at fastsætte et minimumsantal delprøver. Antallet af delprøver beregnes derefter ud fra hvilket prøvetagningsudstyr der anvendes. I nogle tilfælde vil en fastsættelse af et minimumsantal delprøver bevirke, at primærprøven vil være væsentlig større end minimumsmængden, men det bidrager kun positivt til at reducere de tilfældige fejl.

I TABEL 13 vises, hvordan antallet af delprøver hænger sammen med primærprøvens minimumsstørrelse og prøvetagningsudstyr.

TABEL 13 Sammenhæng mellem antal delprøver, prøvetagningsudstyr og primærprøvens størrelse. I tabellen er antallet af delprøver fastsat ud fra ønsket om at primærprøven skal udgøre minimum 100 kg.

Prøvetagnings-situation	Prøvetagningsudstyr	Forventet størrelse på delprøve (0-32 mm beton)	Minimumsantal af delprøver
Fra transportbånd	Prøvetagningskasse fra faldende strøm	Ca. 5 kg	20
	Prøvetagningsramme fra transportbånd	Ca. 5 kg	20
Fra lagerbunke	Frontlæsser (mellestørrelse)	Ca. 5 tons	4
	Skovl	Ca. 4 kg	25

Uanset om delprøver udtages fra en bunke eller fra transportbånd, gælder det, at prøvetagningsudstyr skal passe til prøvetagningsituationen og affaldets karakter (i dette tilfælde skal åbningen i prøvetagningsudstyret være større end den største partikelstørrelse i den knuste fraktion). FIGUR 5 viser eksempler på prøvetagningsudstyr, der kan anvendes i forbindelse med prøvetagning fra transportbånd og fra en mile (opbygget efter "long pile princippet").

Prøvetagnings-sted	Kriterier	Eksempler på udstyr
Transportbånd (bevægende og standset)	Udstyret skal udtage en prøve, hvor materiale fra hele båndets bredde indgår i prøven	Cross-belt cutter 
Faldende strøm	Udstyret skal opsamle hele den faldende strøms dybde og bredde	Cross stream cutter 
Mile	Udtagning af prøver fra mile kræver, at materialet er lagt op som vist i figuren. Hvis det er tilfældet, kan der udtages skiver, der dækker hele milens bredde	

FIGUR 5. Eksempler på prøvetagningsudstyr til delprøvetagning fra transportbånd og bunke (mile)

I bilag 3 er givet nogle generelle retningslinjer for valg af prøvetagningsudstyr.

Forslag til procedure for prøvetagning fra bunke (0-32 mm knust beton)

Knuste materialer i en lagerbunke segregerer (afblandes) efter partikelstørrelse. Det er især udtalt på overfladen af en bunke. Samtidig kan materialernes kemiske egenskaber på overfladen være forskellig fra de kemiske egenskaber af materialet inden i bunken. Dette fænomen kendes for affaldsforbrændingslagger (Nørgaard et al., 2009). Nogle af de samme forhold kan gøre sig gældende for materialer som knust beton. Det er derfor vigtigt, at delprøverne udtages, så de så vidt muligt repræsenterer hele bunken – ydre som indre.

Udtagning af prøver fra et veldefineret prøvetagningsparti kunne f.eks. gennemføres på følgende måde:

- En rengjort frontlæsser køres med gravefladen godt ind i bunken, så materialer fra bunkens indre fanges i grabben. Grabben løftes til vandret.
- Materialet i grabben læsses af ved siden af bunken (delprøve til primærprøven)
- Dette gentages minimum 2 gange forskellige steder i bunken (antal delprøver bør afhænge af størrelsen af bunken).
- Den samlede mængde af delprøverne vil ved denne metode være væsentlig større end minimumsmængden for primærprøven. Primærprøvens omtrentlige mængde registreres
- Delprøverne blandes nu med frontlæsseren, idet bunken minimum 3 gange trækkes ud med grabben, hvorefter materialet igen samles til en bunke
- Blandingen afsluttes med, at materialet trækkes ud i et ca. 30 cm tykt lag.
- Der udtages med skovl minimum 25 delprøver á minimum 4 kg jævnt fordelt over hele laget. Prøverne udtages, så materialet i vertikal retning så vidt muligt indgår i prøven.
- Delprøverne blandes (evt. i gummigedens grab eller en medbragt tønde).
- Der er nu udtaget omkring 100 kg materiale til en sekundærprøve

- Sekundærprøven neddeles til en laboratorieprøve på minimum 2 kg ved riffelneddeling eller andre neddelingsmetoder som "longpile" eller "Cone and Quatering" (DS/CEN 15310-3: 2006).

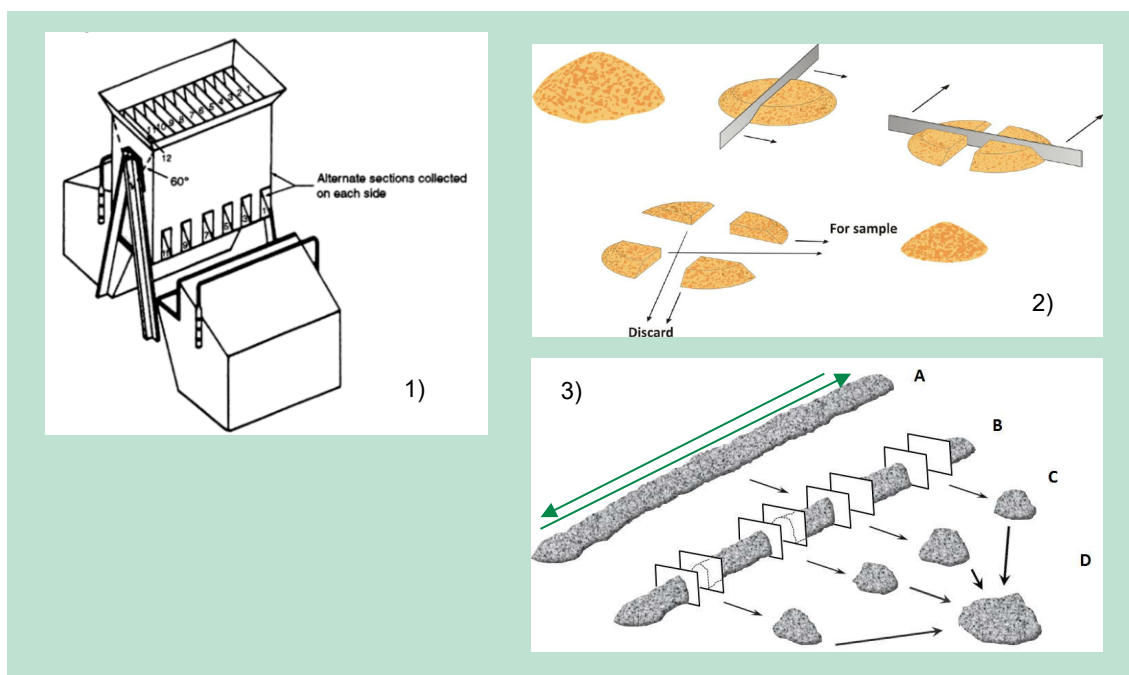
I Miljøprojekt 1991, (Miljøstyrelsen, 2018b) anvendtes en prøvetagningsprocedure for prøvetagning af knust beton samt knust beton og tegl, som med få ændringer svarede ovenstående procedure.

Forslag til prøvetagningsprocedure fra transportbånd (faldende strøm)

Af sikkerhedsmæssige hensyn bør prøvetagning fra en faldende strøm fra transportbånd kunne ske med automatisk prøvetagningsudstyr. Udstyret og brugen af udstyret skal tilpasses det transportbånd, hvorfra prøven udtages. Prøvetagning fra en faldende strøm er derfor primært anvendelig til rutinemæssig prøvetagning, idet der ligger et arbejde i at få prøvetagningsudstyret sat op og tilpasset produktionen.

- Prøvetagning skal ske over hele produktionsperioden (for prøvetagningspartiet).
- Prøvetagningen tilrettelægges, således at der for hver gang, der er knust en given mængde materiale udtages en delprøve ved, at prøvetagningskassen med en jævn bevægelse kører gennem den faldende strøm, idet der sørges for at opfange hele materialestrømmens tværsnit
- Hastigheden af prøvetagningskassen skal indstilles således, at kassen ikke når at blive helt fyldt, inden delprøvetagningen er afsluttet.
- Delprøverne blandes, og den samlede mængde af primærprøven registreres
- Primærprøven neddeles til en laboratorieprøve på minimum 2 kg ved riffelneddeling eller andre metoder som "longpile" eller "Coning and Quartering" (DS/CEN 15310-3: 2006).

FIGUR 6 viser principper i tre metoder, der kan anvendes til neddeling af mængden af primærprøver eller sekundærprøver i felten.



FIGUR 6. Metoder til neddeling af prøvemængde i felten. 1) riffelneddeler, 2) "Cone and Quartering" og 3) longpile sampling (oplægning af bunken (A) sker i pilenes retning – frem og tilbage)

I nedenstående boks er der givet et forslag til, hvordan krav til prøvetagning af de oparbejdede fraktioner af bygge- og anlægsaffald til kontrol af miljøkvalitet forud for nyttiggørelse kan udformes. Der er taget hensyn til, at prøvetagning af de oparbejdede fraktioner skal kunne ske under forskellige forhold, situationer og med forskellige typer af udstyr.

Forslag til krav til prøvetagning

Forslaget omfatter de fraktioner af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer, som projektet har haft fokus på (se kap 2.3). Udtagning af prøver til rutinekontrol af miljøkvalitet med henblik på at vurdere egnethed til nyttiggørelse skal efter oparbejdning og umiddelbart inden afsætning til nyttiggørelse.

Prøvetagningsprincip

- Prøver skal udtages repræsentativt. Med repræsentativ menes, at en hver partikel i et prøvetagningsparti skal have lige stor chance for at indgå en prøve. Prøven skal være udtaget korrekt. Ved korrekt prøvetagning er systematiske fejl elimineret (se bilag 3).
- Der udtages delprøver, som sammenstikkes til en blandprøve.
- Delprøvetagningen kan foregå fra transportbånd eller fra oplag af knuste materialer.

Der stilles krav til

- Den maksimale størrelse på et prøvetagningsparti
- Primærprøven skal bestå af et minimumsantal delprøver (afhængig af prøvetagningssituationen og det anvendte prøvetagningsudstyr)
- Minimumsmængde i primærprøven (f.eks. 100 kg)
- Minimumsmængde af sekundærprøve, som oftest også vil være laboratorieprøven (f.eks. minimum 2 kg)

- Neddeling af prøvemængden (også i laboratoriet) skal forgå efter samme principper som repræsentativ prøvetagning (f.eks. riffelneddeling eller "coning and quartering").
- Prøvetagning dokumenteres med alle relevante oplysninger
- Prøvetagning må kun udføres af dokumenteret kompetent personale

Emballering, mærkning og transport

Laboratorieprøverne pakkes i en rengjort (eller ny) spand, som kan lukkes tæt. Prøverne mærkes med en entydig kode, prøvetagerens initialer samt dato for prøvetagning. Afhentning eller levering af prøven skal på forhånd være aftalt med et analyselaboratorium.

Dokumentation af prøvetagning (prøvetagningsrapport)

Følgende oplysninger bør som minimum registreres i forbindelse med prøvetagningen og videregives sammen med resultater af test og analyse.

- Dato sted for prøvetagning
- Angivelse af hvem, der har været ansvarlig for prøvetagning
- Angivelse af prøvetagningsparti (mængde og type materiale, som prøven repræsenterer)
- Prøvetagningsituation (prøvetagning fra bunke, transportbånd mv)
 - Antal delprøver udtaget til primærprøven
 - Primærprøvens samlede mængde
 - Neddelingsmetode anvendt i felten
 - Mængden af sekundærprøven
 - Mængden af laboratorieprøven
- Observationer og eventuelle afvigelser

Ved rutinemæssig prøvetagning hos en kommune eller et modtageanlæg vil flere af oplysningerne allerede være givet fra krav til prøvetagning og kun konkrete oplysninger vedrørende den specifikke prøvetagning skal oplyses (såsom tid, prøvetager, aktuelle mængder mv.).

4.3 Indsats "ved containeren" på genbrugsstationen

En indsats "ved containeren" på genbrugsstationen skal sikre en bedre miljøkvalitet af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationerne i forbindelse med indsamlingen. Det kan ske ved løbende at indhente mere viden om forureningsrisikoen i de materialer, der modtages i de forskellige fraktioner, og ved at kontrollere sorteringskvaliteten i de enkelte fraktioner. På den baggrund kan sorteringsvejledningen og eventuel modtagekontrol af bygge- og anlægsaffaldet ved modtagelsen på genbrugsstationerne forbedres, så materialetyper, som indeholder eller forventes at indeholde uønskede problematiske stoffer og materialer, frasorteres de fraktioner, der oparbejdes til genbrug, genanvendelse eller nyttiggørelse. Det skal dog bemærkes, at desto mere kompliceret sorteringen af bygge- og anlægsaffaldet bliver på genbrugsstationen, jo flere fraktioner og containere kan der blive behov for, og jo større risiko vil der også være for fejlsorteringer.

Der findes mange tiltag, som kan iværksættes på genbrugsstationerne, og som vil kunne bidrage til at forbedre miljøkvaliteten af det bygge- og anlægsaffald, der indsamles. Mange af de mest effektive tiltag vil ikke involvere prøvetagning, men f.eks. rette sig mod videnformidling til brugerne, uddannelse af pladspersonale, indretning af modtagelsesforhold mm. Disse tiltag bidrager til en øget opmærksomhed hos borgerne og derigennem formentlig til færre fejlsorteringer. Også ud fra eksisterende viden om risiko for forekomst af problematiske stoffer i visse

materialetyper opnået fra f.eks. miljøkortlægninger af byggeri og anlæg vil det være muligt at iværksætte en indsats med henblik på at udsortere de "mistænkte" materialetyper ved at "forbyde" dem i fraktionen. En anden tilgang er positivt at udsortere materialetyper til nyttiggørelse, som med høj grad af sikkerhed ikke er påført uønskede problematiske stoffer i anvendelsesfasen. Et godt eksempel på et projekt, der har haft dette fokus, er projektet "Grøn, gul eller rød" (Dansk Affaldsforening, KL og Miljøstyrelsen, 2017). Formålet var her at udpege det beton/tegl, som med stor sandsynlighed kunne vurderes at være fri for uønskede problematiske stoffer tilført ved anvendelsen (grøn fraktion). Her var f.eks. "udendørs" beton en oplagt fraktion (fliser, kloakrør, brønddæksler og lign.). Dog skal man være opmærksom på, at de positivt udsorterede materialetyper kan have iboende egenskaber, som kan være problematiske i forhold til nyttiggørelsen af de oparbejdede fraktioner. Dette vil kunne adresseres gennem nedstrøms kontrol af de oparbejdede materialer. Projektet førte til en billedserie, som viser "uproblematisk" materialetyper (grøn), måske problematiske materialetyper (gul) og forventet problematiske materialetyper (rød). Et lignende initiativ er PVC-håndbogen, som blev udgivet af Miljøstyrelsen i 2001.

Der er uden tvivl mange forskellige initiativer, som kan bidrage til at opnå forbedret miljøkvalitet af bygge- og anlægsaffaldet indleveret på genbrugsstationerne, og som ikke nødvendigvis involverer prøvetagning. Den største udfordring ligger i at udvælge de indsatser, som giver størst effekt, og som kan gennemføres i praksis inden for de rammer (økonomisk og ressource-, plads-, mandskabs-, og tidsmæssigt, osv.), der er til rådighed. Samtidig bør indsatsen også harmonere med en tilsvarende indsats hos de større nedrivninger og renoveringer udført af professionelle.

Prøvetagning "ved containeren" på genbrugsstationen

Få nedslag på forskellige kommuners og affalds-/forsyningssekskabers sorteringsvejledninger viser (se kap 2.3), at der er stor forskel på, hvordan affaldsfraktionerne er defineret på landets genbrugsstationer. Fælles for alle, uanset hvordan de er defineret gennem sorteringsvejledninger, er, at kompleksiteten i sammensætningen er meget stor. Fraktionerne indeholder (mange) forskellige typer af materialer, som stammer fra mange forskellige små kilder - uden sporbarhed. Variationen i materialetyper i containerne er ligeledes uforudsigelig og uden nogen form for systematik. Materialernes "partikelstørrelse", heterogenitet og variationen i tid og sted gør det vanskeligt og omstændeligt at gennemføre prøvetagning af fraktionerne "ved containeren".

For at afgrænse omfanget af en undersøgelse, der omfatter prøvetagning af det indleverede bygge- og anlægsaffald "ved containeren", er det nødvendigt at fokusere undersøgelsens formål. Oftest vil den type af undersøgelser ikke være standardundersøgelser men hver gang kræve, at den rette ekspertise til planlægning og gennemførelse involveres.

Det er derfor ikke formålstjenligt at udarbejde en standardprøvetagningsprocedure for, hvordan prøver som en del af et undersøgelsesprogram udtages. Det vil afhænge af undersøgelsesprogrammets formål, fokus, omfang mv. De følgende afsnit vil derfor indeholde overvejelser, som det kan anbefales at inddrage i planlægningen og udarbejdelsen af en egentlig prøvetagningsplan (se DS/EN 16457: 2014, DS/EN 148899:2006)

Formål og vurdering af resultaterne

For at kunne tilrettelægge hvordan prøvetagning skal gennemføres, skal det være klart, hvad man ønsker at opnå med at udtage, teste og analysere prøver (undersøgelsens formål). Det er endvidere vigtigt at forholde sig til, hvordan resultaterne skal vurderes, og hvordan der træffes beslutning på baggrund af resultaterne.

Formålet med at udtage prøver kan f.eks. være at undersøge, om en given fraktion af bygge- og anlægsaffaldet indeholder asbestholdige materialer. Der skal udtages prøver af de materialetyper, som på baggrund af eksisterende viden er "mistænkt" for at indeholde asbest, med henblik på at afgøre om disse

fremadrettet skal udsorteres fra fraktionen. Det skal afklares, hvordan resultaterne af undersøgelsen fører til en beslutning. Følgende spørgsmål kan stilles:

- vil påvisning af asbest i én eller flere prøver give anledning til, at det pågældende materiale fremadrettet skal udsorteres fra fraktionen?
- Og omvendt, vil en manglende påvisning af asbest i de analyserede prøver betyde at "de mistænkte" materialetyper kan "frikendes" og ikke fremadrettet skal udsorteres?

Vurderingen af resultater og hvilken beslutning, der kan træffes på baggrund af disse, er et vigtigt element i planlægningen af undersøgelsen, især for fraktioner, hvor heterogenitet og variation i tid og sted er stor. Det gør, at det ofte er vanskeligt at "frikende" ellers "mistænkte" materialetyper for potentielt at indeholde problematiske stoffer på baggrund af et antal prøver, som de økonomiske rammer ofte begrænser.

Det er ikke altid, at prøvetagning skal følges op med kemiske analyser. I forhold til at identificere uønskede problematiske materialer i fraktionerne af bygge- og anlægsaffald vil man i mange tilfælde i kombination med viden om problematiske stoffers forekomst i byggematerialerne kunne opnå tilstrækkelig information ved visuel sortering af prøver.

Afgrænsning af den mængde, der indgår i undersøgelsen (prøvetagningspopulation)

Der er ingen faste regler for at udvælge en prøvetagningspopulation, og ofte er det økonomi og praktiske omstændigheder, der afgør, om det er en eller flere containere, der indgår i undersøgelsen. Det skal anbefales, at man, inden prøvetagningen planlægges, besigtiger både fraktionen og pladsforholdene.

I en undersøgelse udført for ARC og Københavns kommune (ARC, 2017) har man valgt på seks genbrugsstationer over to uger at gennemføre to prøvetagningskampagner af den såkaldte container 30.

Prøvetagningsstrategi

I langt de fleste tilfælde vil prøvetagning af fraktionerne "ved containeren" skulle tilrettelægges på baggrund af en viden om affaldet. Gennem de seneste 10 år er der skabt en betydelig viden om forekomsten af problematiske stoffer i byggematerialer gennem screening og miljøkortlægning af byggeri og anlæg, og løbende får vi mere viden om brugen af uønskede stoffer. Den viden er meget nyttig, når det besluttes, hvordan prøver udtages af fraktionerne af byggeaffaldet på genbrugsstationen. De materialer, som er "mistænkt", udvælges til at indgå i prøverne. Prøvetagningsstrategien kaldes for "judgmental sampling" og er baseret på stikprøver af udvalgte materialetyper i fraktionen. Man skal være opmærksom på, at denne prøvetagningsstrategi er grundlæggende forskellig fra "probabilistic sampling", som anvendes ved nedstrøms rutinekontrol af miljøkvaliteten af det oparbejdede materiale inden nyttiggørelse.

Eksempel på judgmental sampling:

Erfaringsmæssigt vil der være en risiko for, at de materialer som er malet, lakeret eller på anden måde ikke fremstår ubehandlet, indeholder uønskede problematiske stoffer. Fuger og fugerester, glaserede fliser og klæbematerialer vil ligeledes være indikationer på mulige forureninger. Prøver udtages derfor af de materialer, der "mistænkes" for at indeholde de uønskede problematiske stoffer, som er i fokus i en given undersøgelse.

I "container 30"-undersøgelsen (ARC, 2017) blev hver container underopdelt i et antal felter, og inden for hvert felt blev der udtaget prøver af på forhånd udvalgte materialer. Denne systematiske opdeling af et fysisk prøvetagningsområde kendes også fra jordforureningsundersøgelser.

Tilrettelæggelse af prøvetagningen omfatter også en beslutning om, hvorvidt der skal udtages enkeltprøver eller blandprøver til analyse. Blandprøver anvendes ofte, når det forventes, at delprøver repræsenterer "det samme materiale", dvs. samme forureningstype og -niveau.

Blandprøver anvendes for at opnå en mere sikker bestemmelse af det gennemsnitlige indhold i et prøvetagningsfelt. Enkeltprøver består af ét nedstik i prøvetagningsfeltet, og for at opnå samme beslutningssikkerhed som ved blandprøven skal der udtages flere enkeltprøver til analyse. Når der udtages flere enkeltprøver til analyse, opnås der et billede af variationen inden for prøvetagningsfeltet, hvilket man ikke opnår ved analyse af en blandprøve. Den type information vil dog i mange tilfælde være mindre relevant, når det drejer sig om bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationerne.

Med henblik på at få identificeret forekomsten af uønskede problematiske stoffer i fraktionerne af bygge- og anlægsaffald på genbrugsstationen kan delprøver ikke siges at repræsentere "samme materiale", hvorfor testning og analyse af enkeltprøver oftest vil være nødvendige.

Prøvetagningsmetode

Ideelt set skulle prøvetagningsmetoder, der anvendes til nærværende formål følge de metoder, der traditionelt set anvendes ved miljøkortlægning af byggeri og anlæg inden renovering eller nedrivning (SBI-anvisning 241, 2013 og SBI-anvisning 268, 2016).

Emballering, mærkning og transport af prøverne bør ligeledes følge de samme retningslinjer, som gælder for traditionel miljøkortlægning af byggeri og anlæg inden nedrivning (se evt. SBI-anvisning 268, 2016).

Afsluttende bemærkninger

Indsats, der involverer prøvetagning "ved containeren" på genbrugsstationerne skal overvejes og planlægges nøje. Der ligger ofte en større indsats i den type undersøgelser og et større økonomisk budget, hvorfor de mest af alt har karakter af kampagneundersøgelser, som egner sig til at gennemføre som en national indsats.

5. Testning og analysering

Ved udtagning af prøver "ved containeren" og inden oparbejdning vil det at fastlægge et program for hvilke test og analyser, der skal gennemføres, indgå som en del af planlægningen af undersøgelseskampagnen. Ofte vil undersøgelsesprogrammet være målrettet i forhold til de typer af materialer og forureninger, der ønskes undersøgt. Det er derfor heller ikke hensigtsmæssigt at opstille et generelt forslag til test- og analyseprogram for prøver udtaget med det formål at identificere og påvise tilstedeværelsen af materialer indeholdende problematiske stoffer. Dog vil en del af de analysemetoder, som foreslås anvendt i forbindelse med en rutinekontrol af de oparbejdede materials miljøkvalitet, også kunne anvendes til analyse af prøver udtaget "ved containeren" inden oparbejdning.

Dette kapitel omhandler derfor en gennemgang af og forslag til test og analyse i forbindelse med rutinekontrol af oparbejdede fraktioner af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer inden afsætning til nyttiggørelse.

5.1 Forbehandling af prøver

Prøven, der modtages i laboratoriet, skal i henhold til DS/EN 12457-1:2002 om batchudvaskningstest udgøre minimum 2 kg. Skal der ikke gennemføres udvaskningstest på prøven, kan en mindre laboratorieprøve være tilstrækkelig (dog minimum 1 kg). Ved modtagelsen kan der være behov for at tørre prøven inden den nedknyttes yderligere til testning og analyse. Prøver, der skal analyseres for flygtige organiske forbindelser, må ikke tørres af hensyn til risiko for af-dampning. Når prøven er tør nedknyttes og neddeles den til testportioner, som anvendes til tests og analyser (se kravene til nedknytning af materiale til udvaskningstest i DS/EN 12457-1:2002). Hvis der skal udføres andre typer af udvaskningstests, kan der være behov for større laboratorieprøver.

Indeholder laboratorieprøven materiale, som ikke kan nedknyttes, og som derfor skal frasorteres, skal dette fremgå af testrapporten. Typen af materiale skal beskrives, og mængden registreres. Testresultaterne opgives på basis af den mængde prøve, som indgår i udvaskningstesten.

Neddelingen af prøvemængden til en mindre mængde skal altid følge principperne for repræsentativ prøvetagning (hver partikel skal have samme chance for at indgå i delprøven).

5.2 Oplukning forud for bestemmelse af indhold af metaller og metalloider

Til bestemmelse af indhold af metaller og metalloider skal der ske en oplukning af prøven med syre. Der findes forskellige standardmetoder til dette – se TABEL 14.

TABEL 14 Metoder til oplukning af faststofprøver til bestemmelse af indhold af metaller og metalloider

Tungmetaller	Standardmetode
Prøveforberedelse	DS/EN 13656:2003 Karakterisering af affald - Mikrobølgehjulp oplukning med en blanding af flussyre (HF), Salpetersyre (HNO ₃) og saltsyre (HCl) til efterfølgende bestemmelse af metaller
	DS 259:2003 Vandundersøgelse - Bestemmelse af metaller i vand, jord, slam og sedimenter - Almene principper og retningslinjer for

I Danmark anvendes den partielle oplukning efter DS 259 :2003 til bestemmelse af indhold af tungmetaller i jord og slagger. Ordet "partiel" anvendes om denne oplukningsmetode (DS 259), da den i modsætning til en total-oplukning (f.eks. med kongevand (3 dele HCL og 1 del HNO₃) og HF i henhold til DS/EN 13656:2003) ikke fuldt oplukker silikater og dermed ikke fuldt medtager metaller og metalloider, som er bundet i disse.

De danske miljøkriterier for indhold af metaller og metalloider i faststoffasen (herunder faststofgrænseværdierne for anvendelse af restprodukter under Kategori 1 i Restproduktbekendtgørelsen, BEK 1672:2016) er baseret på oplukning af prøven i henhold til DS 259:2003. Det gælder dog ikke, når en affaldsprøve testes i forhold til modtagekriterierne i Deponeringsbekendtgørelsen (BEK 1253:2019), hvor der skal oplukkes både med DS 259 og DS/EN 13656.

Af hensyn til arbejdsmiljø bør unødvendigt arbejde med flussyre undgås.

5.3 Bestemmelse af udvaskning af problematiske stoffer

Frigivelsen af problematiske stoffer fra de knuste materialer kan bestemmes ved udvaskningstest. Der findes forskellige typer af standardiserede udvaskningstests. DS/EN12457-1:2002, som er en 1-trins batchudvaskningstest ved L/S=2 l/kg, er den test, der i dansk lovgivning anvendes til vurdering af restprodukters egnethed til nyttiggørelse jf. Restproduktbekendtgørelsen, samt oftest også til overensstemmelsestestning jf. Deponeringsbekendtgørelsen. Udvasningstesten DS/EN 12457-1:2002 er udviklet og valideret for uorganiske forbindelser og er ikke egnet til bestemmelse af stofudvaskning for hydrofobe eller meget flygtige organiske stoffer.

Der er udviklet en udvaskningstest til hydrofobe, ikke-flygtige organiske stoffer som tunge kulbrinter, PAH forbindelser og PCB (NT TR 576: 2005), og der er i regi af ISO også udviklet en batchtest til jord (ISO 21268-2:2019), som omfatter organiske stoffer. Udvasningstests for organiske stoffer gennemføres i dag ikke rutinemæssigt på danske analyselaboratorier, og hidtil har den type udvasningstest mest været anvendt i forsknings- og udviklingsprojekter. Det anbefales derfor, at udvasningstest for organiske stoffer på nuværende tidspunkt ikke indgår som en del af en rutinekontrol af de knuste og oparbejdede fraktioners miljøkvalitet.

5.4 Standardmetoder til analyse

TABEL 15 indeholder et forslag til standard-analysemetoder.

TABEL 15. Oversigt over de standarder, som anbefales anvendt i forbindelse med test og analyse af de oparbejdede fraktioner af byggeaffald.

Stof/stofgruppe	Standardmetode
Tungmetaller ¹⁾	
	ISO 17294-2:2016 Water quality — Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) — Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes
	DS/EN 16170:2016 Slam, bioaffald og jord – Bestemmelse af grundstoffer ved optisk emissionsspektrometri med induktivt koblet plasma (ICP-OES)
	DS 259:2003 Vandundersøgelse - Bestemmelse af metaller i vand, jord, slam og sedimenter - Almene principper og retningslinjer for bestemmelse ved atomabsorptionsspektrofotometri i flamme

PCB²

DS/EN 15308:2016 Karakterisering af affald – Bestemmelse af udvalgte polyklorerede biphenyler i fast affald ved brug af gaskromatografi med elektronindfangning eller ved massespektrometrisk detektion.
(Ekstraktion med hexan-lignende opløsningsmiddel samt acetone, under omrystning eller vha. ultralyd)

Kulbrinter³

Reflab 1 Bestemmelse af olie i jord, Gaskromatografisk metode (2010)
Metoden er udviklet til bestemmelse af olie i jord (C6-C35). Metoden anvendes også på byggematerialer
Alternativt: DS/EN 14039 Olie Karakterisering af affald - Bestemmelse af kulbrinteindhold i koncentrationsområdet C10 til C40 med gaskromatografi

PAH³

Reflab 4 Bestemmelse af kulbrinter, BTEX og PAH i jord ved gaskromatografi (2008)
Metoden er udviklet til bestemmelse af olie i jord (C6-C40). Metoden anvendes også på byggematerialer
Alternativt: DS/EN 15527: PAH Karakterisering af affald - Bestemmelse af polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH) i affald ved hjælp af gaskromatografisk massespektrometri (GC/MS)

Asbest⁴

Om muligt skal det afgrænses i hvilken del af prøven asbesten kan forefindes, f.eks. asbest i fliseklæber. En flise uden klæber vil altid være uden asbest.

NIOSH 9002 Polarisations mikroskopi med dispationsfarvning. Det er vigtigt ved identifikation af typen af asbest.
Metoden angiver en detektionsgrænse på 1%, men den er typisk lavere, da man får et udslag, når man konstaterer et fiberbundt.

¹⁾ Krav til detektionsgrænse. Det bør tilsigtes at detektionsgrænsen er 10 gange under grænseværdien for det pågældende element.

²⁾ Detektionsgrænsen bør være under 0,01 mg/kg for hver enkelt congener

³⁾ Detektionsgrænsen ønskes 10 gange under grænseværdierne. Dette kan afvige for enkelt grupper/stoffer

⁴⁾ Elektronmikroskopi (SEM eller TEM) også anvendes til analyse af asbest, men her nedknyttes hele prøver og analyseres derefter. Dette kan give en udfordring i forhold til fx fliseprøver, hvor klæberen udgør en lille del af prøver. Hvis der er 1 % asbest i klæberen og klæberen udgør 10 % af selve prøven, vil det være svært at finde asbesten. SEM og TEM vil give bedre mening i forhold til analyser af nedknust materiale.

Forslag til analyseprogram ved rutinemæssig prøvning af oparbejdede fraktioner

Miljøstyrelsen har gennemført et projekt, som havde til formål at identificere potentielt forurenende stoffer i beton og tegl (Miljøprojekt nr. 1806, Miljøstyrelsen 2015a). I undersøgelsen kategoriseres stofferne ud fra viden om tilstedeværelse og udvaskning fra beton og tegl. På baggrund af denne prioritering og i overensstemmelse med Miljøprojekt 1991, Miljøstyrelsen (2018b) foreslås det, at de i TABEL 16 oplyste uorganiske og organiske forbindelser indgår i et analyseprogram for rutinekontrol af de oparbejdede fraktioner. Det kan overvejes, om resultaterne af Miljøprojekt 2055, Miljøstyrelsen (2018c) kan give anledning til at begrænse omfanget af analyseprogrammet, idet det fremgår af undersøgelsen, at stofferne Hg, Mn, Mo og Zn

ikke anses for at være problematiske ved udvaskning fra beton / tegl for de gennemregnede scenarier.

TABEL 16. Forslag til analyseprogram ved rutinemæssig prøvning af oparbejdede fraktioner.

Stofgruppe	Stoffer og fraktioner	Bestemmelse af faststofindhold	Bestemmelse ved udvaskningstest
pH-værdi			X
Ledningsevne			X
Tørstofindhold		X	X
Tungmetaller og met- alloider ¹⁾	As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, V, Zn	X	X
Kulbrinter	Total-kulbrinter	X	
PAH	benz(a)pyren, dibenz(ah)anthracen, in- deno(1,2,3-c)pyren, benz(bjk)fluorant- hen, fluoranthen, samt sum af de 7 PAH-forbindelser	X	
PCB	PCB total ²⁾	X	
TOC		X	
Asbest		X	
Klorparaffiner		X	

1) i henhold til anbefalingerne for uorganiske sporstoffer i Miljøprojekt nr. 1806, Miljøstyrelsen (2015a)

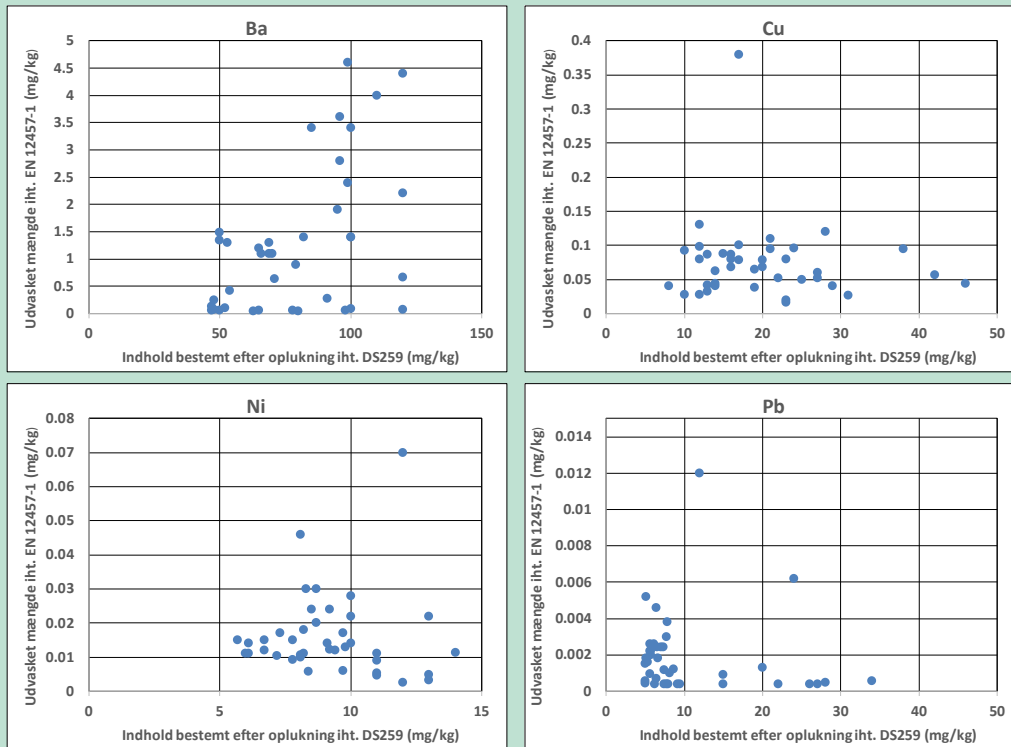
2) PCB (total) = 5* sum af PCB congener 28, PCB congener 52, PCB congener 101, PCB congener 118, PCB congener 138, PCB congener 153, PCB congener 180

5.5 Udvasningstest versus faststofindhold

Resultater af udvasningstest er et mål for den mængde stof, der kan frigives fra en given mængde materiale under standardiserede forhold. Den stofkoncentration, der måles i eluatet, efter, at faststoffasen er separeret fra, er et udtryk for en ligevægtskoncentration mellem væske og faststof. Resultaterne af udvasningstests er således et mål for stoffrigivelsen fra et materiale ved kontakt med vand, og er derfor et vigtigt udgangspunkt for at kunne vurdere en potentiel risiko for påvirkningen af jord- og vandmiljø ved nyttiggørelse.

Analyse af faststofindhold af potentielt forurenende stoffer sker som beskrevet ovenfor efter oplukning med syre eller ekstraktion med organiske opløsningsmidler, og resultatet af en analyse af ekstraktet er ikke et udtryk for, i hvilket omfang potentielt forurenende stoffer kan frigives fra materialet ved kontakt med vand.

Der findes meget sjældent eller aldrig en direkte sammenhæng mellem indholdet af et stof i et materiale og udvasningen af dette stof under forskellige omstændigheder (se FIGUR 7 eller Miljøstyrelsen, 2009). Dette skyldes, at mange stoffer indbygges i materialematricen, og derfor ikke bliver fuldt ud tilgængelige for udvasning, når materialet kommer i kontakt med vand. Samtidig kan opløseligheden af et stof være begrænset. Den fraktion af totalindholdet af et givet stof, som er tilgængelig for udvasning, kan i mange tilfælde udgøre en meget lille del af totalindholdet, selv under forholdsvis ekstreme forhold.



FIGUR 7. Stofudvaskning vs. indhold af uorganiske stoffer i knust beton og tegl. Baseret på data fra Miljøprojekt nr. 1991, Miljøstyrelsen (2018b), Ole Hjelmar (2019)

6. Overvejelser og anbefalinger

I dette kapitel trækkes væsentlige forhold frem, som det anbefales, at Miljøstyrelsen inddrager i overvejelserne vedrørende en beslutning om, hvorvidt der fremadrettet skal udtages prøver af visse fraktioner af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer til nyttiggørelse.

Genbrugsstationerne modtager bygge- og anlægsaffald fra private husholdninger og mindre erhverv. På genbrugsstationerne modtages og sorteres bygge- og anlægsaffaldet iht. Affaldsbekendtgørelsens (BEK 224:2019) krav om kildesortering, som foreskriver, at der skal sorteres i 10 forskellige fraktioner med henblik på genanvendelse. Af driftsmæssige og praktiske årsager bliver nogle af fraktionerne, hvor det giver mening, sammenblandet, oftest pga. mangel på plads til flere containere på genbrugsstationerne.

Ønsket om at udtage prøver af bygge- og anlægsaffald indleveret på genbrugsstationerne er afledt af, at miljøkvaliteten af affaldet er ukendt og sporbarheden tilbage til affaldsproducenten er tabt ved modtagelsen af affaldet. Dertil kommer, at en betydelig del af bygge- og anlægsaffaldet indleveres af private borgere, som formentlig oftest afleverer mindre end 1 ton ad gangen, uden at forureningsgraden er kendt.

Der er derfor grund til at have fokus på muligheden for at fremme kendskabet til miljøkvaliteten af bygge- og anlægsaffald indleveret på genbrugsstationerne både med henblik på at forbedre sorteringen ved containeren og med henblik på at kontrollere forureningsgraden inden genbrug, genanvendelse eller nyttiggørelse.

Miljøstyrelsen har derfor ønsket en vurdering af, om der gennem prøvetagning og analysering kan opnås viden om forureningsgraden af det bygge- og anlægsaffald, der indleveres på genbrugsstationerne og derefter oparbejdes med henblik på genanvendelse eller nyttiggørelse.

6.1 Krav til sortering af visse fraktioner af bygge- og anlægsaffald

En forespørgsel blandt udvalgte affalds-/forsyningsselskaber og kommuner har vist, at der er stor forskel på, hvordan sortering i affaldsfraktioner sker på genbrugsstationerne – dvs. hvilke materialetyper, der må komme i en bestemt fraktion, og hvilke der ikke må. På nogle genbrugsstationer omfatter affaldsfraktionen "beton" forskellige typer af beton eller betonlignende produkter, som kan være meget forskellige i kvalitet – både teknisk og miljømæssigt. For andre fraktioner er der meget store forskelle på, hvilke materialetyper, der må blandes. Det giver store forskelle på, hvad fraktionerne fra de forskellige affalds-/forsyningsselskaber og kommuner indeholder. Dette vil naturligvis også have betydning for om de indsamlede affaldsfraktioner har en miljøkvalitet, der gør dem egnede til nyttiggørelse.

Det er gennem dette projekt erfaret, at der er behov for at få en definition af, hvad der forstås ved de forskellige fraktioner i Affaldsbekendtgørelsen. Med henblik på at opnå genanvendelige ressourcer, som har gode egenskaber, der kan erstatte de primære råstoffer, er det nødvendigt at definere nærmere, hvad Affaldsbekendtgørelsens begreber dækker over. For fraktionerne beton, tegl, sanitet (og eventuelt andre fraktioner), er det vist, at der er et potentiale for at opnå mere ensartede fraktioner gennem et landsdækkende sorteringskrav, hvilket givetvis også

øger kvaliteten af affaldet – både miljømæssigt og teknisk. I den forbindelse er det vigtigt at være opmærksom på, at en skærpet sortering af bygge- og anlægsaffald kan flytte materiale-typer til andre eller nye fraktioner. Det kan medføre behov for mere plads på genbrugsstationerne til opsamlingsmateriel, og dele af affaldsmængden kan blive flyttet til anden behandling – f.eks. deponering.

6.2 Overvejelser vedrørende prøvetagning

Der er i projektet identificeret to forskellige formål med at udtage prøver fra bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationerne, som kræver hver sin prøvetagningsstrategi. Det er, som nævnt i kapitel 1, en præmis for projektets formål at ved prøvetagning og analyse fastholdes en sporbarhed tilbage så tæt på kilden som praktisk muligt og som minimum til en juridisk enhed.

- 1) Formålet er at bestemme miljøkvaliteten af de indsamlede fraktioner af bygge- og anlægsaffaldet inden afsætning i forhold til at kunne afgøre, om de oparbejdede fraktioner er egnet til nyttiggørelse som erstatning for primære råstoffer. Fokus er miljøbeskyttelse ved nyttiggørelsen som det kendes fra Restproduktbekendtgørelsens bestemmelser for visse restprodukter og jord.
- 2) Formålet er at forbedre miljøkvaliteten af fraktioner af bygge- og anlægsaffald ved indsamling i containerne på genbrugsstationerne - f.eks. ved at identificere materiale-typer, som ikke fremadrettet må indgå i affaldsfraktionen på genbrugsstationen. Fokus er forureningsbegrænsning, som det kendes fra Affaldsbekendtgørelsens om screening, miljøkortlægning og sanering af byggeri inden reovering eller nedrivning.

Prøvetagning efter oparbejdning og inden afsætning gennemføres med det formål at verificere/kontrollere miljøkvaliteten af oparbejdede fraktioner inden nyttiggørelse. Prøvetagningen skal ske efter knusning af fraktioner. Repræsentative prøver kan udtages ved løbende delprøvetagning fra transportbånd eller den faldende strøm. Alternativt kan delprøver udtages fra en veldefineret lagerbunke. En rutinekontrol af miljøkvaliteten i forhold til nyttiggørelse af fraktioner af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationerne kan kun (inden for en rimelig økonomisk og indsatsmæssig ramme) etableres efter oparbejdning af fraktionerne.

Inden der etableres et egentlig krav om, at der skal udtages prøver til kontrol/verificering af miljøkvaliteten, skal der tages stilling til følgende:

- Niveauet for sporbarhed fra resultatet af prøvningen tilbage mod "containeren" skal fastlægges (prøvetagnings-skala). Praktisk implementerbarhed og økonomisk ansvar for fraktionernes miljøkvalitet skal indgå i overvejelserne. Jo færre "enheder", der skal holdes adskilt, jo lettere vil et krav være at implementere i praksis. Samtidig vil det være vigtigt, at der etableres en sporbarhed tilbage til den juridiske enhed, som har muligheden og ansvaret for at fastholde og løbende forbedre miljøkvaliteten af de indsamlede fraktioner. Det skal bemærkes, at der vil kunne opstå lange "opbevaringstider" af de indsamlede fraktioner hos mindre enheder (kommuner eller affalds-/forsynings-selskaber), inden der er indsamlet ét prøvetagningsparti. Der bør overvejes, om der kan findes en løsning for mindre enheder.
- Fastsættelse af krav til prøvetagning (maksimal størrelse af et parti, primærprøvens størrelse, minimum antal delprøver mv.) bør ske på baggrund af en afprøvning af de prøvetagningsprocedurer, som er foreslået i projektet. Resultaterne af afprøvningen kan danne grundlag for en vurdering af konsekvenser af at stille krav om prøvetagning, test og analyse.
- Etablering af en lovgivningsmæssig ramme for vurdering af prøvningsresultaterne i forhold til nyttiggørelse. Et krav om prøvetagning af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer efter oparbejdning skal ses som en del af en lovgivningsmæssig

ramme. Rammen skal ud over krav til prøvetagning, test og analyse indeholde miljøkvalitetskrav til anvendelsen af materialerne samt eventuelt andre krav i relation til anvendelsen.

Et krav til prøvetagning og testning af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer inden afsætning indeholder i sig selv implicit et krav om, at fraktioner indsamlet på genbrugsstationerne skal holdes adskilt fra bygge- og anlægsaffald fra større nedrivninger på modtageanlæggene. Dette er ikke tilfældet i dag. Det kan derfor overvejes, om der er grund til at gennemføre en undersøgelse, som har til formål at undersøge, om der er statistisk forskel på kvaliteten (miljømæssigt og evt. også teknisk) af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer og bygge- og anlægsaffald fra professionelle renoveringer og nedrivninger. Denne type af undersøgelser vil kræve, at der planlægges en undersøgelse, som tager materialernes variation i tid og sted i betragtning, og som sikrer et tilstrækkeligt grundlag til, at der kan gennemføres en statistisk vurdering. Undersøgelsen vil kunne danne grundlag for særlige krav til bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer.

Prøvetagning inden oparbejdning ved containeren gennemføres med det formål at kontrollere effektiviteten af sorteringskrav og at identificere materialetyper indeholdende problematiske stoffer. Prøvetagning, test og analyse tilrettelægges som en del af et undersøgelsesprogram, hvor der i mange tilfælde vil være fokus på bestemte materialetyper og forurenende stoffer. Prøvetagning og vurdering af affaldet vil være subjektiv (judgmental sampling), og undersøgelsen bør derfor planlægges og gennemføres af folk med den rette ekspertise. Af praktiske hensyn vil det i mange tilfælde være mest hensigtsmæssigt at gennemføre undersøgelsen på containerniveau, men den viden der genereres fra en undersøgelse, kan anvendes generelt til at vurdere behovet for en indsats i forhold til sortering. Denne type af undersøgelse vurderes at være både arbejdskrævende og omkostningstung og vil derfor kun kunne gennemføres lejlighedsvist. I planlægningen bør det altid afklares, hvordan resultaterne af undersøgelsen af prøverne kan vurderes i forhold til formålet med undersøgelsen. Resultaterne fra undersøgelsen er ikke egnet til at vurdere egnetheden til nyttiggørelse af de oparbejdede fraktioner.

Det er vigtigt at fastholde den løbende indsats for at forbedre kvaliteten af det bygge- og anlægsaffald, der afleveres på genbrugsstationerne. Prøvetagning og testning af affaldet som en del af en undersøgelse er et af redskaberne til at nå målet, men også andre tiltag vil kunne give en forbedret kvalitet.

Afsluttende bemærkninger

På baggrund af rapportens gennemgang om muligheder for at udtage repræsentative prøver af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer skal det understreges, at forbedringen af de indsamlede fraktioners miljøkvalitet skal ske på genbrugsstationerne i forbindelse med indsamlingen. Kontrol af fraktionernes miljøkvalitet og egnethed til nyttiggørelse skal ske ved rutinekontrol af de oparbejdede fraktioner nedstrøms i håndteringskæden umiddelbart inden afsætning. De to typer af indsats/kontrol understøtter hinanden, idet de sammen sikrer, at der både er fokus på forureningsbegrænsning ved indsamling af fraktionerne og miljøbeskyttelse ved nyttiggørelse af fraktionerne.

6.3 Andre overvejelser

Projektgruppen henleder opmærksomheden på, at et en eventuel opdeling af de oparbejdede fraktioner fra genbrugsstationerne i forskellige miljøkvaliteter egnet til nyttiggørelse under forskellige betingelser vil – ligesom for nyttiggørelse af andre restprodukter - kunne udløse en registrering efter jordforureningsloven, og at det kan have konsekvenser for afsætningsmarkedet for materialerne.

Afslutningsvis ønsker projektgruppen at fremhæve vigtigheden af, at formulering og implementering af et eventuelt krav om prøvetagning, test og analyse af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer inden nyttiggørelse sker i samarbejde med branchen og på et grundlag, hvor der er muligt at vurdere og diskutere eventuelle konsekvenser. Det kan anbefales, at første skridt bliver at ensrette de indsamlede fraktioner på landets genbrugsstationer (ens sorteringsvejledninger). Næste skridt kunne være at gennemføre prøvetagning, test og analyse af udvalgte fraktioner over en periode for at vurdere, om der ved at følge sorteringsvejledningerne opnås affaldsfraktioner egnet til nyttiggørelse. Endelig vil tilvejebringelsen af et datamateriale, udgøre det nødvendige grundlag for at kunne opstille rammerne inklusiv grænseværdier for nyttiggørelse samt et grundlag for at gennemføre en vurdering af konsekvenser af at indføre et krav om prøvetagning af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer.

7. Referencer

Affaldsviden.dk. Udviklet af JHN Processor i samarbejde med kommuner og affaldsselskaber i Danmark. www.affaldsviden.info.

ARC (2017). Prøvetagnings- og analyserapport – Container 30. Fremsendt med tilladelse fra Linda Reiben, ARC

Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse (Miljøbeskyttelsesloven) LBK nr 1218 af 25/11/2019

Bekendtgørelse om affald (Affaldsbekendtgørelsen), BEK nr 224 af 08/03/2019

Bekendtgørelse om affaldsregulativer, -gebyrer og -aktører m.v. (Affaldsaktørbekendtgørelsen) BEK nr 1753 af 27/12/2018

Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord (Jordflytningsbekendtgørelsen), BEK nr 1452 af 07/12/2015

Bekendtgørelse om anvendelse af restprodukter, jord og sorteret bygge- og anlægsaffald (Restproduktbekendtgørelsen) BEK nr. 1672 af 15/12/2016

Bekendtgørelse om deponeringsanlæg (deponeringsbekendtgørelsens) BEK nr 1253 af 21/11/2019

Dansk Affaldsforening, KL og Miljøstyrelsen (2017). Projektet "grøn, gul eller rød". Personlig kommunikation med Nana Winkler

Dansk Affaldsforening. Personlig kommunikation med Nana Winkler

DS 259: 2003. Vandundersøgelse - Bestemmelse af metaller i vand, jord, slam og sedimenter - Almene principper og retningslinjer for bestemmelse ved atomabsorptionsspektrofotometri i flamme

DS/CEN TR 15310-1: 2007. Karakterisering af affald – Prøvetagning af affalds-materialer – Del 1: Vejledning i udvælgelse og anvendelse af kriterier for prøvetagning under forskellige forhold

DS/CEN TR 15310-2: 2007. Karakterisering af affald – Prøvetagning af affalds-materialer – Del 2: Vejledning i prøvetagningsteknikker

DS/CEN TR 15310-3: 2007. Karakterisering af affald – Prøvetagning af affalds-materialer – Del 3: Vejledning i at tage delprøver i felten

DS/CEN TR 15310-4: 2007. Karakterisering af affald – Prøvetagning af affalds-materialer – Del 4: Vejledning i procedure for emballering, opbevaring, konservering, transport og aflevering

DS/CEN TR 15310-5: 2007. Karakterisering af affald – Prøvetagning af affalds-materialer – Del 5: Vejledning i udarbejdelse af prøvetagningsplan

DS/EN 13656:2003. Karakterisering af affald - Mikrobølgehjulp oplukning med en blanding af flussyre (HF), Salpetersyre (HNO₃) og saltsyre (HCl) til efterfølgende bestemmelse af stoffer

DS/EN 14899:2006. Karakterisering af affald – prøveudtagning af affald – Rammer for udarbejdelse og anvendelse af en prøveplan

DS/EN 15308:2016. Karakterisering af affald – Bestemmelse af udvalgte polychlorerede biphenyler i fast affald ved brug af gaskromatografi med elektronindfangning eller ved massepektrometrisk detektion.

DS/EN 16170:2016. Slam, bioaffald og jord – Bestemmelse af grundstoffer ved optisk emissionspektrometri med induktivt koblet plasma (ICP-OES)

DS/EN 16457:2014. Karakterisering af affald – Rammer for udarbejdelse og anvendelse af et prøvetagningsprogram – Mål, planlægning og rapport

DS/EN 932-1: 2000. Prøvningsmetoder for generelle egenskaber ved tilslag – Del 1: Prøveudtagning

DS/ISO 21268-2:2019. Soil quality — Leaching procedures for subsequent chemical and ecotoxicological testing of soil and soil-like materials — Part 2: Batch test using a liquid to solid ratio of 10 l/kg dry matter.

Gy P. (1998). Sampling for Analytical Purposes. New York. John Wiley & Sons.

ISO 17294-2:2016. Water quality — Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) — Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes.

Kommunernes Landsforening (KL 2016): Genbrugsstationer – genbrug af gode løsninger. Udgivet af KLs trykkeri, Produktionsnr. 830200, ISBN 978-87-93365-57-5-pdf.

Miljøstyrelsen (2001). PVC – håndbog til hjælp ved sortering af PVC-affald. Udgivet af Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen (2009). Håndtering af lettere forurenede jord. Fase 1. Miljøprojekt nr. 1285. Miljøministeriet.

Miljøstyrelsen (2009a) Håndtering af lettere forurenede jord

Miljøstyrelsen (2015a). Forurenende stoffer i beton og tegl. Miljøprojekt nr. 1806, 2015. Miljø- og Fødevareministeriet.

Miljøstyrelsen (2015b). Spredning af problematiske stoffer ved materialenytiggørelse af asfalt til vejbygningsformål. Miljøprojekt nr. 1731, Miljø- og Fødevareministeriet

Miljøstyrelsen (2018b). Forekomst og udvaskning af problematiske stoffer i knust beton og tegl. Miljøprojekt nr. 1991. Miljø- og Fødevareministeriet

Miljøstyrelsen (2018c). Modellering af udvaskning af problematiske stoffer fra beton og tegl. Miljøprojekt nr. 2055. Miljø- og Fødevareministeriet

Miljøstyrelsen (2020). Udtræk af 2018-tal fra affaldsdatasystemet.

NIOSH 9002. Polarized Light Microscopy

Nordtest (2005), Leaching tests for non-volatile organic compounds - development and testing NT TR 576: 2005

Nørgaard K.P, Hyks J., Mulvad J.M., Frederiksen J.O, Hjelm O. (2009). Optimizing large-scale ageing of municipal solid waste incinerator bottom ash prior to the advanced metal recovery: Phase I: Monitoring of temperature, moisture content, and CO2 level. Waste Management, 85, pp. 95-105.

Reflab 1 – bestemmelse af olie i jord. Gaskromatografisk metode. Reflab metode 1:2010, 2. udgave

Reflab 4 - Bestemmelse af kulbrinter, BTEX og PAH i jord ved gaskromatografi. Reflab metode 4:2008, 2.udgave

SBI-anvisning 241 (2013). Undersøgelse og vurdering af PCB i bygninger

SBI-anvisning 268 (2016). PCB i bygninger – afhjælpning, renovering og nedrivning

Bilag 1. Overblik over antal genbrugsstationer i affaldsselskaber og kommuner

Tabellen giver et overblik over, hvilke kommuner, der er knyttet til et affalds- eller forsynings-selskab. Antallet af genbrugsstationer, der driftes af affalds-/forsynings-selskaber er angivet

Affalds- / Forsynings-selskab	Kommune	Antal Genbrugsstationer	Landsdel
AffaldPlus	Faxe, Næstved, Ringsted, Slagelse, Sørrø, Vordingborg	29	Sjælland
ARC	Dragør, Frederiksberg, Hvidovre, København, Tårnby	10	Sjælland
ARGO	Kalundborg, Køge, Lejre, Roskilde, Stevn	14	Sjælland
ARWOS	Aabenrå	7	Jylland
Assens Forsyning	Assens	6	Fyn
AVV	Brønderslev, Hjørring	18	Jylland
BOFA	Bornholm	7	Sjælland
DIN Forsyning	Varde	5	Jylland
Favrskov Forsyning	Favrskov	4	Jylland
Fors	Holbæk	5	Sjælland
Forsyning Helsingør	Helsingør	1	Sjælland
Fredensborg Forsyning	Fredensborg	3	Sjælland
Frederikshavn Forsyning	Frederikshavn	16	Jylland
Kerteminde Forsyning	Kerteminde	3	Fyn
Klar Forsyning	Greve	1	Sjælland
Langeland Forsyning	Langeland	6	Fyn
Læsø Forsyning	Læsø	1	Jylland
Nomi4s	Holstebro, Lemvig, Skive, Struer	12	Jylland
Norfors	Allerød, Hørsholm, Rudersdal	3	Sjælland
Odense Renovation	Odense	8	Fyn
Provas	Haderslev	3	Jylland
REFA	Guldborgsund, Lolland	17	Sjælland
Reno Djurs	Norddjurs, Syddjurs	9	Jylland
Renonord	Mariagerfjord	5	Jylland
Renosyd	Odder, Skanderborg	6	Jylland
Renovest	Vesthimmerland	4	Jylland

Revas	Viborg	6	Jylland
Silkeborg Forsyning	Silkeborg	4	Jylland
Sønderborg Forsyning	Sønderborg	8	Jylland
Tønder Forsyning	Tønder	5	Jylland
Vand og Affald	Svendborg	5	Fyn
Vestforbrænding	Albertslund, Ballerup, Brøndby, Egedal, Frederiks-sund, Furesø, Gentofte, Gladsaxe, Glostrup, Gribskov, Halsnæs, Herlev, Hillerød, Høje-Taastrup, Ishøj, Lyngby-Taarbæk, Rødovre,	24	Sjælland
Aalborg Forsyning	Aalborg	6	Jylland

Tabel Overblik over kommuner, som står for driften af genbrugsstationer i kommunen samt antallet af genbrugsstationer

Kommune	Antal Genbrugsstationer	Landsdel
Billund	5	Jylland
Esbjerg	4	Jylland
Fanø	1	Jylland
Fredericia	3	Jylland
Faaborg-Midtfyn	5	Fyn
Kolding	6	Jylland
Middelfart	4	Fyn
Nordfyns	3	Fyn
Nyborg	3	Fyn
Vejen	3	Jylland
Vejle	4	Jylland
Ærø	1	Fyn
Hedensted	4	Jylland
Herning	9	Jylland
Horsens	4	Jylland
Ikast-Brande	4	Jylland
Randers	5	Jylland
Ringkøbing-Skjern	11	Jylland
Samsø	1	Jylland
Aarhus	6	Jylland
Jammerbugt	4	Jylland
Morsø	2	Jylland
Rebild	2	Jylland
Thisted	4	Jylland
Odsherred	5	Sjælland

Bilag 2. Gennemgang af koncepter for prøvetagningsskala (sporbarhed)

For hvert koncept beskrives her niveauet for sporbarhed og de prøvetagningsmæssige overvejelser, der følger. Derudover vurderes muligheden for i praksis at implementere prøvetagning i forhold til logistik, krav til pladsforhold, økonomi mv.

TABEL 17. Koncept 1: Et prøvetagningsparti består af én container indeholdende den indsamlede fraktion (maksimalt 12-14 m³)

Koncept 1

Niveau for sporbarhed (prøvetagningsskala)

- Dette koncept omfatter hver eneste container (for de valgte fraktioner), der fraføres genbrugsstationen fra landets 364 genbrugsstationer
 - Ved prøvetagning vil resultaterne af en prøvetagning og testning kunne relateres til den enkelte container. Prøvetagningsskalaen er hver enkelt container
 - Der opnås viden om hver enkelt container
 - Der vil være incitament til i større grad at undgå fejlsorteringer
-

Prøvetagningsforhold

- Vanskeligt at prøvetage et parti, der indeholder meget store emner og er meget heterogent. Det kræver almindeligvis mange prøver for at opnå en tilstrækkelig beslutningssikkerhed
 - Det vurderes kun muligt at udtage prøver med det formål at identificere materialetypen indeholdende potentielt problematiske.
 - Ved kemisk analyse vil prøvetagningsstrategien vil være at udvælge visse materialetyper som fokusemner (judgmental sampling).
 - Mængderne i et parti fra en container er ud fra et håndteringsmæssigt og økonomisk synspunkt alt for små til, at materialet kan knuses inden prøvetagning og samtidig holdes adskilt.
-

Driftsmæssige forhold

- Arbejdsindsatsen vil være høj, idet partier af de enkelte fraktioner af bygge- og anlægsaffald skal håndteres på containerniveau
 - Antallet af partier, der skal holdes adskilt, vil være meget stort. Driftsmæssigt vil det være en stor udfordring at holde de enkelte partier adskilt, indtil de er testet, analyseret og vurderet.
 - Der vil være stor risiko for, at der sker driftsmæssige fejl i forbindelse med håndteringen af de enkelte partier
 - Det vil stille store krav til pladsforhold på genbrugsstationerne og modtageanlæggene, især i tæt bebyggede områder, hvor mængderne af de udvalgte fraktioner kan forventes at være højest.
-

Økonomiske forhold

- Det vil være meget omkostningstungt at udtage prøver fra hver container, der fyldes på landets genbrugsstationer
 - Kravene til pladsforhold især i tæt bebyggede områder øger omkostningerne betragteligt
-

TABEL 18. Koncept 2: Et prøvetagningsparti består af maksimalt X tons af en given fraktion fra samme genbrugsstation

Koncept 2

Niveau for sporbarhed (prøvetagningsskala)

- Dette koncept omfatter på nuværende tidspunkt 364 separate enheder (= 364 genbrugsstationer)
 - Affald fra samme fraktion kan for hver enkelt genbrugsstation samles i partier på maksimalt X tons. Prøver udtages herefter fra partiet. Resultaterne af prøvetagning og testning kan for hver fraktion relateres til den enkelte genbrugsstation. Prøvetagningsskalaen er her genbrugsstationen
 - Der opnås viden om affaldsfraktionerne fra de enkelte genbrugsstationer
 - Der vil være incitament til for den enkelte genbrugsstation til at opnå uforurenede fraktioner, da ansvaret fastholdes hos genbrugsstationerne
-

Prøvetagningsforhold

- Vanskeligt at prøvetage et parti, der indeholder meget store emner og er meget heterogent. Det kræver almindeligvis mange prøver for at opnå en tilstrækkelig beslutningssikkerhed
 - Det vil være en udfordring af udtage prøver fra en større bunke, hvis prøvetagningsformålet er at identificere materialer med potentielt farlige stoffer.
 - Efter knusning af fraktionerne vil der kunne udtages repræsentative prøver til vurdering af egnethed til nyttiggørelse
-

Driftsmæssige forhold

- Arbejdsindsatsen vil være høj, idet partier af de enkelte fraktioner af bygge- og anlægsaffald skal håndteres på genbrugsstationsniveau
 - Med 364 genbrugsstationer i Danmark vil antallet af partier, der skal holdes adskilt være højt, og det vil driftsmæssigt fortsat være en udfordring at holde de enkelte partier for forskellige fraktioner adskilt, indtil de er testet, analyseret og vurderet.
 - Med mange partier og fraktioner, der skal holdes adskilt, vil der være risiko for, at der sker driftsmæssige fejl i forbindelse med håndteringen af de enkelte partier
 - Sporbarhedsniveauet vil stille store krav til pladsforhold på genbrugsstationerne og modtageanlæggene
 - Oplagringstiden indtil der er indsamlet et parti af de enkelte fraktioner fra hver genbrugsstation vil nedsætte omsætningshastigheden, især for små kommuner eller tyndt befolkede områder være en udfordring eller øge omkostningerne til hyppigere prøvetagning
-

Økonomiske forhold

- På grund af de logistiske udfordringer med plads til at oplagre mange separate bunker og længere oplagring af fraktionerne indtil, der er opsamlet en tilstrækkelig mængde materialer, vurderes denne løsning at være omkostningstung, hvis det skal ske rutinemæssigt
-

TABEL 19. Koncept 3: Et prøvetagningsparti består af maksimalt X tons af en given fraktion fra genbrugsstationer i en kommune

Koncept 3

Niveau for sporbarhed (prøvetagningsskala)

- Dette koncept omfatter 98 separate enheder (= 98 kommuner)
 - Affald fra samme fraktion kan for genbrugsstationer i en kommune samles i partier på maksimalt X tons. Prøver til test og analyser udtages herefter fra det sammensatte parti. Prøvetagningsskalaen er kommunens genbrugsstationer som én enhed
 - Det må rimeligvis forudsættes, at bygge- og anlægsaffaldet i en given fraktion indsamlet på genbrugsstationer inden for kommunen er sorteret efter samme sorteringsvejledning
 - Resultaterne af prøvetagning og testning kan for hver fraktion relateres til kommunen
 - Vidensniveauet for affaldsfraktionerne er knyttet til kommunens indsamlede fraktioner
 - På kommuneniveau vil der være incitament til at opnå uforurenede fraktioner af bygge- og anlægsaffaldet til nyttiggørelse, hvilket fastholder den enkelte kommunes ansvar for affaldets miljøkvalitet
-

Prøvetagningsforhold

- Efter oparbejdning, herunder knusning af fraktionerne vil der kunne udtages repræsentative prøver til vurdering af egnethed til nyttiggørelse
-

Driftsmæssige forhold

- Hvis en kommune har mulighed for selv forestå indsamling og oparbejdning af de forskellige fraktioner til genanvendelse vurderes dette koncept at være håndterbart, idet ens indsamlede fraktioner kan sammenblandes i et parti.
 - For modtageanlæg, der modtager bygge- og anlægsaffald til oparbejdning, vil dette koncept fortsat i tæt bebyggede områder være udfordrende pga. manglende plads, da der vil opstå flere bunker når partierne skal holdes adskilt for hver kommune. Det vil være i de tæt bebyggede områder, at kommunerne ofte ikke selv har pladsfaciliteter til at kunne oplagre, behandle og prøvetage affaldet.
 - Det vurderes fortsat at kunne være en udfordring at håndtere og holde partier adskilt. Risikoen for driftsmæssige fejl er dog væsentlig reduceret i forhold til koncept 1 og 2, idet antallet af separate partier er betydeligt reduceret
 - Oplagringsstiden, indtil der er indsamlet X tons til et parti af de enkelte fraktionerne, kan fortsat være en udfordring, især for mindre kommuner eller tyndt befolkede områder, hvilket kan give pladsmæssige udfordringer eller øgede omkostninger til hyppigere prøvetagning.
-

Økonomiske forhold

- Hvis der ikke opnås et tilstrækkeligt flow i affaldsfraktionerne vil de arealmæssige udfordringer have stor betydning for de økonomiske forhold
 - Kommuner, der har egen plads og dermed mulighed for selv at forestå oparbejdningen vil have fordel af at kunne håndtere fraktionerne fra genbrugsstationerne samlet
-

TABEL 20. Koncept 4: Et prøvetagningsparti består af maksimalt X tons af en given fraktion fra affaldsselskaber/forsyningsselskaber eller kommuner

Koncept 4

Niveau for sporbarhed (prøvetagningsskala)

- Dette koncept omfatter 58 separate enheder - 33 affalds-/forsyningsselskaber og 25 kommuner. Der er dog en del af affalds-/forsyningsselskaberne, der repræsenterer én enkelt kommune.
 - Affald fra samme fraktion kan for genbrugsstationer hørende under et affalds-/forsyningsselskab eller én kommune indgå i et parti på maksimalt X tons. Prøver til test og analyser udtages herefter fra det sammensatte parti. Prøvetagningsskalaen er affaldsselskabets genbrugsstationer eller kommunens genbrugsstationer som én enhed.
 - Det må rimeligvis forudsættes, at bygge- og anlægsaffaldet i en given fraktion indsamlet på genbrugsstationer inden for samme affaldsselskab eller kommunen er sorteret efter samme sorteringsvejledning, og at affaldsselskabets sorteringsvejledning følges i selskabets medlemskommuner
 - Resultaterne af prøvetagning og testning kan for hver fraktion relateres til en juridisk enhed (affaldsselskabet eller kommunen) og ansvaret for fraktionernes miljøkvalitet fastholdes på affaldsselskabsniveau eller kommunalt niveau. Det betyder også, at det økonomisk ansvar for fraktionernes kvalitet kan fastholdes
 - Informationsniveauet om den miljømæssige kvalitet vil være relateret til affaldsselskabet eller kommunens indsamlede fraktioner
 - Der vil være incitament til for på affaldsselskabsniveau eller kommuneniveau at opnå uforurenede fraktioner af bygge- og anlægsaffaldet til genanvendelse
-

Prøvetagningsforhold

- Efter oparbejdning og knusning af fraktionerne vil der kunne udtages repræsentative prøver til vurdering af egnethed til nyttiggørelse
-

Driftsmæssige forhold

- Konceptet vurderes at være håndterbart for både kommuner, affalds-/forsyningsselskaber og modtageanlæg.
 - Behovet for plads til at holde bunker adskilt er væsentligt reduceret i forhold til koncept 1 og 2
-

- Det vurderes fortsat at kunne være en udfordring at håndtere og holde partier adskilt
- Oplagringstiden er reduceret i forhold til koncept 3 for de enheder, hvor flere kommuner er sammen i et affaldsselskab
- Der vurderes at være et bedre flow fra indsamling til affaldet bliver prøvetaget og håndteret
- For mindre kommuner eller tyndt befolkede områder kan oplagringstiden, indtil der er indsamlet X tons til et parti af de enkelte fraktionerne, fortsat være en udfordring

Økonomiske forhold

- Økonomisk er det vigtigt at opnå et flow i omsætningen af fraktionerne fra indsamling til genanvendelse, så opholdstiden på pladserne ikke er for lang. De arealmæssige udfordringer har stor betydning for de økonomiske forhold
 - Det vil være mindre omkostningstungt at udtage prøver til testning på dette sporbarhedsniveau, idet affalds-/forsyningsselskaber og kommuner kan få fordel af at håndtere fraktionerne fra flere genbrugsstationer samlet
-

TABEL 21. Koncept 5: Et prøvetagningsparti består af maksimalt X tons af en given fraktion uafhængigt af, hvor affaldet stammer fra. Mængderne fra genbrugsstationer ønskes holdt adskilt fra det øvrige bygge- og anlægsaffald

Koncept 5

Niveau for sporbarhed (prøvetagningsskala)

- Dette koncept omfatter bygge- og anlægsaffald indsamlet som veldefinerede fraktioner – typisk 0/32 mm eller alternativt 0/80 mm.
- Affald af samme type (materialefraktion) kan indgå i et parti på maksimalt X tons uden hensyn til hvorfra mængden stammer. Prøver til test og analyser udtages herefter fra det sammensatte parti. Prøvetagningsskalaen er landets genbrugsstationer. Den eneste forandring fra den nuværende situation er, at fraktionerne fra genbrugsstationerne holdes adskilt fra de øvrige mængder, der stammer fra nedrivning og renovering af større byggeri og anlæg.
- Det må overvejes, om det er en forudsætning for konceptet, at bygge- og anlægsaffaldet i en given fraktion indsamles og sorteres på alle genbrugsstationer efter samme sorteringsvejledning
- Sporbarheden tilbage til en juridisk enhed er tabt og det økonomiske ansvar for fraktionernes miljøkvalitet kan ikke tilbageføres til den enhed, som har ansvaret for drift og indsamling af fraktioner på genbrugsstationerne
- Der vil ikke være incitament til at forbedre kvaliteten af fraktionerne, hvis et parti viser sig at være forurennet

Prøvetagningsforhold

- Løsningen vil formentlig kræve, at der etableres en modtagekontrol for hvert læs for at kontrollere, om sorteringsvejledningerne med rimelighed er overholdt
- Efter knusning af fraktionerne vil der kunne udtages repræsentative prøver til vurdering af egnethed til nyttiggørelse

Driftsmæssige forhold

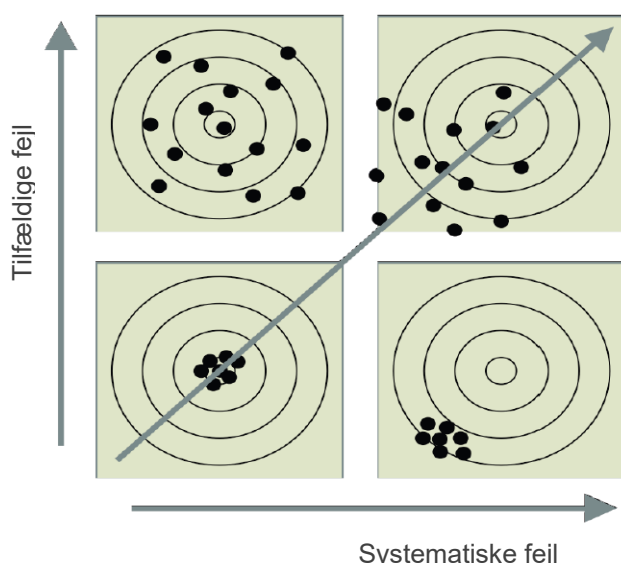
- Konceptet vil være simpelt at håndtere
- Behovet for plads vil være status quo i forhold til situationen i dag, dog med den undtagelse at bygge- og anlægsaffaldet er opdelt i to strømme – én fra genbrugsstationerne og én fra professionelle nedrivninger/renoveringer
- Risikoen for fejl vil være lav, da der er få partier at holde styr på
- Oplagringstiden vil være reduceret til et minimum, idet mængden til et parti hurtigt indsamles

Økonomiske forhold

- Såfremt et parti viser sig at være forurennet, vil der opstå en uløst økonomisk situation, hvor den enhed, der tester affaldet vil stå med det økonomiske ansvar og uden mulighed for sporbarhed tilbage til kommuner eller affaldsselskaber
-

Bilag 3. Teori om prøvetagningsfejl

Når det skal beskrives, hvordan prøver skal udtages, er det vigtigt at gøre sig klart, at der findes to typer af prøvetagningsfejl, som er illustreret i FIGUR B1. Begge typer af fejl kan reduceres/elimineres på simpel vis gennem planlægningen af, hvornår og hvordan prøverne udtages samt ved valg af egnet prøvetagningsudstyr.



FIGUR B1. Illustration af de to typer prøvetagningsfejl; de tilfældige fejl og de systematiske fejl)

Tilfældige fejl (heterogenitet)

De tilfældige fejl er relateret til egenskaberne af det affald, der skal udtages prøver af, især affaldets heterogenitet. Hvis heterogeniteten er lille, ligger resultaterne af flere prøver (udtaget af den samme affaldsmængde, dvs. samme population) tæt på hinanden. Hvis heterogeniteten er stor, ligger resultaterne spredt på skiven. Se figur B4.3 (de øverste to figurer på figuren). Bemærk at heterogeniteten af affaldet kan være lille, og resultaterne af flere prøver ligge tæt på hinanden, også selv om de ligger "skævt i forhold til skivens centrum" (nederste figur til højre). Resultaterne vil ikke være retvisende, men det vil være svært at opdage, fordi resultaterne kun udviser lille spredning. Vær også opmærksom på, at materialer, der med øjet ser "homogene" ud, meget vel kan have stor heterogenitet.

Størrelsen af de tilfældige fejl kan bestemmes ved at gentage prøvetagningsprocessen et antal gange og herefter på baggrund af analyseresultaterne for de enkelte prøver beregne standardvariationen. Prøvetagningsfejlen kan beregnes ved at fratrække analyseusikkerheden, som oplyses af laboratoriet. Men det er en forudsætning, at prøverne repræsenterer det samme affald (dvs. det affald, man har grund til at tro, er ens).

Tommelfingerregler til at reducere de tilfældige fejl:

- Udtag en større mængde af affaldet (større primærprøve). Jo større mængde eller volumen, der udtages fra affaldet, jo bedre.

- Udtag primærprøven som en blandprøve, dvs. sammensat af flere delprøver. Dette kan dog kun gøres, hvis det ikke kompromitterer formålet.
- Udtag så mange delprøver som muligt (hellere mange små delprøver end få store delprøver).
- Om muligt bland/homogeniser eller knus affaldet inden prøvetagning (især relevant ved sekundær prøvetagning, dvs. ved neddeling af prøvemængden på stedet inden forsendelse til laboratoriet).

Systematiske fejl (skævhed i forhold til "det sande" resultat)

De systematiske fejl er relateret til måden, prøverne udtages på, stedet for prøvetagning, udstyret der anvendes og måden prøverne opbevares og transporteres på. Dette er alle forhold, der skal vælges og fastlægges i forbindelse med udarbejdelse af en prøvetagningsplan. Hvis der ved prøvetagningen har været en stor grad af systematiske fejl, vil resultaterne af flere prøver udtaget af samme materiale ligge langt fra skydeskivens centrum – dvs. der er en skævhed i resultaterne i forhold til "den sande" værdi (som desværre er ukendt □). Hvis de systematiske fejl er elimineret, vil resultaterne fordele sig omkring centrum på skiven. Se figur B4.3. Bemærk, at resultaterne godt kan ligge spredt omkring skivens centrum, selvom de systematiske fejl er elimineret, så længe resultaterne fordeler sig tilfældigt omkring centrum. Kun når de systematiske fejl er elimineret og de tilfældige fejl reduceret, vil resultaterne ligge tæt omkring skivens centrum. De systematiske fejl er svære at opdage og i praksis umulige at "måle".

Tommelfingerregler til at reducere systematiske fejl:

- Den bedste måde at sikre sig mod systematiske fejl er at gennemgå prøvetagningsmetoden inden prøvetagning. Systematiske fejl kan nemlig elimineres /reduceres ved at:
- Vælge prøvetagningsmetode, der er passer til formålet og dæk så mange "dimensioner" af affaldsmængden, der skal prøvetages, som muligt. Dette er især vigtigt i tilfælde, hvor affaldet segregeres eller der forekommer lagdeling.
- Vælg så vidt muligt at udtage prøver, når affaldet er i bevægelse – oftest letteste situation (f.eks. udtag fra et transportbånd frem for en stor bunke).
- Anvende korrekt udstyr til udtagning af prøver (der må f.eks. ikke være små partikler, der drysser ud undervejs, eller udstyr der f.eks. ikke kan nå bunden af en tromle, der indeholder lagdelt flydende affald).
- Anvende rent udstyr og undgå kontaminering.
- Opbevare og transportere prøverne korrekt, så prøvernes karakter ikke ændres eller påvirkes (tal evt. med laboratoriet om dette), og sørg for, at laboratoriet er klar til at modtage prøverne.

Prøvetagningsudstyr

Den valgte prøvetagningssituation (faldende strøm, bunke, container, big-bag osv) samt affaldets karakter (form og konsistens) er afgørende for, hvilken type af udstyr der vil kunne anvendes til prøvetagningen. Det udstyr, der vælges til prøvetagningen, skal kunne opfylde følgende krav:

- Det skal sikre, at prøven afgrænses korrekt (f.eks. når helt til bunden i en big-bag eller en tromle), og at der ikke sker fejl, når prøven ekstraheres fra prøvetagningspartiet (f.eks. tab af små partikler under udtrækning eller at væske løber ud når prøven udtages).
- Det skal bevare prøvens integritet (affaldets karakter og egenskaber er uændret i forhold til da det ikke var blevet udtaget).
- Udstyret skal være fremstillet af et materiale, der ikke påvirker prøven (materialet må ikke give anledning til sorption, nedbrydning, korrosion eller tab af stoffer).
- Det skal være let at rense.
- Det skal være korrekt indstillet og kalibreret.
- Det skal være let og sikkert at bruge.

Der findes en række standarder og vejledninger, som handler om valg af prøvetagningsudstyr. Inden for kul- og mineindustrien er der udviklet forskellige typer af prøvetagningsudstyr, der kan anvendes i forskellige prøvetagningssituationer

Prøvetagning af bygge- og anlægsaffald fra genbrugsstationer

Denne rapport belyser mulighederne for at udtage prøver af bygge- og anlægsaffald, som indleveres af borgere og mindre virksomheder på genbrugsstationerne. Formålet er at tilvejebringe et grundlag for, at Miljøstyrelsen kan vurdere, om det er praktisk muligt at stille krav om dokumentation af forureningsgrad ved prøvetagning og analyse, samt hvordan repræsentativ prøvetagning, test og analyse af bygge- og anlægsaffald som indleveres på genbrugsstationerne, kan gennemføres, så der fastholdes en sporbarhed tilbage så tæt på kilden som praktisk muligt. Projektet omfatter affaldsfraktionerne beton, tegl og sanitet, der tilsammen udgør en betydelig andel af det bygge- og anlægsaffald, der indleveres på genbrugspladserne. I undersøgelsen er der identificeret to forskellige formål med at udtage prøver: dels at forbedre miljøkvaliteten af det indsamlede affald, dels at sikre, at de oparbejdede fraktioner er egnede til nyttiggørelse. På baggrund af undersøgelsen er det fundet, at forbedringen af de indsamlede fraktioners miljøkvalitet skal ske på genbrugsstationerne i forbindelse med indsamlingen, mens kontrol af fraktionernes egnethed til genanvendelse skal ske ved rutinekontrol af de oparbejdede fraktioner nedstrøms i håndteringskæden. Der er gennem projektet erfaret, at der er stor forskel på hvordan sortering i affaldsfraktioner sker på genbrugsstationerne.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk