

Delrapport 1

Vurdering af behov for materialestationer

Dato: 28. juni 2024

Rev: 00



Indholdsfortegnelse

1	ORDLISTE	4
2	INDLEDNING	6
3	BAGGRUND OG FORMÅL	6
4	DELOPGAVE 1	7
5	METODE OG DATAINDSAMLING	7
6	VURDERING AF BEHOV FOR MATERIALESTATIONER	8
6.1	BASISSCENARIER	8
6.1.1	<i>Materialer og mængder</i>	
6.1.2	<i>Eksisterende materialestationer m.v.</i>	
6.1.3	<i>Nationale og internationale erfaringer om behov for materialestationer</i>	
6.2	TESER	14
6.3	PRIORITEREDE MATERIALER	18
6.4	FOKUSGRUPPER	18
6.4.1	<i>Fokusgruppe 1 - Materialestationer til genbrugsegnete materialer</i>	
6.4.2	<i>Fokusgruppe 2 - Materialestationer til genanvendelse af beton</i>	
6.4.3	<i>Delkonklusion fokusgrupper</i>	
6.5	ANALYSE AF VÆRDIKÆDEN OG BEHOVET FOR LAGERPLADS	21
6.5.1	<i>Analyse af værdikæde</i>	
6.5.2	<i>Analyse af behov for materialestationer</i>	
6.5.3	<i>Delkonklusion analyser</i>	
7	VURDERING AF ØGET RESSOURCEPOTENTIALE FOR BETON OG MURSTEN OVER TID.....	31
7.1	VURDERING AF ØGET RESSOURCEPOTENTIALE FOR BETON.....	32
7.2	VURDERING AF ØGET RESSOURCEPOTENTIALE FOR MURSTEN.....	33
8	FOKUSERET ANALYSE AF MATERIALESTRØMME FOR BETON OG VURDERING AF DE FORVENTEDE EFFEKTER VED ETABLERING AF MATERIALESTATIONER	34
8.1	ANALYSE AF FORDELING AF BETON TIL GENANVENDELSE I REGIONEN	35
8.1.1	<i>Byggeaktivitet i forhold til befolkningstal</i>	
8.1.2	<i>Fordeling af beton fra type byggearbejde og produktion</i>	
8.2	PLACERING AF EKSISTERENDE MODTAGEANLÆG OG BETONPRODUCENTER.....	39
8.3	PLACERING AF NYE MATERIALESTATIONER	40
8.4	VURDERING AF DE FORVENTEDE EFFEKTER AF ETABLERING MATERIALESTATIONER.....	41
8.4.1	<i>Delkonklusion den forventede effekt af etablering af materialestationer</i>	
9	BEREGNINGSEKSEMPEL FOR MURSTEN (BISPEBJERG).....	44
10	SAMLET VURDERING.....	45

11	REFERENCER	46
-----------	-------------------------	-----------

Bilag:

Bilag 1 Kortlægning af eksisterende materialestationer, modtageanlæg og andre faciliteter

Bilag 2 Referater fokusgrupper

Bilag 3 CO₂ beregninger, transportafstand

1 Ordliste

I nedenstående ordliste ses betydning af udvalgte begreber, der er anvendt i rapporten.

Basisscenarie: En beskrivelse af nuværende forhold. Basisscenariet fungerer som referencepunkt i vurdering af fremtidige scenarier.

Byggeaffald: Bygnings- og nedrivningsaffald fra nybyg, renovering og nedrivning.

Genbrug: Genbrug er, når produkter eller materialer bruges igen til samme formål, som de oprindeligt var udformet til.

Genanvendeligt affald: Affald, som er egnet til genanvendelse, og som efter lovgivningen skal genanvendes.

Genanvendelse: Når affaldsmaterialer omarbejdes til produkter, materialer eller stoffer, hvad enten de bruges til det oprindelige formål eller andre formål.

Genanvendelse af beton som tilslag: Kontrol, rensning, knusning og sortering af beton, der er blevet til affald, og anvendelse som tilslag i ny beton.

Genanvendt beton: To betydninger: 1. Synonym for Genanvendelse af beton som tilslag. 2. Ny beton med genanvendt tilslag.

Genanvendt tilslag: Tilslagsmateriale af genanvendt beton.

Hovedstadsregionen: Geografisk ansvarsområde for Region Hovedstaden.

Klimagevinst: Reduceret CO₂ udledning i forbindelse med udnyttelse af ressourcer.

Materialebank: Synonym for materialestation

Materialestation: Et fysisk oplag hvor brugte byggematerialer og sekundære råstoffer til byggeriet midlertidigt kan oplagres (og eventuelt behandles).

Modtageanlæg: Anlæg godkendt i Affaldsregister til at modtage og behandle byggeaffald.

Nyttiggørelse: Når affaldet opfylder et nyttigt formål ved at erstatte anvendelse af andre materialer, der ellers ville være blevet anvendt til at opfylde en bestemt funktion.

Pop-up materialestation: En midlertidig materialestation i forbindelse med et specifikt projekt.

Potentielle genbrugs-/genanvendelsesegnet mængde: Estimeret frasorteret mængde fra selektiv nedrivning til behandling, rensning, knusning og sortering (dvs. før behandling).

Potentielle genbrugte/genanvendte mængde: Estimeret mængde af behandlede og genbrugte mursten, genanvendte tilslagsmaterialer, som er mulig at producere og bringe på markedet.

Ressourcekortlægning: Undersøgelse og opgørelse af byggematerialer i en bygning omfattende vurdering af mængder, kvalitet, renhed og muligheder for genbrug/genanvendelse.

Ressourcepotentiale: Potentialet er et udtryk for hvor stor andel af den samlede materialefraktion som er egnet til nyttiggørelse, genbrug eller genanvendelse.

Ressourcepotentiale, genbrugseget/genanvendelseseget mængde: Estimeret mål for genbrugelige/genanvendelige mængder før behandling ved indførelse af selektiv nedrivning.

Ressourcepotentiale, genbrugte/genanvendte mængde: Estimeret mængde af behandlede og genbrugte mursten, genanvendte tilslagsmaterialer, som er mulig at producere og bringe på markedet ved indførelse af selektiv nedrivning.

Samlet mængde: Samlet mængde fra selektiv nedrivning til genbrug, genanvendelse, nyttiggørelse, deponering og specialbehandling.

Sekundære byggematerialer/råstoffer: Genbrugte og genanvendte materialer/råstoffer til substitution af nye (primære) materialer/udvundne råstoffer

Selektiv nedrivning: Nedrivning, hvor materialer fra bygningen adskilles og sorteres med henblik på at opnå maksimal udnyttelse og recirkulering af materialerne.

Værdikæde: Faseopdeling af bygningers livsforløb: Produktionsfase, konstruktionsfase, brugsfase, bortskaffelsesfase, næste produktsystem i henhold til EN 15978:2012.

2 Indledning

Denne rapport indeholder en vurdering af behov for materialestationer i Hovedstadsregionen. Behovet defineres som bedre og mere effektiv logistisk styring af strømme af genbrugelige/genanvendelige materialer til fremme for markedsføring af sekundære byggematerialer.

Med materialestation forstås et fysisk oplag hvor brugte byggematerialer og sekundære råstoffer til byggeriet midlertidigt kan oplagres (og eventuelt behandles).

Rapporten er den første delrapport (delrapport 1 ud af 3) til et samlet projekt for Region Hovedstaden om undersøgelse af mulighederne for etablering af materialestationer til brugte byggematerialer og sekundære råstoffer til byggeriet.

Rapporten består af følgende dele:

- A. Analyse af hvilke typer af materialestationer, der er behov for med hensyn til forskellige fraktioner/typer af sekundære byggematerialer til genbrug/genanvendelse. Analyser handler primært om beton, tegl og træ men glas, gips og mineraluld vil også blive belyst. Jord, metal, asfalt og sammensatte produkter som døre og vinduer er ikke medtaget i analysen.
- B. Vurdering af øget ressourcepotentiale for beton og mursten over tid.
- C. Fokuseret analyse af materialestrømme for beton og vurdering af den forventede effekt af etablering af materialestationer.

Med henvisning til Region Hovedstadens udbudte konsulentopgave af 20. november 2023 er delopgave B. og C. ændret efter aftale med opdragsgiver.

Delrapporten er blevet udført af Trap, Rose & Ekblad, Rådgivende Ingeniører og Biologer ApS (TRE) og Danish Waste Solutions ApS.

Branchen er blevet inddraget i undersøgelsen via fokusgrupper, hvilket er beskrevet i afsnit 6.4 i denne rapport.

3 Baggrund og formål

Udgangspunktet for cirkulært byggeri er at reducere ressourcebehovet og bevare ressourcer ved at transformere eksisterende bygninger og materialer fra en tidligere benyttelse til genbrug/genanvendelse i fremtidige bygninger. En af de største udfordringer for cirkularitet i bygge- og anlægssektoren er at matche udbud og efterspørgsel af genbrugte/genanvendelige materialer. Det handler om at få den rette mængde genbrugte eller genanvendte byggematerialer i den rigtige kvalitet og på det rigtige tidspunkt til et renoverings- eller byggeprojekt. Det konkrete problem er logistisk. Det består i, at det er nødvendigt at opbevare sekundære materialer midlertidigt, indtil deres destination og videre brug er bekræftet med hensyn til de stramme og overlappende tidslinjer i byggebranchen. Fysiske materialestationer og digitale markedspladser er afgørende for at forbinde materialerne fra nedrivningssteder (udbud) med byggepladser (efterspørgsel). Formålet med det samlede projekt *Undersøgelse af mulighederne for etablering af materialestationer til brugte byggematerialer og sekundære råstoffer til byggeriet* er at fremme strømme af byggematerialer og cirkulært byggeri.

4 Delopgave 1

Formålet med Delopgave 1 er at få bekræftet behovet for bedre og mere effektiv logistisk styring af strømme af genbrugelige/genanvendelige materialer til fremme for markedsføring af sekundære byggematerialer, herunder hvilke typer af materialestationer der er behov for.

Delopgave 1 består af tre dele:

- Opgave 1A er en analyse af hvilke typer af materialestationer, der er behov for med hensyn til forskellige fraktioner/typer af sekundære byggematerialer, herunder en vurdering af hvilke materialer, der kører fint i egne spor, men som måske har brug for at blive understøttet f.eks. med hjælp til at udpege arealer til midlertidig oplægning og behandling af materialer. Derudover, er nationale og internationale erfaringer om behov for materialestationer kortfattet beskrevet.
- Opgave 1B er en vurdering af øget ressourcepotentiale for beton og mursten over tid og vurdering af etablering af materialestationer på kort sigt (1-3 år) og på længere sigt (5 år).
- Opgave 1C er en fokuseret analyse af materialestrømme for beton i Hovedstadsregionen samt vurdering af betydning af evt. indførelse af materialestationer i regionen med hensyn til øget genbrug/genanvendelse af beton og reduktion af transport (tons-km og CO₂).

5 Metode og dataindsamling

1A Analyse af hvilken type materialestationer der er behov for.

Oprindelig var der planlagt en opgaveløsning i fem dele men på møde med regionen d. 15. januar 2024 og drøftelse af forståelsesnotat er man blevet enige om en opdeling i fire dele, som vist i figur 1.



Figur 1. Løsning af opgave 1 A i fire dele

i. Opstilling af basisscenarie

Konsulentteamet har indledt opgaven med opstilling af et basisscenarie som består af en kortlægning af materialefraktioner (mængder, potentiale, behandling, led igennem værdikæden) og en kortlægning af eksisterende materialestationer, modtageanlæg og andre faciliteter m.fl. Kortlægningen er udført på baggrund af eksisterende undersøgelser, Energistyrelsens Affaldsregister og internet research. Basisscenariet beskriver den situation som eksisterer i dag og potentialet for øget ressourceudnyttelse ved materialestationer.

ii. Opstilling af teser

Med afsæt i basisscenariet, har Konsulentteamet opstillet en række indledende teser om materialernes opbevarings- og behandlingsbehov. Teseerne er drøftet med Region Hovedstaden som en del af afgrænsningen af opgaven. Teseerne blev herefter anvendt som udgangspunkt for planlægningen af fokusgruppesamtalerne.

iii. Fokusgrupper

Konsulentteamet har afholdt to (2) fokusgruppemøder med formål at kvalitetssikre og uddybe de opstillede teser.

Fokusgruppe 1 – Materialestationer til genbrugsegne materialer

Fokusgruppe 2 – Materialestationer til beton til genanvendelse

iv. Analyse

Analysen udført som værdikædeanalyser af de udvalgte materialer. Til sidst er vurderingens resultater drøftet sammen med Regionen.

1B Vurdering af øget ressourcepotentiale for beton og tegl over tid

Vurdering af ressourcepotentialet over tid på kort sigt (1-3 år) og længere sigt (5 år) er udført på baggrund af en kortlægning af mængder og potentiale i opgave 1A, suppleret med data fra eksisterende undersøgelser og interviews med branchens aktører. Ressourcepotentialet er herefter drøftet med Regionen.

1C Fokuseret analyse af materialestrømme for beton og vurdering af den forventede effekt af etablering af materialestationer

Den fokuserede analyse af materialestrømme for beton er udført med udgangspunkt i opgave 1B identificerende ressourcepotentiale for beton på lang sigt og fordeling af byggeaktivitet i regionen. Den forventede effekt af etablering af materialestationer (transport og CO₂) er derefter beregnet i tre udvalgte scenarier.

- Scenarie 0: Basisscenarie – Status i dag
- Scenarie 1: Indførelse af materialestation i Hillerød
- Scenarie 2: Indførelse af materialestationer i Hillerød og Høje-Taastrup

Der er som en del af 1C også udført et eksempel på den forventede effekt af etablering af materialestationer for mursten til genbrug i alle tre scenarier.

6 Vurdering af behov for materialestationer

6.1 Basisscenarier

Opstilling af basisscenarie omfatter kortlægning af mængder og eksisterende materialestationer.

6.1.1 Materialer og mængder

Der er udført en kortlægning af mængder, håndtering og potentiale af de ønskede materialer i Hovedstadsregionen.

Som udgangspunkt for vurderingen af mængder, behandling og potentiale af byggeaffald i Hovedstadsregionen, henvises til undersøgelse i forbindelse med projekt *Selektiv nedrivning i byggebranchen*¹ og *Bedre udnyttelse af ressourcer i byggesektoren* i Københavns Kommune². Disse undersøgelser vurderer den totale mængde bygge- og anlægsaffald fra nedrivninger, renoveringer og nybyg i Danmark at være 6.428.571 tons/år (2022). Idet Hovedstadsregionen ifølge Danmarks Statistik har 32 % af Danmarks samlede befolkning, giver en gennemsnitlig fordeling af byggeaffaldet på indbyggere en mængde byggeaffald i Hovedstadsregionen på 2.057.143 t/år. Tabel 1 viser den samlede mængde af de enkelte materialefraktioner som indgår i analysen.

¹ Selektiv nedrivning i byggebranchen, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning, Miljøprojekt 2185, 2022.

² Bedre udnyttelse af ressourcer i byggesektoren – kortlægning af tab – analyse og anbefalinger til forøget genanvendelse og genbrug, Københavns Kommune, 2023.

Tabel 1. Årlig mængde bygge- og anlægsaffald i Danmark og Hovedstadsregionen 2022.

* Befolkningstal 32 % af Danmark

Materialefraktion	Byggeaffald i DK (tons)	Byggeaffald i RH* (tons) M1
Beton	3.250.000	1.040.000
Mursten	1.321.429	422.857
Tagsten	300.000	96.000
Ubehandlet træ	385.714	123.428
Glas	64.286	20.572
Gips	128.571	41.143
Stenuld	20.714	6.628
Glasuld	11.429	3.657
Andet byggeaffald	946.428	302.857
I alt	6.428.571	2.057.143

En nærmere granskning af undersøgelsen /2/ viser, at der i 2022 i Københavns kommune kun var mindre mængder af mursten (5 %) og tagsten (3 %) der blev genbrugt. Genbrugte mængder af de øvrige fraktioner var ikke væsentlige.

Desuden viste undersøgelsen at træ, glas, gips og stenuld genanvendes i betydelige mængder, ligesom betydelige mængder beton, tegl og mursten bliver nyttiggjort i nedknust form som bærelag i veje og befæstelser. Konsulentgruppen vurderer, at de samme genbrugs- og genanvendelsesprocenter for de enkelte materialefraktioner er gældende for Hovedstadsregionen.

Mængder til genbrug, genanvendelse eller materialenyttiggørelse i Hovedstadsregionen i dag er vist i Tabel 2.

Tabel 2. Årlige mængder (2022) til genbrug, genanvendelse eller materialenyttiggørelse i Hovedstadsregionen. %-andel af samlede mængde af materialefraktionen angivet i tons.

Materialefraktion	Genbrug (tons)	Genanvendelse (tons)	Materialenyttiggørelse (tons)
Beton	0	0	1.008.800 (97%)
Mursten	21.143 (5 %)	0	389.029 (92%)
Tagsten	2.880 (3%)	0	90.240 (94 %)
Ubehandlet træ	0	49.371 (40 %)	0
Glas	0	14.400 (70 %)	6.171 (30 %)
Gips	0	21.806 (53%)	0
Stenuld	0	3.845 (58 %)	0
Glasuld	0	0	0

Undersøgelserne /1,2/ har desuden vist at der er potentiale til bedre udnyttelse af ressourcerne og øgede mængder materialer til genbrug og genanvendelse. Det kan på sigt ske igennem implementering af flere tiltag, herunder bl.a. selektiv nedrivning, forbedret kildesortering, styrket indsats for genanvendelse og etablering af materialestationer. Etablering af materialestationer vurderes i undersøgelsen til Københavns Kommune /2/ at være særligt relevant i forhold til genbrug af tegl og genanvendelse af beton. I projektet CityLoops^{3,4} blev genanvendelse af beton som tilslag i ny beton afprøvet i to danske projekter, Høje-Taastrups nye rådhus og Musiconområdet i Roskilde. Her var en af konklusionerne, at det er vigtigt, at der er tænkt over hvor materialerne kan opbevares i perioden mellem nedrivning og nybyg. I Musicon-projektet blev det løst ved, at betonen blev oplagret i området, idet nybyggeri og nedrivning var på samme matrikel. I projektet med Høje Taastrups nye rådhus, var man nødt til at finde en ekstern plads til mellemlagring af materialerne.

Af undersøgelsen til Københavns Kommune /2/ fremgår vurdering af potentiale for genbrug og genanvendelse for de enkelte materialefraktioner. Potentialet er et udtryk for hvor stor andel af den samlede materialefraktion som er egnet til genbrug eller genanvendelse.

Den procentviseandel af genbrugs- og genanvendelsespotentialet i Københavns Kommune, vurderes af konsulentgruppen at være gældende for Hovedstadsregionen. En vurdering af potentielle genbrugs-/genanvendelsesegnet mængde i Hovedstadsregionen er vist i Tabel 3.

Tabel 3. Potentielle genbrugs-/genanvendelsesegnede mængder pr. år i Hovedstadsregionen.

*** Producentens maksimale mængde for modtagelse af genanvendeligt materiale pr. år.*

Materiale	Samlet mængde (tons)	Potentiale for genbrug (%)	Genbrug (tons)	Potentiale for genanvendelse (%)	Genanvendelse (tons)
Beton	1.040.000	1,5	15.600	38	395.200
Mursten	422.857	36	152.229	4	18.183
Tagsten	96.000	27	25.920	3	3.072
Ubehandlet træ	123.428	7	8.640	56	69.120
Glas	20.572		< 21	100	20.572
Gips	41.143	<1	< 200	83	34.148
Stenuld	6.628	<0,5	< 35	79	5.236
Glasuld	3.657	<0,5	< 18		1.000**

Klimagevinst ved behandling samt transport

Med henvisning til Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet (VCØB) vejledning *CO₂-nøgletal hvor de har lavet en kort vejledning til at vælge den bedste behandling af forskellige affaldsfraktioner*⁵ viser Tabel 4 nøgletal for klimagevinst ved genbrug, genanvendelse eller nyttiggørelse af beton, træ, mursten, gips og stenuld.

³ CityLoops Business cases, Høje-Taastrup new city hall and Taastrupgård Cultural landscape, Høje-Taastrup Municipality and Danish Association of Construction Clients, 2023.

⁴ CityLoops Business case, Parking House "Indfaldet", Roskilde Municipality and Danish Association of Construction Clients, 2023

⁵ Guide CO₂-nøgletal til at vælge den bedste behandling af forskellige affaldsfraktioner, VCØB

Tabel 4. Nøgletal for klimagevinst eller klimabelastning ved forskellig behandling af forskellige affaldsfraktioner.

Materialefraktion	Genbrug		Genanvendelse		Nyttiggørelse	
	(kg CO ₂ -ækv/t)		(kg CO ₂ -ækv/t)		(kg CO ₂ -ækv/t)	
Beton	-155	-77	-39,4	4,1	2,2	8,7
Træ	-606	-540	-205		-450	90
Mursten	-104	-53			4,5	
Gips			-86	-59	-35	6
Stenuld			-5,8			

Der er tale om en klimagevinst, når tallene er negative, og en klimabelastning, når tallene er positive.

Tabellen viser for nogle af affaldsfraktionerne et relativt bredt interval af værdier fremfor én enkelt værdi. Intervallet dækker over, at der opnås forskellige nøgletal for den enkelte affaldsfraktion afhængig af, hvilket materiale den pågældende affaldsfraktion erstatter og de aktuelle transportafstande for de enkelte materialer. F.eks. resulterer genanvendelse af beton i en klimagevinst, hvis den erstatter granit som tilslag, fordi de største mængder granit skal importeres over relativt store transportafstande /5/. For beton, genanvendt som tilslag til ny beton til erstatning for grusgravsmateriale, er transportafstande afgørende for, om klimagevinsten er positiv eller negativ. Størst CO₂-reduktion opnås ved lokal genanvendelse med knusning og betonfabrikation på stedet med mobile anlæg. Der er ingen væsentlig forskel mellem klimabelastningen fra genanvendelse af beton og nyttiggørelse af beton. I andre tilfælde kan forskellige tal referere til forskellige behandlingsmetoder. Som eksempel her kan nævnes mursten, hvor genbrug af facademursten giver en større klimagevinst end genbrug af bagmursten pga. at brænding af facademursten sker ved en højere temperatur end brænding af bagmursten. Derfor er det ikke nødvendigvis en god idé at bruge et gennemsnit af de angivne værdier. Det anbefales i stedet at se nærmere på antagelserne (murstenstype og transportafstand) bag værdierne og finde den værdi, der bedst afspejler den konkrete situation. Dette ville skulle gøres individuelt for hvert projekt.

Nøgletallene viser en stor variation. For nogle byggematerialer ses meget store CO₂-besparelser ved at benytte genbrugte byggevarer eller byggevarer med genanvendt indhold (f.eks. for genbrug af træ eller betonelementer), mens der for andre stort set ikke er nogen CO₂-fordel (f.eks. for beton med genanvendt tilslag) /5/. Det kan skyldes, at oparbejdnings-processen forbundet med at genanvende et materiale indebærer et vist energi- eller materialeforbrug, hvor det i nogle tilfælde kan være afgørende at kende det præcise forbrug. Ligeledes kan det være afgørende, hvad den genbrugte byggevarer eller hvad det genanvendte indhold erstatter, og hvor det substituerede produkt kommer fra. Transport kan for nogle materialer også være en afgørende parameter især for beton og mursten.

I alle tilfælde er en klimabesparelse forbundet med at bygge med genbrugte byggematerialer eller byggematerialer med genanvendt indhold – sammenlignet med byggematerialer fremstillet af jomfruelige råvarer.

6.1.2 Eksisterende materialestationer m.v.

Som en del af undersøgelsen er der foretaget en kortlægning af hvad der allerede i dag findes, som kan opfattes at være materialestationer. Kortlægningen er udført på baggrund af Energistyrelsens Affaldsregister⁶, Miljøstyrelsens Digitale MiljøAdministration⁷, internet research samt konsulentens egne erfaringer.

Kortlægningen har omfattet flg. typer materialestationer:

- Salg af genbrugsmaterialer (fysiske butikker og webshops) (Landsdækkende)

⁶ Affaldsregister, Energistyrelsen <https://affaldsregister.ens.dk/>

⁷ Dansk MiljøAdministration, Miljøstyrelsen <https://dma.mst.dk/>

- Markedspladspladser (digitale opsæt) (Landsdækkende)
- Online auktioner (Landsdækkende)
- Affaldsbehandlingsanlæg og modtageanlæg (Region Hovedstaden og Region Sjælland)
- Kommunale oplagspladser (Region Hovedstaden)

Resultaterne af kortlægningen kan ses i bilag 1.

Salg af genbrugsmaterialer (fysiske butikker og webshop)

Der findes et stigende marked for salg af genbrugs byggematerialer. Nogle virksomheder har specialiseret sig i særlige fraktioner, som mursten og teglsten, medens andre sælger flere typer af byggematerialer.

Nogle af de store nedrivningsvirksomheder sælger genbrugte byggematerialer og overskudsvarer fra nybyggeri. Der sælges primært private og mindre håndværksvirksomheder. Der er mulighed for at købe ved fysisk fremmøde eller via webshop. De materialer, der primært forhandles, er døre, vinduer, sanitet, tømmer og diverse belysning. Nogle har mulighed for fjernoplag ved større partier. Der er mulighed for både udendørs og indendørs oplag.

Ud over nedrivningsvirksomhederne er der også andre aktører, der sælger genbrugte byggevarer, f.eks. Genbyg. Genbyg samarbejder med nedrivningsvirksomhederne om opkøb af udvalgte materialer fra dem, typisk døre, vinduer, gulvbrædder og unikaeffekter. Genbyg deltager også i udtagning af materialer i den indledende fase af selektiv nedrivning. Kunderne opfattes at være private og mindre håndværksvirksomheder. I 2022 købte Enemærke og Petersen og Carl Ras sig ind i Genbyg, hvilket har åbnet op for salg af genbrugsmaterialer i stor skala til det professionelle segment⁸.

Der findes desuden også virksomheder som har specialiseret sig i bestemte materiale, eksempelvis Gamle Mursten, som køber, renser og sælger gamle mursten. Et andet eksempel er Jakobsen tegl, der køber og sælger brugte tagsten.

Online markedspladser (digitaleopsæt)

Bygger på forskellige koncepter. Der i dag også kommet virksomheder, som driver online markedspladser blandt de største findes GreenDozer og Upcycling forum.

GreenDozer er formidling af salg af helt nye overskudsvarer samt genbrugsvarer og materialer fra danske grossister, byggemarkeder og producenter indenfor byggeriet. Der er som udgangspunkt intet lager, og varen sendes direkte fra leverandøren og GreenDozer tjener via kommission. GreenDozer råder over indendørs såvel som udendørs lagerplads, herunder bl.a. i samarbejde om genbrug og nedrivningsmaterialer med Tscherning, hvor Tscherning er i gang med at bygge en hal til GreenDozers materiale.

Upcycling Forum er ment som en platform der skal gøre det nemmere for aktørerne at samarbejde om at skalere genbrug af inventar og byggematerialer. Upcycling forum bygger på at man betaler for forskellige adgangspakker. Der er i dag flere kommuner som benytter denne løsning. Upcycling forum har ikke selv lagerplads, og oplagring af materialerne sker ude hos kunderne. Konceptet bygger på, at kunder bringes sammen og kan udveksle materialer.

⁸ Interview med Anders Sørensen, Bæredygtighedschef, Enemærke og Petersen, februar 2023.

Online auktioner

Der findes flere online auktioner som sælger byggematerialer, f.eks. Klaravik. Typisk er der tale om salg direkte fra kunden, hvor materialerne efterfølgende skal afhentes fra, dvs. der ikke er lagerplads til materialerne. Der meget stor variation på hvilke materialer der sælges.

Affaldsbehandlings- og modtageanlæg

Der findes i dag både mindre og større affaldsbehandlings- og modtageanlæg. De større anlæg modtager hele paletten af materialer, mens de mindre kun modtager beton samt tegl til nedknusning og videresalg til private og virksomheder. De mindre anlæg er typisk placeret i forbindelse med drift af egen grusgrav mens de store har centralt placerede pladser i regionen og resten af landet.

Interview med eksisterende affaldsbehandler og modtageanlæg bekræfter, at der for affald til genanvendelse (træ, glas, gips, sten- og glasuld) og beton og tegl til nyttiggørelse, allerede eksisterer velfungerende kommercielle løsninger og at der ikke er behov for materialestationer for disse materialer til genanvendelse/nyttiggørelse. I Danmark genanvendes eller nyttiggøres mere end 90 pct. af betonen fra nedrevne bygninger og anlægskonstruktioner. Det sker som oftest ved nedknusning, hvor betonen erstatter sand og sten f.eks. i bærelag under veje. I de senere år er flere anlæg begyndt nedknusning af betonaffald til genanvendt tilslag i ny beton., og efterspørgslen er stigende.

Kommunale oplags- og materialepladser

Flere kommuner har egne typisk mindre pladser til oplag af materialer som bruges til mindre kommunale reparationer af f.eks. veje og materiel. For de fleste kommuners vedkommende gælder dette alene sand og grus til småreparationer samt oplag af fortovsfliser samt kantsten og brosten. Kommunernes pladser er gennemgået vha. Google Maps og det vurderes ikke at der kan ske større oplag på disse pladser. I Københavns og Brøndby Kommune har pladserne en hensigtsmæssig størrelse hhv. ca. 35.000 m² og 15.000 m² dog med begrænset indendørsoplæg begge steder.

Midlertidige pladser

I forbindelse med byudvikling, eller større enkeltprojekter, etableres sommetider midlertidige materialepladser til håndtering af materialer til genbrug eller genanvendelse fra projekter. Erfaringer med den type materialepladser er nærmere beskrevet i afsnit 6.1.3.

6.1.3 Nationale og internationale erfaringer om behov for materialestationer

Der er få erfaringer med behov om materialestationer. Projekt CityLoops^{9,10} har indsamlet erfaringer med etablering af både fysiske og digitale materialestationer fra Holland, Finland, Norge og Danmark. Eksempler på de fysiske materialestationer i projektet er baseret på en model, hvor kommuner afsætter arealer til midlertidig materialeopbevaring i byudviklingsområder.

Konklusionen fra CityLoops projektet er, at materialestationer er nødvendige for at opbevare materialer og holde dem let tilgængelige til deres fremtidige brug og, at materialestationerne skal være så tæt som muligt på nedrivnings- og brugsstedet for at mindske emissioner og økonomiske omkostninger forårsaget af transport. Projektets erfaringer omfatter bl.a. følgende:

- Forskellige typer materialestationer kræver forskellige rammer afhængig af de konkrete formål og scenarier. Små midlertidige materialestationer kræver ikke så mange regler, men større

⁹ Circular construction in Europe: handbook for local and regional governments CityLoops, 2023

¹⁰ CDW Replication Package 5, CityLoops, 2023

centrale/permanente materialestationer kræver miljøtilladelse med styring og faste vilkår til hvad kommer ind, dokumentation af materialerne, hvem der har adgang til materialerne m.fl.

- Håndtering (f.eks. neddeling af beton) af materialer øger værdien for en materialestation. De små midlertidige materialestationer kan reducere transportsafstanden væsentligt, men det er vigtigt at med den rigtige behandling af materialerne, også hvis de skal transporteres længere.
- Incitament til køb af genbrugelige og genanvendelige materialer, mangler i større byggeprojekter, fordi der ikke stilles krav om genbrug og genanvendelse af materialer under planlægning, projektering og udbud.
- Materialer skal digitaliseres så de bliver synlige, der anbefales anvendelse af allerede eksisterende digitale platforme.
- Interessenterne er ofte skeptiske over for risici, forsikringer og juridiske spørgsmål. Den digitale markedsplads bør have en standardaftale mellem sælger/køber i henhold til standardregler, der adresserer den juridiske risiko: ansvaret for materialefejl.

Der er flere danske eksempler på midlertidige, oplagringsfaciliteter, fx Musicon-projektet, så kaldte pop-up materialestationer (dette ses også på flere kommunale genbrugsstationer i regionen) samt i forbindelse med projekter hvor større mængder genbrugsmaterialer bliver anvendt. Her kan der nævnes bl.a. Børnehuset Svanen i Gladsaxe¹¹, hvor børnehuset blev bygget af materialerne fra nedrivning af den gamle skole på samme adresse. Her blev materialerne midlertidigt opbevaret på den lokale fodboldbane. Et andet eksempel er Fælledbyen i København¹², hvor det ikke var muligt at finde en lokal midlertidig oplagringsfacilitet til genbrugsmaterialer (tegl, træ, stål) og materialerne skulle derfor oplagres i en hal i Ringsted¹³.

Der er flere aktører i værdikæden som samarbejder omkring lagerplads og genbrugsmaterialer. Som eksempel herom nævnes samarbejde mellem Greendoser og Tscherning og Genbyg-samarbejdet mellem Enemærke og Petersen og Carl Ras (se nærmere i afsnit om eksisterende materialestationer 6.1.2).

Københavns kommune havde i ca. 2016-2017 planer om at etablere en permanent materialestation for genbrugsegnete materialer i forbindelse med forberedelser til selektiv nedrivning. Planen blev aldrig realiseret /13/.

Region Hovedstaden har talt med blandt andet Københavns Kommune og Roskilde Kommune om materialestationer, og de vil meget gerne etablere fælles offentlige materiale(bytte)stationer, hvor kommuner og regioner kan opmagasinere og udveksle materialer. Dette er lettere for nogle kommuner/politikere at se for sig i forhold til dele byggerier, og kan forhåbentlig fungere som en trædesten på vejen til et velfungerende kommercielt marked. Roskilde Kommune har bedt Advokatfirmaet Horten om at undersøge de juridiske aspekter i fht udveksling af materialer mellem kommuner.

6.2 Teser

Konsulentteamet har opstillet en række teser på baggrund af basisscenariet. Teseerne er præsenteret i Tabel 5.

¹¹ Værdibyg Case: Børnehuset Svanen – når cirkulært byggeri stiller særlige krav til processen

¹² Fælledby <https://faelledby.dk/>

¹³ Information om opbevaring af materialer og Københavns materialebank er fra interview med Rasmus Krag, projektchef hos Artelia, april 2024.

Tabel 5. Teseer for udnyttelsesgrad af udvalgte materialer.

Materiale	Udnyttelsesgrad	Tese
		Behov for materialestationer
Beton	Genbrug	Der er et behov for opbevaring af hele betonelementer til genbrug, men endnu ikke i stor skala.
	Genanvendelse	Der er et reelt behov for opbevaring af konstruktionsbeton efter nedrivning, inden bearbejdning til tilslag.
	Nyttiggørelse	Der er ikke behov for opbevaring. Allerede eksisterende velfungerende kommercielle løsninger.
Tegl (mursten)	Genbrug	Der er et reelt behov for opbevaring af mursten til genbrug, før rensning hhv. efter rensning.
	Genanvendelse	Begrænset behov for opbevaring, da genanvendelse af fraktionen kun foregår i mindre omfang.
	Nyttiggørelse	Der er ikke behov for opbevaring. Allerede eksisterende velfungerende kommercielle løsninger.
Tegl (tagsten)	Genbrug	Reelt behov for opbevaring af tagsten til genbrug.
	Genanvendelse	Begrænset behov for opbevaring, da genanvendelse af fraktionen ikke foregår i betydeligt omfang.
	Nyttiggørelse	Ikke et reelt behov for opbevaring. Der findes allerede eksisterende velfungerende kommercielle løsninger.
Træ	Genbrug	Der findes et behov for opbevaring af konstruktionstræ til genbrug.
	Genanvendelse	Der er ikke et behov for opbevaring. Der findes allerede eksisterende velfungerende kommercielle løsninger.
Gips	Genbrug	Der findes et behov for opbevaring af hele gipsplader, men ikke i stor skala.
	Genanvendelse	Der er ikke et behov for opbevaring af gips til genanvendelse. Der findes allerede eksisterende velfungerende kommercielle løsninger.
Mineraluld	Genbrug	Behov for opbevaring af mineraluld til systemloft, men ikke i stor skala.
	Genanvendelse	Ikke behov for opbevaring. Allerede eksisterende velfungerende kommercielle løsninger.
Planglas	Genbrug	Da ordregiveren ikke ønsker vinduer medtaget, er dette ikke relevant.
	Genanvendelse	Behov af opbevaring af vinduer, hvor planglas ønskes genanvendt til produktion af glasuld, så tilstrækkeligt materialer kan indsamles inden transport til oparbejdning i Jylland. Ikke behov for opbevaring af glas til planglas. Allerede eksisterende velfungerende kommercielle løsninger.

Konsulentteamets argumentationsgrundlag for teseerne, er nærmere beskrevet herunder.

Beton

Genbrug af beton udgør i dag en meget lille del af markedet, men det har stor politisk bevågenhed. Forskningen er nået langt i forhold til at dokumentere brugte betonelementers styrke og egnethed til genbrug (Teknologisk Institut: (P)RECAST projektet og SDU-test af brugte huldæk). Der eksperimenteres desuden i stigende grad med metoder til nedtagning og klargøring samt anvendelse af brugte betonelementer. I fremtiden kommer vi til at nedtage bygninger der er designet til adskillelse. På sigt vil der derfor være stigende behov for materialestationer til genbrugte betonelementer. Materialestationerne bør derfor være åbne for at kunne håndtere betonelementer, men hovedfokus i denne analyse er på genanvendelse, da det er der det store potentiale er lige nu.

Genanvendelse af beton som tilslag i ny beton kræver midlertidig opbevaring inden bearbejdning til tilslag. Der eksisterer allerede modtageanlæg som både opbevarer og bearbejder betonen, men i lyset af, at potentialet i beton til genanvendelse er stort (38 % af den samlede mængde) og at der i dag kun bliver genanvendt begrænsede mængder, er der ved øget udnyttelse af beton, stor sandsynlighed for behov for flere opbevaringsmuligheder (materialestationer).

For beton til nyttiggørelse, eksisterer allerede velfungerende kommercielle løsninger, hvor beton fra byggepladser bliver transporteret til modtageanlæg, knust, sorteret og afsat til ubundne bærelag eller overfladebelægninger. Dette gør sig gældende for 97 % af al beton. Resten af materialefraktionen bliver genbrugt, genanvendt, eller bortskaffes til deponi/specialbehandling.

Tegl (mursten)

Genbrug af mursten kræver opbevaring af murstenene. Den kommercielle aktør til rensning og salg af mursten, Gamle mursten, er placeret i Svendborg. I dag genbruges kun 5 % af mursten, men potentialet er stort, op til 36 % af totalmængden. Med øget genbrug af mursten, vil der være behov for opbevaring og behandling af mursten til genbrug på i Hovedstadsregionen for derved at reducere transport.

Genanvendelse af mursten til ubundne bærelag og belægninger foregår i et relativt begrænset omfang, 4 % af det potentiale i mængder til genbrug/genanvendelse og dermed er behovet for materialestationer for mursten til genanvendelse også begrænset.

For mursten til nyttiggørelse, eksisterer allerede velfungerende kommercielle løsninger, hvor mursten fra byggepladser bliver transporteret til modtageanlæg, hvor fraktionerne bliver behandlet og afsat til overfladebelægninger eller produkt til grønne tage. Dette gælder for 92 % af al mursten, resten af materialefraktionen bliver genbrugt, genanvendt eller bortskaffet til deponi/ specialbehandling.

Tegl (tagsten)

Genbrug af tagsten kræver opbevaring. Der eksisterer kommercielle aktører til opbevaring, køb og salg af tagsten. I dag genbruges kun 3 % af tagsten, men potentialet er op til 27%. Det vurderes, at der er en stigende udvikling og efterspørgsel af genbrug af tagsten, se *Genbrug af teglsten, Lystoftehuse/28/*. Med øget genbrug af tagsten, kan der være behov for opbevaring. Der findes i dag kommercielle aktører der sælger brugte tagsten.

Genanvendelse af tagsten foregår i beskedent omfang. Der er tale om et lille potentiale (3 %) af mængderne til genbrug/genanvendelse og dermed er behovet for materialestationer for tagsten til genanvendelse også begrænset.

For tagsten til nyttiggørelse eksisterer allerede velfungerende kommercielle løsninger, hvor mursten fra byggepladser bliver transporteret til modtageanlæg, hvor fraktionerne bliver behandlet og afsat til overfladebelægninger eller produkt til grønne tage. Dette gør sig gældende for 94 % af mængder af tagsten. Resten af materialefraktionen bliver genbrugt, genanvendt, eller bortskaffes til deponi/ specialbehandling.

Træ

Træ til genbrug kræver opbevaring. Der eksisterer i dag aktører som opbevarer og sælger genbrugstømmer og -brædder men kun i mindre mængder. Derfor kan der være behov for materialestationer for opbevaring af genbrugseget træ i større skala.

For træ til genanvendelse, eksisterer allerede kommercielle løsninger. Træ fra byggepladsen transporteres til modtageanlæg, hvor fraktionerne bliver behandlet og afsat til genanvendelse som spånplader. Tallene i tabel 3 og 4 viser, at det fulde genanvendelsespotentiale for fraktionen ikke bliver fuldt udnyttet i dag. Ifølge *Bedre udnyttelse af ressourcer i byggesektoren i Københavns Kommune /2/* og interviews med modtageanlæg¹⁴, er der behov for andre tiltag til øget genanvendelse end etablering af materialestationer, f.eks. bedre kildesortering, større genanvendelseskapacitet hos producenter eller ændrede markedsvilkår for afsætning.

Gips

Gips til genbrug kræver opbevaring. Der eksisterer i dag aktører som opbevarer og sælger gipsplader, men kun i mindre mængder. Derfor kan der være behov for materialestationer for opbevaring af større mængder genbrugseget gips til genbrug, men ikke i stor skala, da genbrugspotentialet af gips er < 1 %.

For gips til genanvendelse, eksisterer allerede kommercielle løsninger. Gips fra byggepladsen transporteres til modtageanlæg, hvor fraktionerne bliver behandlet og afsat til genanvendelse som nye gipsplader. Tallene i tabel 3 og 4 viser, at det fulde genanvendelsespotentiale for fraktionen ikke bliver fuldt udnyttet i dag. Ifølge *Bedre udnyttelse af ressourcer i byggesektoren i Københavns Kommune /2/* og interviews med modtageanlæg /11/, er der behov for andre tiltag til øget genanvendelse end etablering af materialestationer, f.eks. bedre kildesortering på byggepladsen.

Mineraluld

Mineraluld til genbrug kræver opbevaring. Der eksisterer i dag aktører som opbevarer mineraluldsplader (systemlofter), men kun i mindre mængder. Derfor kan der være behov for materialestationer til opbevaring af større mængder genbrugseget mineraluld, men ikke i stor skala, da genbrugspotentialet af mineraluld er < 0,5 %.

For mineraluld til genanvendelse, eksisterer allerede kommercielle løsninger. Mineraluld fra byggepladsen transporteres til modtageanlæg, hvor fraktionerne bliver behandlet og afsat til genanvendelse som ny stenuld eller Leca. Tallene i tabel 3 og 4 viser, at det fulde genanvendelsespotentiale for fraktionen ikke bliver fuldt udnyttet i dag. Ifølge *Bedre udnyttelse af ressourcer i byggesektoren i Københavns Kommune /2/* og interviews med modtageanlæg /14/, er der behov for andre tiltag til øget genanvendelse end etablering af materialestationer, f.eks. bedre kildesortering, større genanvendelseskapacitet hos producenter eller ændrede markedsvilkår for afsætning.

Glas

Genbrug af planglas forgår primært i forbindelse med genbrug af vinduer, som ikke er en del af denne opgave. Planglas bliver også i mindre omfang udtaget til genbrug og ved nedrivning af drivhuse og bygninger med større mængder glas, men det er kun i mindre mængder og det er ikke relevant med etablering af materialestationer.

For planglas til genanvendelse som ny glas, eksisterer allerede kommercielle løsninger. Glas fra byggepladser transporteres til modtageanlæg, hvor fraktionerne bliver behandlet og afsat til genanvendelse som nyt glas. Tallene i tabel 3 og 4 viser, at det fulde genanvendelsespotentiale for fraktionen ikke bliver fuldt udnyttet i dag. Ifølge *Bedre udnyttelse af ressourcer i byggesektoren i Københavns Kommune /2/* og interviews med modtageanlæg /14/,

¹⁴ Interview med Norrecco, Solum, Greenport, Ragn-Sells og RGS Nordic, marts-april, 2024.

er der behov andre tiltag til øget genanvendelse end etablering af materialestationer, f.eks. bedre kildesortering og renholdelse af fraktionen hos modtageanlæggene.

For planglas til genanvendelse som glasuld eksisterer der kun en aktør, som modtager rammer med vinduer direkte fra byggepladsen. Minimumsmængden for modtagelse er 33 paller (100-150 vinduer, eller ca. 6 tons) /2/. Hos modtageren stampes glasset fra rammen maskinelt og afsættes til genanvendelse som glasuld. Aktøren er placeret i Jylland og dermed kan der være behov for opbevaringsmulighed i Hovedstadsregionen, så tilstrækkeligt materialer kan indsamles optimalt inden transport til Jylland.

6.3 Prioriterede materialer

På baggrund af konsulentteamet opstillede indledende teser om behovet for materialestationer, er følgende materialer, i samarbejde med Region Hovedstaden, udvalgt til nærmere analyse.

Materialer til genbrug	Materialer til genanvendelse
Betonelementer Mursten Tagsten Gulvbrædder og tømmer Gipspladser Mineraluldsplader	Beton som tilslag til ny beton Glas

6.4 Fokusgrupper

Der er blevet afholdt to fokusgruppemøder, et for materialestationer til genbrugsegne materialer (Fokusgruppe 1) og et for materialestationer til genanvendelse af beton (Fokusgruppe 2).

I fokusgrupper deltog følgende aktører:

Fokusgruppe 1	Fokusgruppe 2
Niels Jakubiak Andersen, Næste Jonny Christensen, Københavns Kommune Rasmus Krag, Artelia Group Søren Malund og Jakob Gorm Dahl, Kingo Recycling Jan Rohde, Greendozer Signe Ross, Søren Jensen Thomas Sinding, J. Jensen Pernille Kernel og Erik Lauritzen, Region Hovedstaden	Katja Udbye Christensen, Teknologisk Institut Jette Bjerre Hansen, Norrecco Klaus Kellerman, Roskilde Kommune Allan Nielsen, J. Jensen Thomas Nielsen, Pelcon Solgvejg Qvist, Niras Erik Lauritzen, Region Hovedstaden

Desværre havde nogle af de inviterede ikke mulighed for at deltage i fokusgruppemøderne. Konsulentteamet har efterfølgende gennemført opfølgende interviews med Genbyg og Gamle Mursten og RGS Nordic. Tilsvarende blev forsøgt gennemført med Unicon, men uden held.

Herunder sammenfattes konklusioner og erfaringer af møderne og interviews. Referaterne fra møderne er vedlagt som bilag 2.

6.4.1 Fokusgruppe 1 - Materialestationer til genbrugsegnete materialer

Med fokusgruppe 1, blev følgende spørgsmål drøftet for materialerne beton, mursten, tegl, træ, gips og mineraluld til genbrug.

- A. Er der behov for materialestationer (opbevaring)?
- B. Hvor i værdikæden er der behov for en materialestation for en given fraktion?
- C. Skal fraktionen behandles (forberedes/oparbejdes til genbrug) hos materialestationen?
- D. Er der særlige krav til opbevaring eller behandling af fraktionen (overdækning, fast underlag)?
- E. Er der særlige krav/ønsker til placering?
- F. Til sidst blev det drøftet, om der er der andre materialer, hvor der opleves et behov for materialestationer i Regionen?

Fokusgruppens deltagere bekræftede et opbevaringsbehov for alle de af de behandlede fraktioner, undtaget betonelementer, som ifølge fokusgruppen var for dyre at adskille og håndtere under nedrivning. Der var enighed om, at potentialet for genbrug for mursten og træ (tømmer og gulvbrædder) er stort, hvorimod potentialet for genbrug af tagsten, gipsplader og mineraluldslofter var mindre.

For mursten blev der konkluderet, at mursten skal opbevares tørt både før og efter rensning og at rensningen skal pga. arbejdsmiljøforhold foregå maskinelt. For at reducere transport, skal opbevaringen ske tæt på rensningen. Der er p.t. ingen maskinel rensning af mursten på Sjælland, og derfor er der et konkret behov for rensning og opbevaring af mursten på Sjælland. Gamle Mursten har haft et anlæg i Hedehusene, men det blev nedlagt på grund af manglende marked på daværende tidspunkt.

Gamle Mursten¹⁵ har interesse i et anlæg på Sjælland, men det kræver naturligvis, at der er et sikkert og stabilt marked. Virksomheden afventer de nye regler om selektiv nedrivning, som forventes at kommer i juli 2024. Jf. Gamle mursten, er der et eksisterende marked på Sjælland og hovedstadsområdet, men det kræver at de store offentlige spillere (Region H og Københavns Kommune) indretter deres udbud så der stilles krav om CE-mærkede genbrugssten. Dette er ikke tilfældet i dag.

For træ blev der indikeret et behov for opbevaring tørt på mellem nedrivningsplads og producent/bruger. Det blev konkluderet at oparbejdningen skal foregå hos slutbrugeren, som formodes at have kendskab til genanvendelse af træet. Det blev nævnt at transporten udgør en væsentlig omkostning, og med det nuværende marked er der ikke plads prismæssigt til mellemlager. En placering for opbevaring kunne dermed tænkes tæt på producent/producenter.

For tagsten, gipsplader og mineraluldslofter var der enighed om et opbevaringsbehov på tørlager mellem nedrivningsplads og bruger. For materialerne nævntes ikke behov for oparbejdning, blot et krav til indpakning identisk med nye varer. Der blev ikke stillet ønsker om placering af evt. materialestationer.

Andre genbrugsmaterialer, som fokusgruppen fremhæver som relevante og med behov for opbevaring, er døre og vinduer og tekniske dele som kanaler, ventilationsrør m.fl.

Genbyg¹⁶ oplyser at et manglende marked gør, at virksomheden ikke vil modtage alle de mængder genbrugsmaterialer, som der er en efterspørgsel om at modtage fra nedrivning/renovering. Lagerplads udgør en omkostning, og hvis salg af materialerne ikke forgår hurtigt nok, bliver materialerne en dårlig forretning.

¹⁵ Interview med Claus Juul Nielsen, direktør Gamle Mursten, april 2024

¹⁶ Interview med Tom Jørgensen, Direktør, medejjer og indkøbschef hos Genbyg, juni 2024

Virksomheden har positive erfaringer om partnerskaber på tværs af værdikæden, f.eks. har partnerskabet med Enemærke og Petersen muliggjort afsætning af oparbejdede genbrugsmaterialer til større byggeprojekter. Der er et ønske om, at offentlige bygherrer, som fx Hovedstadsregionen, skulle aftage større mængder genbrugsmaterialer for at skubbe til markedet.

Ingen af deltagerne i fokusgruppen om materialestationer til genbrugsegnete materialer pegede umiddelbart på, at manglende materialestationer i dag er en barriere for at øge andelen af materialer til genbrug og genanvendelse. De peger samstemmende på, at det er efterspørgsel der i dag er begrænsningen. Nogle forslag til at få i gang i et marked er, en offentlig/privat symbiose og opskalering af entreprenører som kundegruppe. Aktørerne pegede samstemmende på, at de ville kunne skalere deres løsninger, forudsat at det var en efterspørgsel i markedet. Som markedet ser ud i dag, er det en mindre andel af materialerne, hvor det reelt kan betale sig genbruge eller genanvende dem. Omkostninger til udtagning, lagring og oparbejdning, er i dag for høje sammenlignet med hvad nye materialer kan købes til. Kun hvis der er andre hensyn, f.eks. CO₂ besparelse der medregnes, kan dette ændres.

6.4.2 Fokusgruppe 2 - Materialestationer til genanvendelse af beton

Med fokusgruppe 2, blev følgende spørgsmål drøftet for beton til genanvendelse som tilslag i ny beton.

- A. Hvilket behov skal materialestationerne opfylde?
- B. Hvilken størrelse og indretning bør materialestationen have?
- C. Hvilke aktiviteter skal den rumme?
- D. Hvor skal den placeres for at det vil fungere mest optimalt?
- E. Giver det mening at have fælles materialestation for beton til genanvendelse og betonelementer til genbrug?

Fra starten af fokusgruppen, blev der differentieret mellem to grundlæggende scenarier for genanvendelse af beton.

- Genanvendt beton som tilslag, sælges frit på markedet
- Genanvendt beton som tilslag, anvendes internt på egne byggeprojekter

Genanvendt beton som tilslag, sælges frit på markedet

For genanvendt beton som tilslag til konstruktionsbeton oplyste deltagerne at tilslaget er omfattet af en harmoniseret standard og skal dermed være CE-mærket. CE-mærkning kræver at modtager kender oprindelse og har dokumentation om kvaliteten (borekerne, materialeprøve, billede mv.). På baggrund af dokumentation kan beton anvendes til at producere enten beton i passiv miljøklasse, moderat eller aggressiv miljøklasse. Det kræver store nedrivningsprojekter og betonmængder mellem 3.000-5.000 tons for at det skal være økonomisk bæredygtigt for modtager/behandler. Derfor samles beton egnet til genanvendelse til bunke fra mange mindre nedrivninger, f.eks. 500-800 tons pr. projekt. De nuværende mængder kan håndteres af de eksisterende modtagere/behandlere. RGS Nordic¹⁷ oplyser at virksomheden har i juli 2023 suspenderet certifikatet for genanvendt betontilslag pga. manglende efterspørgsel. RGS har derefter ikke leveret certificeret tilslag til betonproducenterne. Unicon forventer at anvende 60.000 tons genanvendt beton i sin produktion i 2024.

¹⁷ Interview med Jens Arre Nord, Miljøchef, RGS Nordic, april 2024

Fokusgruppen pegede på, at genanvendelsespotentialer er langt større end den realiserede genanvendelse i dag og der vil på sigt være behov for større områder (10.000-30.000 m²), hvor beton til genanvendelse kan oplagres, knuses og sorteres. Store arealer med tilladelse af behandling af beton, er ikke nemme at finde pga. miljøkrav, og det er ønskeligt, at Region Hovedstaden udpeger mulige arealer, f.eks. gamle råstofgrave, helst i nærheden af eksisterende betonfabrikker. Transport skal minimeres af hensyn til reduktion af omkostninger og CO₂-emission.

Fokusgruppen foreslog at betonbranchen fastlægger End-of-waste (EoW)-kriterier for genanvendt tilslag, idet opmærksomheden rettes mod: Affaldsbekendtgørelsens § 6, 2) Der findes et marked for eller en efterspørgsel efter et sådant stof eller en sådan genstand, 3) Stoffet eller genstanden opfylder de tekniske krav til de specifikke formål og lever op til gældende lovgivning og normer vedrørende produkter og 4) Anvendelsen af stoffet eller genstanden får ikke generelle negative indvirkninger på miljøet eller menneskers sundhed.

Indretningsmæssigt blev det nævnt, at et areal skal evt. indeles i båse med hensyn til kvalitet og/eller ejer. Der kan være krav til betonbund for at holde materialerne rene og liggetiden skal overvejes. De fine tilslagsmaterialer skal muligvis holdes tørt.

Genanvendt beton som tilslag, anvendes internt på egne byggeprojekter

Fokusgruppen fastslog at genanvendt tilslag, i byggeprojekter på egen matrikel ikke kræver CE-mærkning.

Det blev påpeget at materialer, som skal oplagres på en midlertidig materialestation tæt på byggeriet, kræver planlægning og inddragelse af bygherre i en tidlig fase. Disse materialestationer skal med i lokalplaner, VVM m.fl. og indtænkes meget tidligere end i dag.

6.4.3 Delkonklusion fokusgrupper

Fokusgruppens medlemmer peger samstemmende på at der for de genbrugsegnete materialer i dag i Hovedstadsregionen eksisterer en række etablerede professionelle aktører, som vil kunne skalere deres løsninger, forudsat at der var en efterspørgsel i markedet. Den eneste undtagelse er rensning af mursten, hvor den nærmeste professionelle løsning, er beliggende på Fyn, og der peges derfor på et konkret behov for rensning og opbevaring af mursten på Sjælland.

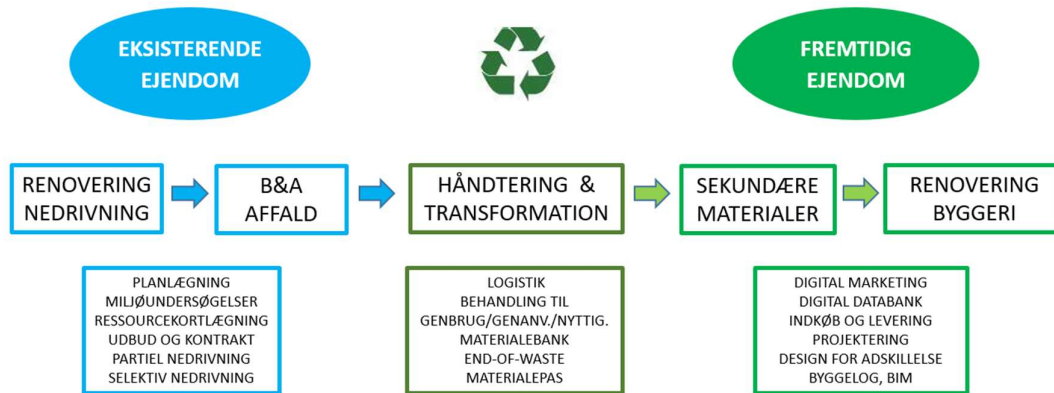
I forhold til genbrug af betonelementer vurderer fokusgruppen, at der i dag er et meget begrænset marked for dette, hvorfor der ikke aktuelt er et behov for en materialestation.

I forhold til genanvendelse af materialer, peger fokusgruppen på at genanvendelsespotentialer af beton er langt større end den realiserede genanvendelse i dag og der peges på sigt at være behov for større områder, hvor beton til genanvendelse kan oplagres, knuses og sorteres. I dag findes der alene anlæg København der behandler beton til genanvendelse som tilslag i nye beton. Et anlæg placeret mere centralt i regionen vurderes relevant.

6.5 Analyse af værdikæden og behovet for lagerplads

6.5.1 Analyse af værdikæde

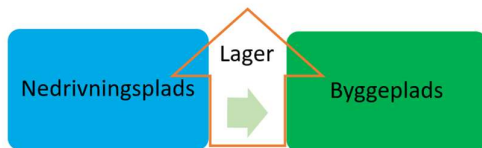
Dette afsnit er en konceptuel beskrivelse af materialernes værdikæde som et udarbejdet på baggrund af konsulentteamets erfaring og input fra fokusgruppen. Der er i beskrivelsen lagt særlig fokus på hvor der er behov for midlertidig lager til opbevaring af materialerne. Værdikæden er afgrænset til at være fra nedrivningsfasen indtil nybygningsfasen jf. Regionens værdikæde, se Figur 1.



Figur 1. Værdikæde for et tænkt udviklingsscenarie omfatter nedrivning og renovering af eksisterende bygninger samt nybyggeri i et større privat eller offentligt udviklingsprojekt, jf. projekt CityLoops.

Der er i analysen taget udgangspunkt i hvor materialerne fysisk befinder sig, dvs. på nedrivningspladsen, under behandling eller på byggepladsen.

I. Betonelementer

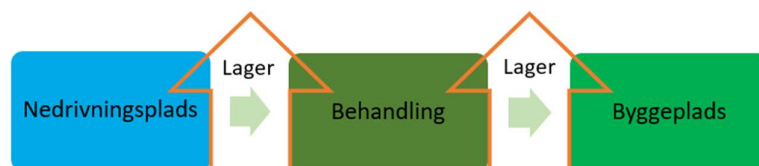


Inden nedrivning udføres en miljø- og ressourcekortlægning. Det vurderes, om der er betonelementer som vil kunne nedtages og genbruges. Som del af dette arbejde undersøges det hvorledes elementerne er monteret. I nogle tilfælde er elementerne blot boltet sammen. I andre tilfælde kan de være støbt sammen, hvilket kan vanskeliggøre demontage. I fremtiden kommer vi til at nedtage bygninger der er designet til adskillelse, hvilket vil gøre demontage nemmere. Betonelementer er typisk store og tunge og vil kræve kran og blokvogn når de skal nedtages/flyttes. Det betyder, at det er bekosteligt hver gang elementerne håndteres. Derfor vil det være mest optimalt at opbevare elementerne enten på nedrivningspladsen eller på nybyggepladsen. Men da det ikke altid vil være logistisk muligt mhp. tidsplanen for nedrivning og nybyg, kan der være behov for ekstern mellemlagring i perioder.

I fremtiden forventes demontage at vinde indpas med nedrivning af bygninger, der er designet til adskillelse og genbrug af betonelementer.

Betonelementer kan opbevares udendørs på et befæstet areal.

II. Mursten



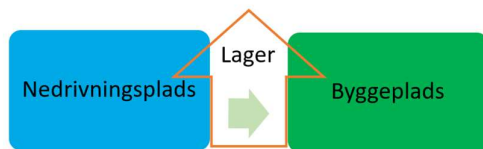
Inden nedrivning udføres ressource- og miljøkortlægning af murstenene. Mørteltypen har betydning for genbrug, idet mursten med kalkmørtel kan adskilles med henblik på genbrug, mens mursten med cementmørtel er svære at rense og derfor vanskeligere at genbruge.

For at kunne sikre flest mulige genbrugsegne mursten, nedbrydes murværket nænsomt, hvilket betyder bl.a. at der ikke skal køres i teglet og at læsning skal foregå med læssegrab (ikke gravemaskine da den knuser stenene). Det anbefales at udføre nedrivning af murværk med sorteringsgrab og metoder som anvist i Miljøprojekt nr. 2012, maj 2018¹⁸

Efter nedrivningen sorteres mursten til genbrug i en container og transporteres fra nedrivningspladsen til det sted/anlæg hvor murstenene renses og stilles på lager. Typisk afrenses mørtlen maskinelt på et specialiseret anlæg. I mindre omfang håndrenses murstenene på nedrivningspladsen ved anvendelse af elefantriste og lignende.

Efter rensning pakkes mursten på murstenspaller og afdækkes på samme vis som nye mursten og stilles på lager inden transport til byggepladsen, hvor murstenen skal genbruges. Mursten på lager, efter rensning, skal opbevares tørt.

III. Tagsten



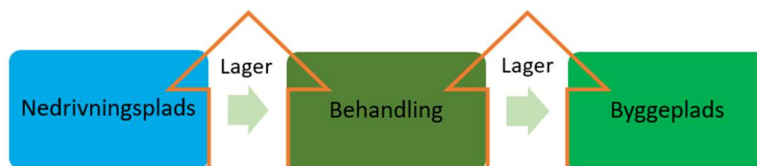
Inden nedrivning udføres ressource- og miljøkortlægning af tagsten (vingetegl og falstagsten). Der er en række forhold der afgør om tagsten er egnede til genbrug, fx type, stand, understrykning mm.

Tagsten til genbrug nedtages i hånden og med redskaber afhængig af stenenes monteringsprincip, bindere og understrykning og nedsendes via sliske. Tagstenene tjekkes for revner og brud og om de er "skruk", ved visuel undersøgelse og ved at banke let på teglet flere steder¹⁹.

Genbrugsegne tagsten sorteres pakkes typisk på nedrivningspladsen på samme vis som nye tagsten, i bundter på paller og transporteres til lager inden genbrug af genbrugstagsten på en byggeplads.

Tagsten er ikke i samme omfang som mursten følsomme mht. fugt og kan opbevares udendørs. Indendørs lager vil dog være at foretrække.

IV. Gulvbrædder og tømmer



¹⁸ Udvikling af teknologi og metoder til nedrivning af murværk med henblik på genbrug af mursten. P. Olesen og Sønner A/S og Lauritzen Advising, Miljøprojekt nr. 2012, maj 2018 [Rapport \(mst.dk\)](#)

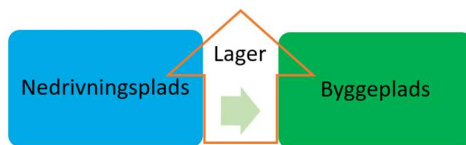
¹⁹ Anvisning Genbrug og genoplægning af gamle teglsten, Center for bygningsbevaring (2012)

Inden nedrivning udføres ressource- og miljøkortlægning af tømmer og gulvbrædder. Gulvbrædder og tømmer som egner sig til genbrug, nedtages nænsomt på nedrivningspladsen, tjekkes for skimmel og svamp, renses for søm, sorteres og samles på paller eller lignende inden transport til lager.

Oplagring af materialerne skal foregå et tørt sted med en minimumstemperatur på 15°C, i hvert fald for de mere følsomme materialetyper, som gulvbrædder.

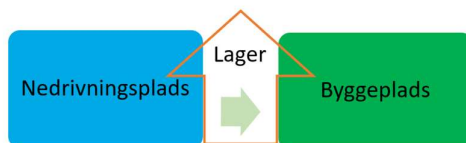
Fra lager transporteres materialerne videre til producent/bruger, som tjekker for søm og oparbejder/opskærer materialer til den ønskede anvendelse (behandling) inden materialerne kan genbruges på byggepladsen.

V. Gipsplader



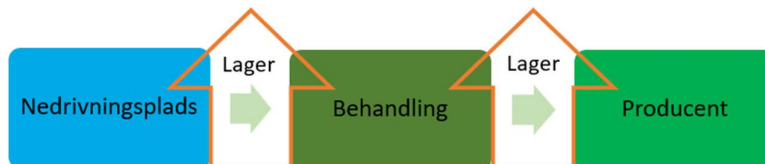
Inden nedrivning udføres ressource- og miljøkortlægning af gipsplader. Gipspladerne, der findes som del af systemvægge demonteres hele ved at fjerne de lister, der holder dem. Herefter pakkes gipspladserne på samme vis som nye gipspladser og transporteres til lager inden genbrug af gipspladser på en byggeplads. Gipsplader skal opbevares tørt.

VI. Mineraluldsplader



Inden nedrivning udføres ressource- og miljøkortlægning af mineraluldslofter. Mineralulds loftsplader demonteres som oftest let, da normalt ligger løst i skinneresystemer²⁰. Herefter pakkes loftspladserne på samme vis som nye mineraluldslofter og transporteres til lager inden genbrug af på en byggeplads. I nogle tilfælde sker der en forbehandling af pladerne inden genbrug. Fx. tager Rockwool i dag Rockfon lofter retur og efter malerbehandling sælges disse på ny. Mineraluldslofter skal opbevares tørt. Dette er en løsning som nedrivningsfirmaet oplyser at de i dag har gode erfaringer med.

VII. Beton til genanvendelse



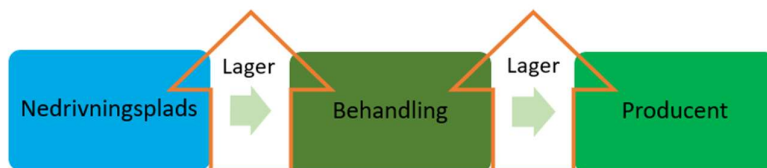
²⁰ [Genbrug af byggematerialer og akustikplader. Genbrug igen & igen \(rockfon.dk\)](https://www.rockfon.dk/genbrug-af-byggematerialer-og-akustikplader)

Beton kan i dag anvendes som tilslag til ny beton, som alternativ til naturlige stenmaterialer. Inden nedrivningen i forbindelse med miljø- og ressourcekortlægning afklares forureningsforhold og betonkvaliteten. Som udgangspunkt bør kvaliteten betonen kortlægges inden nedrivning så det muligt at udsortere beton af god kvalitet fra beton af mindre god kvalitet.

Efter nedrivning køres betonen til et anlæg som kan tilbyde certificeret knust tilslagsmateriale, fx Norrecco. Her knuses materialet og soldes til den ønskede kvalitet. Herefter leveres den knuste beton til betonproducent, der i dag tilbyder beton med genanvendt tilslag²¹, fx Unicon.

Oplag af betonen før og efter bør ske på et befæstet areal, for at undgå, at der kommer jord og grus i tilslagsmaterialet. Hos betonproducenten opbevares tilslagsmaterialet udendørs på et befæstet areal. I nogle særlige tilfælde, hvor der er et behov for beton til nybyggeri på samme sted som hvor nedrivningen sker, kan betonen knuses og anvendes lokalt.

VIII. Glas til genanvendelse



Glas til genanvendelse stammer hovedsageligt fra planglas der typisk er fra gamle vinduer. Det kan være termoruder eller enkeltlags glas. Hvis vinduerne kan åbnes, tages de på byggepladsen ud med ramme. Hvis vinduerne ikke kan åbnes, tages de ned med karm eller glasset slås fra vinduerne inden nedtagning. Vinduerne opsamles i containere eller på paller og transporteres videre til behandlingsanlæg hvor glasset aflæsses ved at tippe containeren, hvor mange ruder går i stykker. Glasset udsorteres fra rammerne på mange forskellige måder. Den mest udbredte metode er, at rammen tages op med en grab og bankes mod en container eller lignende; nogle steder stilles rammen i stativ og glasset slås manuelt fra rammen. Hvis glasset bliver forurenet med fremmedlegemer (træ, sand, sten, keramik mm), vil glas-industrien ikke modtage glasset til genanvendelse. Op til 70 % af glasset genanvendt i dag.

6.5.2 Analyse af behov for materialestationer

Konsulentteamet har for hver af de aktuelle materialestrømme foretaget en nærmere analyse af behovet for materialestationer. I analysen, som er beskrevet i det følgende, er hver materialefraktion vurderet, med hensyn til de forventede mængder, transportbehovet og de aktuelle aktører, som allerede findes i markedet.

I. Betonelementer til genbrug

Genbrug af hele betonelementer rummer store klimagevinster²², hvorfor der er i dag, er stor politisk bevågenhed omkring mulighederne for genbrug af hele elementer. Realiteten er i dag i dag, at det kun i ganske få projekter lykkes med at genbruge hele betonelementer. Der vurderes at være to primære årsager til dette. Den første vurderes at være de krav der stilles til at kunne dokumentere de statistiske egenskaber af elementerne. Det kan for

²¹ Vejledning Genanvendelse af beton, En vejledning til bygherrer, Roskilde Kommune november 2021.

²² Beton i et cirkulært perspektiv - En kritisk gennemgang af klimapotentiale for genbrug og genanvendelse af beton, Teknologisk Institut, 2022.

gamle elementer være en vanskelig opgave, hvis ikke man har de oprindelige tegninger og beregninger. Det er muligt at teste betonelementer, men det kræver at de er taget ud af bygningen og at man kan undvære nogle elementer til destruktiv testning. I praksis giver dette udfordringer, idet beslutningen om at bygge nyt med de gamle elementer ofte træffes inden nedrivningen af det eksisterende byggeri. Den anden årsag vurderes at være, at det er væsentligt dyrere at nedtage betonelementer til genbrug, end det er at nedrive elementerne til genanvendelse eller materialenyttiggørelse. Det betyder, at nedtagning af betonelementer til genbrug kun sker, hvis der er en klar plan for hvor elementerne efterfølgende skal genbruges.

Det vurderes, at der i dag ikke er et marked for at udtage betonelementer til genbrug uden at der er en kendt modtager. Der forskes i og eksperimenteres med genbrug af betonelementer, så markedet forventes at vokse – især når vi engang begynder at nedrive bygninger designet til adskillelse.

Genbrug af betonelementer er afprøvet i forskellige demonstrationsprojekter i mindre skala. Teknisk er erfaringerne gode. Teknologisk Institut har i projektet (P)RECAST testet brugte huldæk fra forskellige tidsperioder og finder at styrken er meget høj, ofte 3 gange den styrke der angives for produktet. Eksempler på projekter, hvor det er lykkedes at finde genbrugsegne betonelementer er f.eks. projekt Stablen i Horsens²³. Stablen er et bæredygtighedscenter med genbrugsstation, byggemarked og formidling bygget af 65 % genbrugsmaterialer. Her blev der oprettet et midlertidigt lagerhotel (materialestation) på genbrugspladsen (nybyggepladsen), hvor de indsamlede materialer løbende kunne indsamles og opbevares tørt. Projektet er desværre gået i stå pga. konkurs.

I de tilfælde, hvor betonelementer udtages til genbrug, vil det være en økonomisk fordel, hvis elementerne kan transporteres direkte fra nedrivningspladsen til nybyggepladsen, idet håndtering og transport og lagring af elementer kræver kran og lastbil, som er relativt omkostningstungt²⁴.

Den samlede mængde af betonelementer med potentiale for at kunne genbruges i regionen er estimeret til ca. 15.000 tons pr. år. Det bemærkes, at der i dag arbejdes med at udvikle byggekoncepter efter princippet ”design for disassembly”, f.eks. Circle House i Lisbjerg²⁵. Her designes huset med henblik på adskillelse af betonelementer. I takt med at dette princip forhåbentlig vinder udbredelse må det forventes at efterspørgslen på genbruges betonelementer at stiger.

Betonelementer til genbrug transporteres på elementblokvogne for at sikre elementerne ikke skades under transporten. Der gives ikke nogen tal for hvor meget en blokvogn kan køre med, da det helt afhænger af elementets udformning. I de følgende beregninger er det anslået, at en i gennemsnit køres med 15 ton pr. transport, hvilket ved genbrug af det fulde potentiale på 15.000 tons vil medføre ca. 1.000 transporter. Der er i praksis så få projekter med genbrug af betonelementer, at der ikke kan siges noget konkret om hvor langt elementerne i gennemsnit transporteres. Der er i det følgende regnet med en gennemsnitlig transportafstand på 25 km.

Sammenfattende vurderes, at der i dag ikke er behov for en centralt beliggende lagerplads for betonelementer i regionen. Genbrug af betonelementer foregår reelt kun i mindre omfang og håndteringen er dyr. På sigt forudses et stigende behov for materialestationer til genbrugte betonelementer.

Der stilles ingen særlige indretningskrav til den plads hvor elementerne opbevares. Pladsen kan reelt blot være en befæstet plads og der vurderes at ved behov af midlertidig opbevaring er det hensigtsmæssigt med projektspecifikke løsninger i stedet for til formålet fastetablerede pladser.

²³ <https://www.upcyclingforum.dk/cases/stablen-genbrugscenter-i-horsens-med-cowi-og-arkitema>

²⁴ Nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner, SBI-anvisning 171, 1991

²⁵ <https://www.lejerbo.dk/om-lejerbo/byggeri/circle-house>

II. Mursten

Genbrug af mursten er igennem de seneste år i stigende grad blevet udbredt og der er i dag professionelle virksomheder der tilbyder maskinel rensning af mursten på særlige anlæg hos Gamle Mursten eller Genbrugssten. Anlæggene kan levere rensede genbrugsmursten i stor skala og genbrugsmursten anvendes til både små og store byggeprojekter, herunder f.eks. Byhuse på Islands Brygge, hvor 640.000 genbrugssten og rensede mursten blev genbrugt til rækkehuse ²⁶.

Interessen for genbrug af mursten er stærkt stigende. Københavns Kommune har de seneste år i samarbejde med TRUST²⁷ gjort en stor indsats for at bygge med genbrugte mursten, f.eks. Damhusengens skole og Oehlenschlägersgades Skole. Ligeledes har større private bygherrer og entreprenører, f.eks. Carlsberg byen, NREP og NCC udført flere projekter med genbrugte sten, undertiden i forbindelse med DGNB-certificering. I dag renses langt hovedparten af de sten som genbruges i Danmark på anlæg i Svendborg på Fyn hos Gamle Mursten eller i Jylland hos Genbrugssten. Der findes ikke stationære behandlingsanlæg i Hovedstadsregionen. Der findes herudover et antal mindre aktører, ligesom der i mindre skala foretages afrensning af sten lokalt på nedrivningspladsen. Dette er dog ikke en løsning, der vil kunne skaleres til større mængder. Dette betyder, at stenene i dag skal transporteres over ganske lange afstande.

Det er vurderet, at Gamle mursten i praksis står for langt hovedparten af den rensning, som i dag sker af sten nedrevet i hovedstadsregionen. Derudover findes et anlæg i Nordjylland.

Den samlede mængde af sten med potentiale for genbrug er vurderet at udgøre ca. 150.000 tons pr. år. Gennemsnitligt vurderes transportsafstanden fra regionen til Gamle Mursten at være 180 km. En lastbil vurderes højst at kunne transportere 35 ton pr. læs, hvilket medfører at antallet af transporter af mursten til rensning ved det fulde potentiale overstiger 4.000 læs pr. år.

På denne baggrund vurderes, at der er behov for en eller flere materialestationer for genbrug af mursten i Hovedstadsregionen med indendørs rensning af mursten og tør lagerplads for mursten efter rensning.

Et eksempel med forskellige logistiske scenarier og besparelse af transportafstand og CO₂ udslip, er udført i del 1C af denne opgave.

III. Tagsten

Der er i dag et vist marked for genbrug af tagsten. Markedet opfattes overvejende at være rettet mod renoveringsopgaver, hvor der ønskes tegl svarende til det eksisterende.

Der findes på i Region Sjælland og Hovedstadsregionen, et antal virksomheder der tilbyder genbrugte teglsten. Blandt de større er Tegllageret i Havdrup. Teglstene er relativt nemme at opbevare, hvorfor der findes flere andre udbydere f.eks. Genbyg på Amager og J. Jensen Genbrug i Hillerød.

Langt de fleste tagsten er lagt med klips på undertag uden brug af mørtel eller anden form for understrykning. Det betyder at stenene er ganske nemme at nedtage og ikke kræver rensning, som det er tilfældet med mursten. I de tilfælde, hvor tagstenene har en understrykning, vurderes stenene ikke at være egnede til genbrug, fordi stenen først skal renses. For nærmere information om muligheder og barrierer ved genbrug af tagsten henvises til rapporten Genbrug af tegltagsten, Lystoftehuse, DAB²⁸.

²⁶ Gamlemursten/referencer/byhuse-Islands-brygge.

²⁷ Konsortium under ledelse af Enemærke & Petersen A/S

²⁸ Wissenberg, Søren B. Schächter, Peter Benzon & Co. Og Teknologisk Institut. Genbrug af tegltagsten, Lystoftehuse, DAB, oktober 2021 [genbrug-af-tegltagsten-lystoftehuse-dab.pdf \(wissenberg.dk\)](#)

Samlet vurderes potentialet for genbrug af tegl at udgøre ca. 26.000 ton pr. år i hovedstadsregionen. Der er i det følgende regnet med at stenene køres i gennemsnit 20 km pga. de eksisterende modtagere med op til 35 ton sten på en lastbil. Det svarer til knap 750 lastbilstransporter årligt.

Med henvisning til den samlet set begrænsede mængde, og det forhold at der allerede findes en række aktører der modtager og tilbyder genbrugte teglstene vurderes, at der ikke er behov for en materialestation for tagsten i Hovedstadsregionen. Denne vurdering bakkes op af fokusgruppen, der vurderer at opgaven kan skaleres og løftes af de allerede etablerede aktører.

IV. Gulvbrædder og tømmer

Der er i dag et aktivt marked for gulvbrædder, konstruktionstræ og andet regulært tømmer. Der findes en lang række professionelle aktører der sælger træ i hovedstadsregionen. Eksempler er Stark Gentræ, Genbyg, J Jensen genbrug og Greendozer. Der er også flere etablerede løsninger og samarbejder på tværs af værdikæden med formål at indsamle træ til genbrug^{29,30}. For erfaringer med genbrugstræ henvises der til De genanvendte Huse, 30 år efter³¹ samt Syddansk Universitets test af styrken i genbrugstræ.

Samlet vurderes potentialet af træ til genbrug i hovedstadsregionen at udgøre ca. 9.000 tons pr. år. Det skønnes, at en fuldt læsset lastbil kan rumme ca. 15 ton træ. Samlet svarer dette årligt til ca. 600 lastbilstransporter. De mange eksisterende modtagere betyder, at den skønnede transportafstand ikke overstiger 20 km.

Fokusgruppens deltagere peger samstemmende på, at de vurderer at de eksisterende aktører vil kunne skalere deres aktivitet til at kunne håndtere større mængder. Der vurderes derfor ikke at være grundlag for at etablere en materialestation for træ til genbrug.

V. Gipsplader

Der er ifølge fokusgruppens medlemmer i dag et lille marked for genbrug af hele gipsplader fra systemvægge. På fokusgruppemøde 1 blev det bl.a. nævnt at hele gipsplader er blevet afsat til et stort renoveringsprojekt, hvor de blev anvendt som 1 lag gips ud af 2 lag. Nedrivningsfirmaet J. Jensen oplyser at de har gode erfaringer med at udtage hele gipsplader og afsætte disse til professionelle aktører.

Den samlede årlige mængde af gipsplader egnet til genbrug skønnes at være mindre end 200 tons, svarende ca. 10-20 lastbilstransporter årligt. Den gennemsnitlige køreafstand er anslået at være ca. 25 km. Der vurderes derfor ikke at være grundlag for, at etablere en materialestation for denne fraktion.

VI. Mineraluldsplader

Der er ifølge fokusgruppens medlemmer i opstået et mindre marked for at genbruge mineraluldsplader (Rockfonplader). Forudsat at pladerne er hele og ikke for gamle kan pladerne i et vist omfang afsættes til genbrug. Rockwool oplyser også at kunne tage pladerne retur. Her for pladerne en ny overflade finish og sælges igen.

Den årlige mængde der generes i hovedstadsregionen skønnes at være under 35 ton årligt og det svarer til 7-10 lastbilstransporter årligt. Den gennemsnitlige køreafstand er anslået at være ca. 25 km.

²⁹ Projekt Gentræ, Stark, Solum og Golder, 2020

³⁰ <https://www.naeste.dk/samarbejdspartnere>

³¹ Realdania (2022) De genanvendte huse 30 år efter. Sammenfattende rapport.

Med henvisning til, at der i dag allerede findes aktører der kan modtage og afsætte pladerne og den meget begrænsede mængde, vurderes der ikke at være behov for at Region Hovedstaden tager initiativ til at der etableres en materialestation for denne fraktion.

VII. Beton til genanvendelse

Beton til genanvendelse kan håndteres af de nuværende anlæg. Hvis beton til genanvendelse på sigt ønskes udnyttet i fuldt potentiale, vil der være behov for nye anlæg. I dag findes kun 2 anlæg af samme aktør, Norrecco med anlæg på Prøvestenen og Nordhavn i København i Hovedstadsregionen der tilbyder certificerede tilslagsmaterialer og de ligger i Københavns Kommune. Det medfører, at al trafik fra nedrivningspladser til modtageranlæg og videre til betonproducenter, skal igennem København.

For at kunne analysere trafikbelastningen, har konsulentgruppen set nærmere på den potentielle genanvendelsesegnede mængde beton i Hovedstadsregionen (395.200 tons/år) og den trafik som den genererer. Beton køres normalvis med 7-akslet vogntog/"trækker-trailer" med ca. 35 t last. I et scenarie, hvor den samlede potentielle genanvendelsesegnede mængde beton bliver transporteret fra byggepladser i hele Hovedstadsregionen til modtageanlæg i København (Prøvestenen og/eller Nordhavn) og videre herfra til betonproducenter tættest på den kommune affaldet stammer fra, skønnes antallet lastbiltransporter 11.291 fra byggepladsen via anlæg til betonproducenten. Den gennemsnitlige transportafstand er 50 km pr transport. Med et årssøgntal (ÅDT) på 62 lastbiler svarer dette, kun til en ca. 3 % stigning i den tunge trafik til Nordhavn (ÅDT 13.100 af hvilket 17,5% er tung trafik³²) eller ca. 7 % stigning i den tunge trafik til Prøvestenen (ÅDT 1.500 af hvilket 57,9 % er tung trafik³³) hvilket ikke vurderes trafikbelastningsmæssigt at være kritisk.

Denne trafik kan dog med fordel reduceres ved etablering af materialestationer udenfor København. En strategisk placering af materialestationer, f.eks. tæt på stor byggeaktivitet eller i nærheden af betonproducenter, vil samtidigt kunne reducere transportafstand og CO₂ udslip i forbindelse med genanvendelse af beton.

Det vurderes at være et potentiale for at etablere et eller flere anlæg i Hovedstadsregionen. Betonknusning er for omgivelserne en for miljøet belastende aktivitet og skal placeres i større industriområder, så den ønskede afstand i forhold til forureningsfølsomme naboer kan opnås³⁴. Kun få områder lever op til dette.

En beregning af forskellige logistiske scenarier og besparelse af transportafstand og CO₂ udledning, er udført i del 1C af denne opgave (se kapitel 8).

VIII. Neddeling af betonelementer

I forbindelse med dialogen på fokusgruppemødet blev behovet for pladser til håndtering og neddeling af sammensatte bygningsselementer kort nævnt. I nogle tilfælde demonteres større bygningsselementer i forbindelse med nedrivningen. Et bygningsselement kan f.eks. være et betonelement med døre og vinduer, samt isolering. Der kræves en befæstet plads med mulighed for opsætning af en telthal eller etablering af permanent hal.

Der vurderes desuden, at en materialestation til genanvendelse af beton, skal omfatte plads til håndtering og neddeling af bygningsselementer eftersom det ikke altid muligt at finde plads på nedrivningspladsen til at foretage neddeling af disse inden genanvendelse.

³² Trafiktælling, Kalkbrænderihavnsgade, Københavns Kommune 2021.

³³ Trafiktælling Prøvestensbro, Københavns Kommune 2016.

³⁴ Håndbog om Miljø og Planlægning, Miljøstyrelsen og Skov- og Naturstyrelsen, 2004

IX. Planglas

Interview med eksisterende affaldsbehandler og modtageanlæg bekræfter, at der for glas til genanvendelse allerede eksisterer velfungerende kommercielle løsninger og at der ikke er behov for materialestationer for disse materialer til genanvendelse. Det er projektteamets vurdering, at en større genanvendelsesgrad af glas ikke kræver oprettelse af materialestationer, men mere er et spørgsmål om at forbedre processerne omkring genanvendeligt glas hos de eksisterende modtageanlæg. I MUDP-projektet Den cirkulære byggeplads³⁵ arbejdes med at optimere håndtering af glas til genanvendelse. Her er fokus på at større og mere rene fraktioner udsorteret fra nedrivnings- og renoveringsprojekter.

6.5.3 Delkonklusion analyser

En nærmere analyse af de forskellige materialefraktioner viser, at der for mursten til genbrug og beton til genanvendelse er et behov for at etablere en eller flere materialestationer i regionen. Der er tale om store mængder af materialer, der i dag køres over større afstand, hvilket betyder at der vil kunne spares betydeligt på transporten af materialerne, hvis der etableres materialestationer på udvalgte steder i regionen. Kravene til indretning af pladserne er i begge tilfælde, at det kræves at pladsen er beliggende i et område, udlagt til industri da aktiviteten er støjende og medfører en del tung trafik. Videre kræves at pladsen er befæstet og har en brovægt til indvejning. Endelige kræves er mindre velfærds- og administrationsbygninger. Ved behandling af mursten kræves tillige plads til tørlager.

For betonelementer til genbrug er der ligeledes tale om potentielt store mængder. Analysen peger imidlertid på, at materialestationer for nuværende ikke er relevante. Dette skyldes, at markedet ikke for alvor efterspørger betonelementer til genbrug, og at omkostningen ved at omlaste betonelementerne er høj. Efterhånden som genbrug af betonelementer vinder frem, må man forudse behov for materialestationer. Det bør derfor medtages i overvejelserne om fremtidige materialestationer.

For der øvrige undersøgte materialer; teglsten, gips, træ, glas og mineraluld er mængderne relativt små og der findes i dag etablerede afsætningskanaler er vurderes at kunne skaleres ved behov. Der vurderes derfor ikke at være et behov for regionale materialestationer.

Tabel 6 viser antallet af transporter, transportafstand og klimabelastningen fra transport for materialerne ved genbrug/genanvendelse af deres fulde potentiale fra byggeplads til første modtager.

Tabel 6. CO₂ belastning fra transport ved genbrug eller genanvendelse af materialer).

Materialefraktion	Potentiale for genbrug (ton)	Antal transporter (stk)	Transportafstand (km)	CO ₂ -udledning Transport (tons CO ₂ -ækv)
Genbrug beton	15.600	1.040**	25	24,1
Mursten	152.229	4.349*	180	726,5
Træ	8.640	576**	20	10,7
Tagsten	25.920	741*	20	13,8
Gips	<200	11***	25	0,26
Stenuld	<35	7****	25	0,16
Beton tilslag	395.200	11.291*	50	523,9

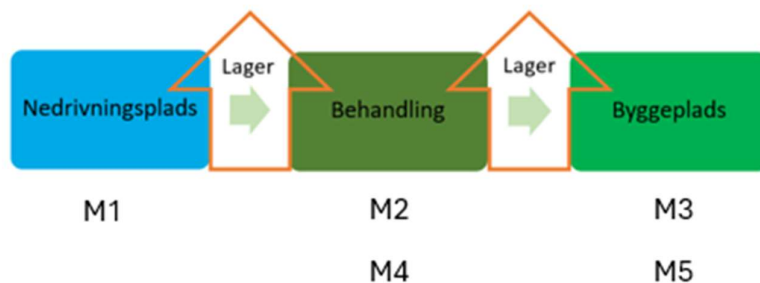
³⁵ MUDP Den Cirkulære byggeplads. Et teknologiudviklingsprojekt af Norrecco, J. Jensen, Nordstern, Saint Gobain, Retec og TRE med formål at finde løsninger til renere fraktioner glasuld, gips og planglas, 2022-2024.

* ca. 35 ton pr. kørsel
 ** ca. 15 ton pr kørsel
 *** Ca. 18 ton pr. kørsel
 *** Ca. 5 ton pr. kørsel

7 Vurdering af øget ressourcepotentiale for beton og mursten over tid

Der er foretaget en vurdering af ressourcepotentiale for beton og mursten på kort sigt (1-3 år) og længere sigt (5+ år) i Hovedstadsregionen.

I vurderingen, er der anvendt forskellige begreber om potentialer for genanvendelse og genbrug i forskellige led af værdikæden. En systematisering af potentialerne og mængderne er beskrevet i Figur 2. Vurdering af mængder er nærmere beskrevet i afsnit 7.1 og 7.2.



Figur 2. Mængder og potentialer igennem værdikæden. M1 Samlet mængde, M2 Potentielle genbrugseget-/genanvendelseseget mængde, M3 Potentielle genbrugte/genanvendte mængde, M4 Ressourcepotential genbrugseget/genanvendelseseget mængde, M5 Ressourcepotential genbrugte/genanvendte mængde.

M1. Samlet mængde: Samlet mængde fra selektiv nedrivning til genbrug, genanvendelse, nyttiggørelse, deponering og specialbehandling.

M1-Beton: 1.040.000 t

M1-Mursten: 422.857 t

M2. Potentielle genbrugs-/genanvendelseseget mængde: Estimeret fraserteret mængde fra selektiv nedrivning til behandling, rensning, knusning og sortering (dvs. før behandling).

M2-Beton, genanvendelse: 38% af M1-Beton: 395.200 t

M2-Mursten, genbrug: 36% af M1-Mursten: 152.229 t

M3. Potentielle genbrugte/genanvendte mængde: Estimeret mængde af behandlede og genbrugte mursten, genanvendte tilslagsmaterialer, som er mulig at producere og bringe på markedet.

M3-Beton, genanvendt tilslag: M2 minus 40% (fine materialer): 237.120 t

M3-Mursten, genbrugte sten: M2 minus 35% (skader, mørtel m.v.): 91.337 t

M4. Ressourcepotential, genbrugseget/genanvendelseseget mængde: Estimeret mål for genbrugelige/genanvendelige mængder før behandling ved indførelse af selektiv nedrivning.

M4-Beton, genanvendelse (2024): 16 % af M1-Beton: 166.400 t

M4-Beton, genanvendelse (2029): 32% af M1-Beton: 332.800 t

M4-Mursten, genbrug (2024): 5 % af M1-Mursten: 21.143 t

M4-Mursten, genbrug (2029+): 10 % af M1-Mursten: 42.286 t

M5. Ressourcepotentiale, genbrugte/genanvendte mængde: Estimeret mængde af behandlede og genbrugte mursten, genanvendte tilslagsmaterialer, som er mulig at producere og bringe på markedet ved indførelse af selektiv nedrivning.

M5-Beton, genanvendt tilslag (2027): M4 minus 40% (fine materialer): 99.840 t

M5-Beton, genanvendt tilslag (2029): M4 minus 35% (fine materialer): 199.680 t

M5-Mursten, genbrug (2027): M4 minus 40 % (skader, mørtel m.v.): 12.686 t

M-5-Mursten, genbrug (2029+): M4 minus 40 % (skader, mørtel m.v.): 25.372 t

7.1 Vurdering af øget ressourcepotentiale for beton

Der er foretaget en vurdering af ressourcepotentiale for beton på kort sigt (1-3 år) og længere sigt (5+ år).

Betonnormen DS/EN 206 DK NA³⁶ giver specifikation for anvendelse af nedknust beton som tilslag i ny beton. I Danmark har vi over 40 års erfaring i genanvendelse af beton som tilslag til beton. I 1990-erne blev der bygget tre bygninger med 80 % genanvendelse af materialer, herunder genanvendelse af beton, og betonen fremstår i dag af en kvalitet, der svarer til samme kvalitet som husene ville være med ny beton /31/. Genanvendt betontilslag ses dog kun anvendt i få større byggerier ^{37,38}.

Region Hovedstaden har april 2021 udført en prognose om sekundære råstoffer i Høje-Taastrup og Roskilde Kommune³⁹. Prognosen viser forventet produktion af sekundære råstoffer i 2020-2031 fra planlagte nedrivninger (sikre udviklingsområder) og basisflow (generelle løbende udskiftninger som antages at ske generelt i hele kommunen). Prognosen viser en lignende produktion af beton fra år til år og det er kun enkelte år der adskiller sig på grund af større, kendte nedrivningsprojekter i kommunerne.

Der er to virksomheder, der producerer konstruktionsbeton i Hovedstadsregionen, Unicon og DK Beton. Unicon forventer i 2024 at anvende 60.000 tons genanvendte tilslagsmaterialer i sin produktion, DK Beton oplyser en forventning om 40.000 tons. Dette samlede genanvendte tilslagsmateriale på ca. 100.000 tons, er kun 60 % af betonmængden til genanvendelse før behandling, eftersom der hos modtageanlæg ved fremstilling af genanvendt tilslag regnes med frasortering af ca. 40% fine materialer under 4 mm, som enten kan genanvendes som fint tilslag eller nyttiggøres i ubundne bærelag /16/. Det estimeret mål for potentielle genanvendelige affaldsmængder kan dermed forventes i 2024 at være ca. 167.000 tons modsvarende til 16 % af den samlede mængde.

Undersøgelsen og Bedre udnyttelse af ressourcer i byggesektoren i Københavns Kommune /2/ viser at ca. 39,5 % af betonmængder fra bygninger er genbrugs- eller genanvendelsesegnet. Desuden, viser undersøgelsen, at det kun er 1,5 % af denne mængde (15.600 t) som kan genbruges, hvoraf resten 38 % (395.200 t) kan genanvendes (se tabel 3, Potentiale af materialer til genbrug og genanvendelse). Ved indførelse af krav om selektiv nedrivning suppleret med særlige krav og vejledning om genbrug/genanvendelse af beton, sigtes på 1 % genbrug og 25 % genanvendelse af

³⁶ Det nationale annek DS/EN 206 DK NA til den fælleseuropæiske betonstandard DS/EN 206.

³⁷ Lauritzen Advising og Pelcon (2020) Genanvendelse af beton. Erfaringer fra nedrivning af skorsten, HOFOR Amagerværket, og genanvendelse af knust beton som tilslag i ny beton til opførelse af Sydhavn Genbrugscenter i Valby.

³⁸ [Business case in Høje-Taastrup \(cityloops.eu\)](#)

³⁹ Prognose for sekundære råstoffer (2021), Pilotprojekt i Høje-Taastrup og Roskilde Kommune.

betonaffald, svarende til en mængde i Hovedstadsregionen på 10.400 tons til genbrug og 260.000 tons beton til genanvendelse.

Konsulentgruppen vurderer, at hvis 16 % af betonaffaldet i Hovedstadsregionen allerede i 2024 forventes at gå til genanvendelse, er det muligt at andelen beton til genanvendelse på 5 år, kan fordobles til 32% svarende til 330.000 tons/år hvilket er 84 % af den potentielle genanvendelsesegnet mængde. Med fokus på genanvendelse af beton af høj kvalitet og store ensartede mængder, vil det være muligt at fremstille genanvendt tilslag til konkurrencedygtige priser og fordelagtig med hensyn til CO₂-reduktion, hvilket vil nærmere blive undersøgt i de senere dele af dette projekt.

For at kunne nå det vurderede ressourcepotentiale for beton til genanvendelse om 3-5 år, kræver, at implementeringen af initiativer og virkemidler som kan overvinde de eksisterende barrierer for genanvendelse af beton /2/, prioriteres højt.

Der er tale om følgende initiativer og virkemidler:

- Der etableres materialestationer til oplagring og neddeling af beton til genanvendelse.
- Der skal stilles krav til bygherrer om tidlig ressourcekortlægning og undersøgelse af muligheder for genbrug/genanvendelse af betonkonstruktioner og betonelementer inden tilladelse til renovering eller nedrivning.
- Der skal stilles krav til bygherrer m.fl. i forbindelse med planlægning af renoverings- og nedrivningsarbejder om kortlægning og tekniske undersøgelser af beton og muligheder for genanvendelse af beton i forbindelse med anmeldelse af affald.
- Håndhævelse af krav om udsortering af genanvendelig beton under selektiv nedrivning og fra blandet affald med sigte på genanvendelse som tilslag.
- Håndhævelse af Region Hovedstadens cirkulære krav, herunder især krav til regionens bygherrer om brug af beton med tilslag af knust beton i regionens bygge- og renoveringsprojekter. Formidling af information om genbrug og genanvendelse af beton.

Med indførelse af selektiv nedrivning og implementering af ovenstående initiativer og virkemidler, er det konsulentgruppens vurdering, at potentielle genanvendelige affaldsmængder af beton om 3 år kan forventes at være ca. 167.000 tons/år og om 5+ år ca. 330.000 tons/år, modsvarende hhv. til 100.000 og 200.000 tons/år genanvendt tilslag i byggeri. Mængder til nyttiggørelse vil blive reduceret med en modsvarende mængde, eftersom betonaffald bliver flyttet højere op i Affaldshierarkiet.

7.2 Vurdering af øget ressourcepotentiale for mursten

Undersøgelsen *Bedre udnyttelse af ressourcer i byggesektoren i Københavns Kommune* /2/ vurderer at ca 40 % (170.400 tons) af mursten fra bygninger er genbrugs eller genanvendelsesegnede og af denne mængde går ca. 12 % til gebrug i dag (21.143 tons). Endvidere vurderer undersøgelsen, at der ved indførelse af krav om selektiv nedrivning suppleret med genbrugsinitiativer, kan sigtes på at øge genbruget fra 12 % til 25 % hvilket modsvarende til 10 % af de samlede affaldsmængder på 422.000 t/år dvs. 42.200 t. Af de til genbrug modtagne mængder bliver kun ca. 60 % til genbrugsmursten, 40 % af murstensaffaldet består erfaringsmæssigt af mørtel, beskadigede sten m.fl. Det betyder at fra 42.200 tons murstensaffald, bliver kun 25.320 tons reelt genbrugt, hvilket med en vægt pr. mursten på 2,5 kg resulterer i ca. 10 mio. mursten som kan bringes på markedet.

Af Samfundsøkonomisk analyse af genbrug af mursten⁴⁰ fremgår, at det potentielle marked for genbrugte sten på landsplan ligger på ca. 47 mio. mursten om året, svarende til ca. 12% af den årlige produktion af nye sten.

Ligesom for beton, viser prognosen om sekundære råstoffer i Høje-Taastrup og Roskilde Kommune /39/ en lignende produktion af tegl fra år til år og det er kun enkelte år der adskiller sig på grund af større, kendte nedrivningsprojekter i kommunerne.

For at kunne nå det vurderede ressourcepotentiale for mursten til genanvendelse om 5+ år, kræves det, at implementeringen af tiltag mhp. at reducere tab af genbrugeligt/genanvendeligt murstensaffald fra byggeri /2/, prioriteres.

Der er tale om følgende tiltag:

- Der etableres materialestationer til oplagring og rensning af mursten i regionen.
- Der stilles krav til bygherrer m.fl. ved nedrivning og renovering om kortlægning og tekniske undersøgelser af mursten og muligheder for genbrug af mursten i forbindelse med anmeldelse af affald.
- Der stilles krav til entreprenører om skånsom nedrivning af mursten med henblik på genbrug. Der henvises til MUDP- projekt Udvikling af teknologi og metoder til nedrivning af murværk med henblik på genbrug af mursten /18/.
- Der stilles krav til regionens bygherrer om genbrug af mursten i regionens bygge- og renoveringsprojekter.

Med indførelse af selektiv nedrivning og implementering af ovenstående tiltag, vurderes de potentielle genbrugelige murstensaffaldsmængder af konsulentgruppen om 3 år at være 21.000 tons/år, resulterende i ca. 5 mio. mursten som kan bringes på markedet. Om 5+ år vurderes de potentielle genbrugelige murstensaffaldsmængder at være ca. 42.000 tons/år resulterende i ca. 10 mio mursten som kan bringes på markedet. Mængder til nyttiggørelse vil blive reduceret med modsvarende mængde, eftersom murstensaffaldet bliver flyttet højere op i Affaldshierarkiet.

8 Fokuseret analyse af materialestrømme for beton og vurdering af de forventede effekter ved etablering af materialestationer

Konsulentgruppen har i det foregående afsnit vurderet mængder beton til genanvendelse om 5 år. Den Potentielle genbrugs-/genanvendelsesegnet mængde for behandling er vurderet til at være 330.000 t om året.

I dette afsnit er der indledningsvis analyseret, hvordan denne potentielle mængde kan forventes fordelt i Hovedstadsregionen på kommuneniveau, samt undersøgt hvor eksisterende aktører i betonens værdikæde (modtageanlæg og betonproducent) er placeret.

Efterfølgende er der foretaget vurdering af de mest hensigtsmæssige placeringer af fremtidige materialestationer.

Til sidst er der udført en beregning af de forventede effekter (reduktion af kørsel og CO₂) af etablering af materialestationer.

⁴⁰ Miljøprojekt 1904, Samfundsøkonomisk analyse af genbrug af mursten, november 2016

8.1 Analyse af fordeling af beton til genanvendelse i regionen

Mængden af beton til genanvendelse om 5 år er i denne rapport blevet estimeret til 330.000 tons/år (32 % af den samlede mængde betonaffald). For at kunne vurdere hvor fremtidige materialestationer til oplagring og neddeling af beton til genanvendelse skal placeres, er der behov for at se nærmere på den forventede fordeling af genanvendelige betonmængder i regionen, og forudsige behovet for beton med genanvendt tilslag.

Der findes ikke data på kommuneniveau for nedrivning. Byggeaffaldsmængderne i ADS⁴¹ er misvisende, eftersom affaldet ofte bliver registreret i kommuner, hvor de store entreprenører har adresse /2/. Derfor har konsulentgruppen valgt at basere fordelingen mellem kommunerne på fordelingen af byggeaktivitet⁴².

Tabel 7 viser en forventet fordeling af beton til genanvendelse på kommuneniveau, baseret på de seneste 5 års (2019-2023) samlede byggeaktivitet i kommunen.

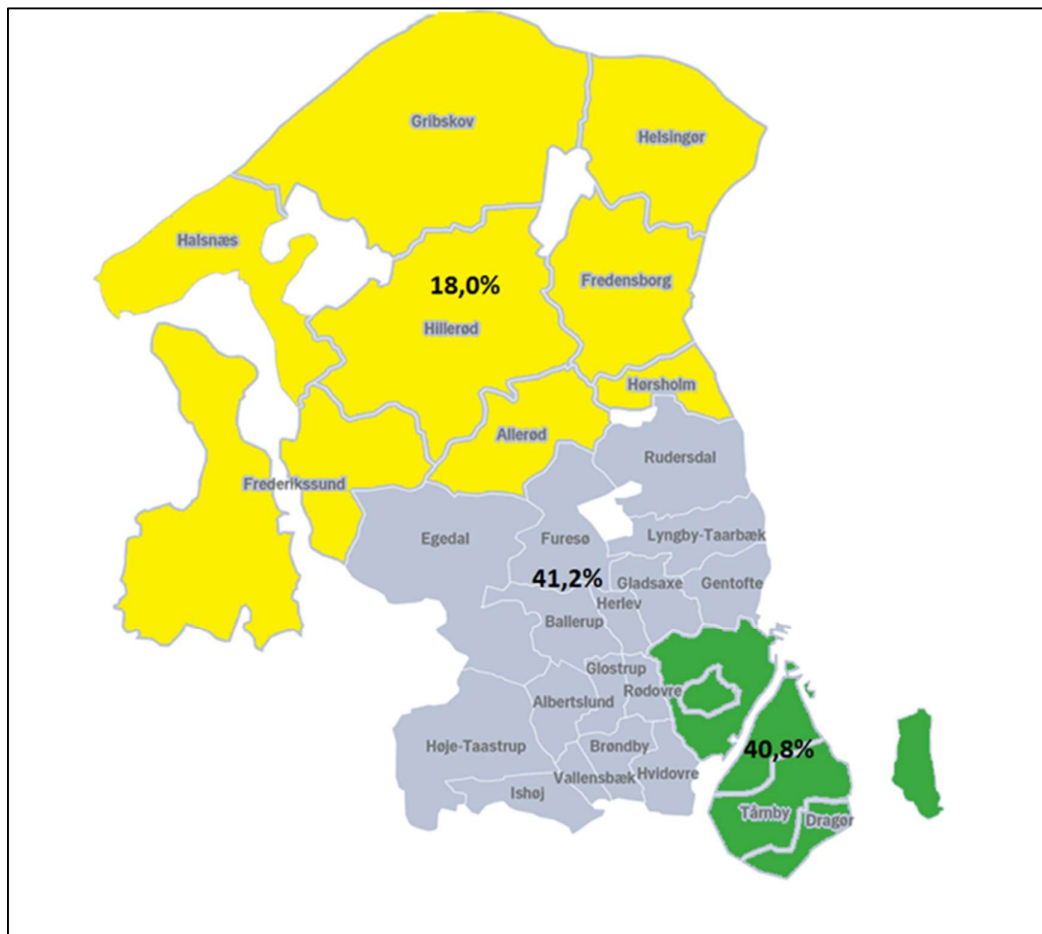
⁴¹ Affaldsdatasystemet, Miljøstyrelsen.

⁴² Danmarks Statistik (BYGV11): <https://www.statistikbanken.dk>

Tabel 7. En fordeling af beton til genanvendelse baseret på de seneste 5 års samlede byggeaktivitet i kommunen.

Kommune	Byggeri under opførelse m²	% -fordeling af byggeaktivitet	Beton til genanvendelse (tons)
Allerød	28.642	1	3.436
Hillerød	113.356	4	13.600
Fredensborg	48.287	2	5.793
Frederikssund	73.237	3	8.787
Halsnæs	42.963	2	5.155
Gribskov	85.862	3	10.301
Helsingør	82.227	3	9.865
Hørsholm	19.706	1	2.364
København	962.674	35	115.498
Frederiksberg	44.678	2	5.360
Tårnby	98.428	4	11.809
Dragør	16.329	1	1.959
Rudersdal	68.784	3	8.252
Egedal	63.525	2	7.621
Furesø	68.618	2	8.233
Lyngby Taarbæk	69.064	3	8.286
Gentofte	39.404	1	4.728
Gladsaxe	58.481	2	7.016
Herlev	134.240	5	16.106
Ballerup	94.441	3	11.331
Glostrup	34.456	1	4.134
Rødovre	85.928	3	10.309
Albertslund	15.416	1	1.850
Høje-Taastrup	209.830	8	25.175
Ishøj	20.484	1	2.458
Vallensbæk	26.421	1	3.170
Brøndby	71.706	3	8.603
Hvidovre	73.353	3	8.801
I alt	2.750.537	100	330.000

På baggrund af fordeling baseret på samlede byggeaktivitet, er Hovedstadsregionen inddelt 3 områder, se Figur 3.



Figur 3. Regionen opdelt i 3 områder baseret på den samlede byggeaktivitet (ikke korrigeret for forsinkelser) efter område, byggefase og tid (Enhed: m²) omregnet i %.

8.1.1 Byggeaktivitet i forhold til befolkningstal

For at validere fordelingen på kommuneniveau baseret på byggeaktivitet er den blevet sammenlignet med fordelingen baseret på befolkningstal⁴³ (se Tabel 8).

Sammenligningen viser, at fordelingen af byggeaktivitet og befolkningstal fremstår ensartet for de fleste kommuner, med nogle undtagelser som bl.a. Herlev og Høje-Taastrup, hvor fordelingen af byggeaktiviteten er større end fordelingen af befolkningstallet eller Frederiksberg og Gentofte, hvor fordelingen af byggeaktiviteten er mindre end fordelingen af befolkningstallet, hvilket afspejles i tons beton pr. indbygger.

Ifølge Prognose for sekundære råstoffer /39/ ligger en forventelig produktion af beton i Høje-Taastrup kommune på 0,5 -1,5 tons pr. indbygger mellem årerne 2020-2030. Totalmængden beton for Høje-Taastrup baseret på byggeaktivitet og befolkningstal giver en mængde på 1,37 tons pr. indbygger, hvilket desuden validerer anvendelse af fordeling af beton baseret på byggeaktiviteten.

⁴³ Danmarks Statistik, befolkningstal marts 2024.

Tabel 8. Fordeling af kommuner i Region Hovedstaden baseret på byggeaktivitet og befolkningstal samt fordeling af beton, genanvendt tilslag til beton, pr. indbygger.

Kommune	% fordeling byggeaktivitet	% fordeling befolkningstal	Befolkningstal	Beton til genanvendelse per indbygger (tons)*
Allerød	1	1	25.962	0,13
Hillerød	4	3	54.422	0,25
Fredensborg	2	2	42.009	0,14
Frederikssund	3	2	46.358	0,19
Halsnæs	2	2	31.515	0,16
Gribskov	3	2	41.920	0,25
Helsingør	3	3	63.838	0,15
Hørsholm	1	1	24.811	0,10
København	35	35	659.350	0,18
Frederiksberg	2	6	104.899	0,05
Tårnby	4	2	43.915	0,27
Dragør	1	1	14.579	0,13
Rudersdal	3	3	57.237	0,14
Egedal	2	2	45.532	0,17
Furesø	2	2	42.533	0,19
Lyngby Taarbæk	3	3	58.538	0,14
Gentofte	1	4	75.033	0,06
Gladsaxe	2	4	70.600	0,10
Herlev	5	2	29.876	0,54
Ballerup	3	3	51.237	0,22
Glostrup	1	1	23.655	0,17
Rødovre	3	2	44.328	0,23
Albertslund	1	1	27.677	0,07
Høje-Taastrup	8	3	57.540	0,44
Ishøj	1	1	23.663	0,10
Vallensbæk	1	1	17.800	0,18
Brøndby	3	2	39.067	0,22
Hvidovre	3	3	53.760	0,16

8.1.2 Fordeling af beton fra type byggearbejde og produktion

PROBA-rapporten i 1990⁴⁴ estimerer fordelingen mellem affaldsmængderne fra nybyg, renovering og nedrivning, både boliger og erhverv, at være henholdsvis i proportionerne 5-17-78 % i år 2000. I rapporten om bedre udnyttelse af byggeaffald /2/ vurderes, at der i forhold til 2000 er sket en stigning i renoveringsarbejder og dermed

⁴⁴ Miljøstyrelsen (1990) Prognose for bygge- og anlægsaffald – hovedrapport, Miljøprojekt nr. 150 samt Demex A/S m.fl. (1990) Prognose for bygge- og anlægsaffald – bilagsdel, Miljøprojekt nr. 151

stigning af affald fra renovering og derfor skønnes andelen affald fra renovering at ligge på 25 % af totalaffaldsmængden. Der foreligger ikke tal for byggeaffald fra nybyggeri. Baseret på erfaring skønnes det, at der er tale om ca. 10 % af den totale mængde byggeaffald. Ud fra disse antagelser estimeres de samlede mængder og fordeling af byggeaffald, herunder også beton, for Danmark for nybyg, renovering og nedrivning i dag at være 10-25-65.

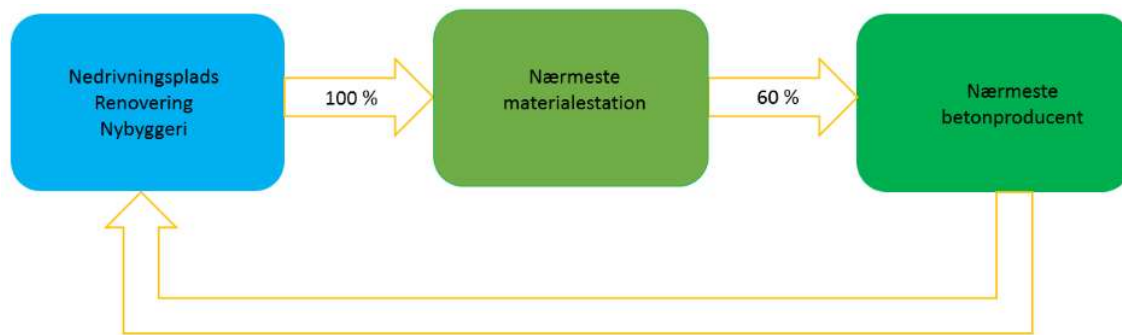
Fordelingen af produktion af betonaflald forventes at være fabriksbeton 70%, betonelementer 24%, og betonvarer 6%. Fordelingen er udledt af oplysninger i MiMa-rapport 2016⁴⁵ og statistiske oplysninger⁴⁶.

8.2 Placering af eksisterende modtageanlæg og betonproducenter

Udover data om fordeling af beton på kommuneniveau, kræver en vurdering af placering af fremtidige materialestationer kendskab til de allerede eksisterende aktører i værdikæden, herunder modtageanlæg og betonproducenter.

Fra nedrivningspladsen bliver beton til genanvendelse transporteret til et modtageranlæg (materialestation) til opbevaring og behandling (neddeling, knusning sortering og soldning). Herfra transporteres nedknust beton som genanvendt tilslag videre til betonproducent. Fra betonproducenten transporteres beton med genanvendt tilslag til en byggeplads hvor den bliver anvendt til nyt byggeri.

Transport af beton til lokal genanvendelse er illustreret i Figur 4. Det er kun 60 % af beton fra nedrivning, som transporteres videre fra materialestationen til betonproducent (finstof vil ikke blive anvendt til betonproduktion). Eftersom nedrivnings- og bygningsaktivitet forventes at have samme fordeling på kommuneniveau, forudsættes, at betonen fra nedrivning bliver genanvendt i samme kommune, hvor den er produceret, dvs. en lokal genanvendelse.



Figur 4. Transport af beton til lokal genanvendelse.

Norrecco er i dag den eneste virksomhed som producerer certificeret betontilslag med to anlæg i København. Certificeringen vil gælde for evt. nye anlæg. De to modtageanlæg i København bliver i denne analyse betragtet som en materialestation (Materialestation 0), da afstanden mellem modtageanlæg er ikke betydelig (< 10 km).

Både Unicon og DK Beton er betonproducenter og har i dag tilsammen 6 anlæg i regionen, som producerer beton med genanvendt tilslag. De to i Hvidovre er i denne undersøgelse slået sammen til et anlæg, da de ligger inden for få km's afstand.

⁴⁵ GEUS (2016) Råstofforsyning: Fra sand og sten til betonbyggeri. MiMa rapport 2016/2

⁴⁶ Danmarks Statistik (2015) Statistikbanken BYGB60 Bygninger og deres etageareal efter ydervægsmateriale, enhed, område, opførelsesår, anvendelse og tid. Letbeton-facader udgør ca. 14% af facader med betonelementer.

Placering af den eksisterende materialestation for beton til genanvendelse og placering af betonproducenterne er vist på Figur 5.



Figur 5. Placering af eksisterende materialestationer og betonproducenter.

8.3 Placering af nye materialestationer

På baggrund af fordelingen af byggeaktiviteten i kommunerne og placeringen af eksisterende materialestationer til opbevaring og neddeling af beton, samt placering af betonproducenterne, har konsulentteamet i samarbejde med Region Hovedstaden valgt at se nærmere på placering af materialestationer i Hillerød/Allerød og Høje-Taastrup.

Med en central placering i, er Hillerød/Allerød den mest oplagte placering for en materialestation med formål at reducere transport af beton til genanvendelse.

Ved ønske om at etablere to materialestationer, er Høje-Taastrup pga. den store byggeaktivitet i kommunen en oplagt placering for materialestation nr. 2. En placering af materialestation i Høje-Taastrup giver også mulighed for levering af beton fra Region Sjælland.

Placering af de foreslåede nye materialestationer kan ses i Figur 6.



Figur 6. Forslag til placering af eksisterende materialestationer og betonproducenter, samt to nye materialestationer.

8.4 Vurdering af de forventede effekter af etablering materialestationer

I dette afsnit, er reduktionen af transportsafstanden (kørte km, antal kørsler og CO₂-udledning) vurderet for en række forskellige scenarier med materialestationer.

Scenarier

Der er beregnet transport og CO₂ /udledning ved transport for følgende scenarier, se Figur 4:

1. Basisscenario - eksisterende materialestation (modtageanlæg i København)
2. Scenarie 1 –materialestation København eller Hillerød
3. Scenarie 2 –materialestation København, Hillerød eller Hedehusene

Materialestation 0 er i beregningerne placeret på Prøvestenen, København S

Materialestation 1 er i beregningerne placeret i Hillerød område syd fra Overdrevsvejen.

Materialestation 2 er i beregningerne placeret på Gl. Rockwool grunden i Hedehusene.

Nedrivningspladsen/Byggepladsen i kommunerne er i beregningerne placeret ved rådhusene i de respektive kommuner.

I beregningerne køres betonen altid fra nedrivningspladsen til nærmeste materialestation og betonproducent ift. nedrivningspladsen. Antallet af kørsler ændrer sig ikke over tid, men alene transportafstand og kørte km.

Forudsætninger

Der er i beregningerne brugt følgende forudsætninger:

- Mængde beton til genanvendelse om 5 år i Region H er 330.000 tons/år.
- 60 % af beton fra nedrivning transporteres fra materialestationen til betonproducent (finstof vil ikke blive anvendt til betonproduktion).
- Mængder genanvendeligt beton pr. kommune er baseret på de seneste 5 års samlede byggeaktivitet i kommunen i % for perioden 2019-23.
- Hovedstadsregionen er inddelt 3 områder, baseret på den samlede byggeaktivitet (ikke korrigeret for forsinkelser) efter område, byggefase (Enhed, bygget etageareal: m²) /42/ omregnet i %.
- Det forudsættes at produktion af genanvendeligt betonaffald (minus 40%) i kommunen svarer til efterspørgsel af genanvendt tilslag til beton i nybyggeri i nedrivningskommunen.

CO₂-beregning ved transport

Energistyrelsens notat *Emissionsfaktorer for vejtransporten*⁴⁷ viser emissionsfaktorer for perioden 2020-2035, beregnet af Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) med deres interne model, som bygger på samme princip som den europæiske emissionsmodel COPERT.

Emissionsfaktorerne er opgivet i gram CO₂ ækvivalenter (omfatter CO₂, CH₄ og N₂O) pr. km. for benzin og diesel og er opdelt på køretøjskategori (personbiler, varebiler, rutebusser, turistbusser, lastbiler og motorcykler) og køretøjsstørrelse. Emissionsfaktorerne er gennemsnitsbetragtninger og vægtede i forhold til det forventede trafikarbejde i de respektive år. Dette betyder, at emissionsfaktorerne angiver den gennemsnitlige udledning pr. km. for et køretøj af en given type, størrelse og med et givent brændstof ud fra de antagelser, der ligger i Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22), til f.eks. udvikling i energiintensitet, iblanding af biobrændstoffer i benzin og diesel samt udskiftning af ældre til nye og mere energieffektive køretøjer /47/. Der er ingen forventninger til, at denne type transporter vil overgå til El-drevne lastbiler indenfor de næste 5-10 år.

Tabel 9 Emissionsfaktorer beregnet af DCE på baggrund af forudsætninger i KF22. Værdier er angivet i gram CO₂eq/km. (afkortet tabel jf. Total og vogntogsvægte i DK pr. maj 2018)

Køretøj	Brændstof	Størrelse	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Lastbiler m. anh/sættevogn	Diesel	Alle	759	750	740	728	714	688	674	663	644	635	618	611	605	599	594	589
Anh & sættevognstog	Diesel	TT/AT 28 - 34t	622	617	612	604	594	574	563	554	538	529	514	507	501	495	490	486
Anh & sættevognstog	Diesel	TT/AT 34 - 40t	700	694	687	676	663	639	626	615	598	589	572	565	559	554	549	544
Anh & sættevognstog	Diesel	TT/AT 40 - 50t	780	770	759	745	730	703	689	678	659	650	632	625	619	613	608	603
Anh & sættevognstog	Diesel	TT/AT 50 - 60t	941	931	917	900	881	848	830	815	792	781	759	751	744	737	730	725
Anh & sættevognstog	Diesel	TT/AT 60t -	928	927	928	928	928	913	914	914	903	903	889	889	889	889	889	890

Det er vigtigt at understrege, at emissionsfaktorerne i ovenstående tabel er gennemsnitsværdier. De faktiske emissioner for et specifikt køretøj vil afhænge af faktorer som køretøjets alder, størrelse, energieffektivitet, hvor der køres (f.eks. landeveje vs. byområder), kørselsmønster (f.eks. hastighed, stop, accelerationer, tomgang) mv.

⁴⁷ Emissionsfaktorer for vejtransporten (pr. km.), Energistyrelsen 2022.

Vi bruger data for Anh & sættevognstog TT/AT 60T- (2024) hvilket er 928 gram CO₂ eqv/km. Der regnes med et 7 akslet vogntog (forvogn-hænger) jf. ITD⁴⁸ med en tilladt totalvægt på 56.000 kg og 35 tons pr. læs.

Beregningsresultater er opsummeret og vist i *Tabel 10*.

Tabel 10 Samlet antal kørsler, antal km og CO₂ udledning fra transport af 330.000 tons beton og 60% retur i tre forskellige scenarier.

Scenarier	Samlet antal kørsler	Samlet kørte km (km)	CO ₂ udledning (tons CO ₂ -ækv)
Basisscenario 0: Materialestation København	20.742	350.684	352
Scenario 1: Materialestation i Hillerød		258.436	239
Scenario 2: Materialestation i Hedehusene		233.919	217

Den detaljerede beregning fremgår af bilag 3.

Som det kan ses, at bliver antallet af kørsler det samme for alle tre scenarier. Til gengæld er der mange kørte kilometer at spare ved at der indføres en materialestation i hhv. Hillerød og Hedehusene, ligeledes gælder for klimabesparelsen i form af CO₂-ækvivalenter. Det vil være yderligere en positiv gevinst for luft, støj, trafiksikkerhed- og tryghed at trafikken ledes ud af København.

Reduktion af trafikbelastning

Ved etablering af en materialestation i Hillerød, vil ca. 80.000 årlige tons af beton til genanvendelse blive omdirigeret fra København til Hillerød, hvilket vil medføre en reduktion af trafikbelastningen til og fra modtageanlæggene i København med i alt 3.812 transporter (3.812 ind og 3.812 ud), svarende til en reduktion af Årsdøgnstrafikken (ÅDT) med 10 lastbiler.

En materialestation i Høje-Taastrup vil omdirigere yderligere ca. 56.000 tons årligt væk fra anlæggene i København hvilket vil medføre en yderligere reduktion af trafikbelastningen til og fra modtageanlæggene i København med i alt 2.560 transporter (2.560 ind og 2.560 ud), svarende til en reduktion af ÅDT med 7 lastbiler.

Denne trafikreduktion vurderes ikke at være væsentligt, men den vil medføre en positiv gevinst for luft, støj, trafiksikkerhed og -tryghed i København.

8.4.1 Delkonklusion den forventede effekt af etablering af materialestationer

En nærmere beregning af transportafstand, trafikbelastninger, CO₂ udledning og økonomi i forbindelse med transport ved etablering af materialestationer udenfor København, hhv. i Hillerød og Høje-Taastrup, viser en betydelig reduktion i antal kørte kilometer. For de enkelte materialestationer gælder følgende:

- Etablering af en materialestation i Hillerød, vil give en reduktion på over 90.000 kørte kilometer og ca. 113 tons CO₂ eqv ift. i dag, svarende til en besparelse på over 6 mio. kroner (2 kr./tons/km) årligt og samtidig få de tunge transporter ud af København og reducere ÅDT.

⁴⁸ Total og vogntogsvægte i DK pr. maj 2018

- Etablering af en yderligere materialestation i Høje-Taastrup, vil kun øge reduktionen med ca. 25.000 kørte kilometer og 20 tons CO₂ eqv, modsvarende til en besparelse på 1,75 mio. kroner (2 kr./tons/km) årligt, men kan give mening, hvis man vælger at køre beton til genanvendelse fra et større opland, f.eks. Region Sjælland. Sidstnævnte er ikke medregnet på i rapporten. En materialestation i Høje-Taastrup vil bidrage til at få yderligere tunge transporter ud fra København og reducere ÅDT.

9 Beregningseksempel for mursten (Bispebjerg)

For at estimere besparelser af transportafstande og CO₂ emission og økonomi i forbindelse med transport, har konsulentgruppen analyseret tre forskellige logistiske scenarier for rensning af mursten. Som eksempel til beregningerne er der anvendt en tænkt nedrivning af Bispebjerg Hospital, Bygning 7⁴⁹, med 400.000 stk mursten som skal renses og efterfølgende genbruges i en ny bygning på nedrivningsstedet. En nærmere beskrivelse af regnemethoden findes i bilag 3.

Transportafstand og dermed medfølgende CO₂ emission for de 400.000 stk mursten til rensning og tilbage er beregnet i tre forskellige scenarier:

- Scenarie 0: Mursten renses hos Gamle Mursten i Fyn
- Scenarie 1: Mursten renses hos en materialestation i Hillerød
- Scenarie 2: Mursten renses hos en materialestation i Hedehusene

Beregningsresultater er vist i Tabel 11.

Tabel 11. Transportafstand og CO₂ udledning fra transport af 400.000 mursten fra Bispebjerg Hospital til rensning og tilbage i tre forskellige scenarier samt et scenarie hvor man i stedet for 400.000 mursten kører transport hele det om 5+ år vurderede potentiale på 42.000 tons murstensaffald til rensning og tilbage.

Scenarier	Transport-afstand (km)	CO ₂ udledning 400.000 mursten (tons CO ₂ -ækv)	CO ₂ udledning 42.000 tons (tons CO ₂ -ækv)
Scenarie 0: Mursten renses hos Gamle Mursten på Fyn	330	14,87	587,98
Scenarie 1: Mursten renses hos en materialestation i Hillerød	66	2,97	117,60
Scenarie 2: Mursten renses hos en materialestation i Høje-Taastrup	72	3,25	128,29

Beregninger viser at ved etablering af en materialestation, hvor mursten til genbrug kunne både opbevares og renses i Hovedstadsregionen, kunne i det tænkte eksempel, reducere både transportafstand og CO₂ udledningen fra transport, med op til 80 %.

⁴⁹ Nyttiggørelse af bygge- & anlægsaffald og overskudsjord fra kvalitetsfundsbyggerierne, Kortlægning af potentiale for nyttiggørelse og økonomiske besparelser, Region Hovedstaden, 2015.

Hvis man beregner med det vurderede potentiale i Regionen om 5 år (42.000 t), er belastningen ca. 40 gange så stor, og ville give yderligere ca. 1.200 transporter til Fyn, hvis der ikke etableres et anlæg på Sjælland.

Genbrug af facademursten (-104 kg CO₂-ækv/tons) eller bagmursten (-53 kg CO₂-ækv/tons). Brænding af facademursten sker ved en højere temperatur end brænding af bagmursten og resulterer dermed i en højere udledning af drivhusgasser. Når det er facademursten, der erstattes, er der derfor en større CO₂-reduktion. Der opnås dog en klimagevinst, uanset om der er tale om facade- eller bagmursten.

10 Samlet vurdering

Der vurderes at være behov for etablering af materialestationer for genbrug af mursten og beton til genanvendelse. For de øvrige fraktioner er der allerede i dag et etableret professionelt marked, og det vurderes ikke relevant at der etableres materialestationer for disse fraktioner.

Behov for genbrug af mursten er stigende med potentielle genbrugelige murstensaffaldsmængder på 42.000 tons/år resulterende i ca. 10 mio mursten som kan bringes på markedet om fem år. Den nuværende løsning betyder, at mursten skal transporteres til Fyn og retur, hvilket giver mange og lange transporter med CO₂-udledning som følge. Derfor vurderes at, der er et behov for etablering af en materialestation til rensning og oplagring af mursten i Hovedstadsregionen. Ved etablering af en materialestation i Hovedstadsregionen vil der kunne opnås en betydelig reduktion af transportafstand, økonomi og CO₂ udledning.

Betonproducenterne mødes med stigende efterspørgsel på genanvendt beton, og det estimeres at der er et behov på at opbevare og håndtere ca. 330.000 tons betonaffald til genanvendelse om 5 år. Betonaffaldet opstår fra nedrivninger i hele Regionen, men alle eksisterende materialestationer til opbevaring og håndtering af beton, er i dag placeret i København. Dette giver potentiale til at spare på transportafstand, penge og CO₂ udledning ved etablering af materialestationer udenfor København. Derfor vurderes at, der er behov for etablering af en eller flere materialestationer ved en strategisk placering tæt på stor byggeaktivitet eller i nærheden af betonproducenter. Etablering af en materialestation i Hillerød, vil give en reduktion på over 90.000 kørte km, 6 mio. kr., og ca. 113 tons CO₂ eqv pr. år ift. i dag og samtidig få de tunge transporter ud af København. En etablering af en yderligere materialestation i Høje-Taastrup, vil øge reduktionen med ca. 25.000 kørte kilometer og ca. 20 tons CO₂ eqv. Etablering af materialestation i Høje-Taastrup ud fra et transport- og CO₂-perspektiv giver kun mening hvis man vælger at køre beton til genanvendelse fra et større opland, f.eks. Region Sjælland, men dette er der ikke regnet på i rapporten.

Kravene til placering af materialestationer er i begge tilfælde, at det kræves at pladsen er beliggende i et område, udlagt til industri, da aktiviteten er støjende, støvende og medfører en del tung trafik. Videre kræves at materialestationen er befæstet og har en brovægt til indvejning. Endelige kræves mindre velfærds- og administrationsbygninger. Ved behandling af mursten kræves tillige plads til tørlager.

På længere sigt anbefales materialestationer til fremme af genbrug af betonelementer m.v.

Udover det professionelle marked, er der udtrykt interesse for materialestationer for kommunale/offentlige myndigheder, hvilket vurderes at være en mulighed for at få det offentlige til at støtte selektiv nedrivning og øget genbrug af materialer.

11 Referencer

1. Selektiv nedrivning i byggebranchen, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning, Miljøprojekt 2185, 2022.
2. Bedre udnyttelse af ressourcer i byggesektoren – kortlægning af tab – analyse og anbefalinger til forøget genanvendelse og genbrug, Københavns Kommune, 2023.
3. CityLoops Business cases, Høje-Taastrup new city hall and Taastrupgård Cultural landscape, Høje-Taastrup Municipality and Danish Association of Construction Clients, 2023.
4. CityLoops Business case, Parking House "Indfaldet", Roskilde Municipality and Danish Association of Construction Clients, 2023
5. Guide CO2-nøgletal til at vælge den bedste behandling af forskellige affaldsfraktioner, VCØB
6. Affaldsregistret, Energistyrelsen <https://affaldsregister.ens.dk/>
7. Dansk MiljøAdministration, Miljøstyrelsen <https://dma.mst.dk/>
8. Interview med Anders Sørensen, Enemærke og Petersen, februar 2023.
- 9 Circular construction in Europe: handbook for local and regional governments, CityLoops, 2023
10. CDW Replication Package 5, CityLoops, 2023
11. Case: Børnehuset Svanen – når cirkulært byggeri stiller særlige krav til processen, Værdibyg
12. Fælledby <https://faelledby.dk/>
13. Interview med Rasmus Krag, projektchef hos Artelia, april 2024.
14. Interview med Norrecco, Solum, Greenport, Ragn-Sells og RGS Nordic, marts-april, 2024.
15. Interview med Claus Juul Nielsen, direktør Gamle Mursten, april 2024
16. Interview med Tom Jørgensen, Direktør, medejer og indkøbschef hos Genbyg, juni 2024
17. Interview med Jens Arre Nord, Miljøchef, RGS Nordic, april 2024
18. Udvikling af teknologi og metoder til nedrivning af murværk med henblik på genbrug af mursten. P. Olesen og Sønner A/S og Lauritzen Advising, Miljøprojekt nr. 2012, 2018
- 19 Anvisning Genbrug og genoplægning af gamle teglsten, Center for bygningsbevaring, 2012
20. Genbrug af byggematerialer og akustikplader. Genbrug igen & igen www.rockfon.dk
21. Vejledning Genanvendelse af beton, En vejledning til bygherrer, Roskilde Kommune november 2021
22. Beton i et cirkulært perspektiv - En kritisk gennemgang af klimapotentialer for genbrug og genanvendelse af beton, Teknologisk Institut, 2022.
23. Case: Stablen, Upcycling Forum <https://www.upcyclingforum.dk/cases/stablen-genbrugscenter-i-horsens-med-cowi-og-arkitema>
24. Nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner, SBI-anvisning 171, 1991
25. Case: Circle house, Lejerbo <https://www.lejerbo.dk/om-lejerbo/byggeri/circle-house>
26. Reference: Byhuse Islands Brygge, Gamle mursten <https://www.Gamlemursten/referencer/byhuse-islands-brygge>
27. Konsortium under ledelse af Enemærke & Petersen A/S

28. Genbrug af teglsten, Lystoftehuse, DAB, Wissenberg, Søren B. Schächter, Peter Benzon & Co. Og Teknologisk Institut, 2021 [genbrug-af-tegltagsten-lystoftehuse-dab.pdf](#) (wissenberg.dk)
29. Projekt Gentræ, Stark, Solum og Golder, 2020
30. Næste samarbejde med RGS m.fl. <https://www.naeste.dk/samarbejdspartnere>
31. Realdania De genanvendte huse 30 år efter. Sammenfattende rapport, 2022
32. Trafiktælling, Kalkbrænderihavnsgade, Københavns Kommune 2021.
33. Trafiktælling Prøvestensbro, Københavns Kommune 2016.
34. Håndbog om Miljø og Planlægning, Miljøstyrelsen og Skov- og Naturstyrelsen, 2004
35. MUDP Den Cirkulære byggeplads. Et teknologiudviklingsprojekt af Norrecco, J. Jensen, Nordstern, Saint Gobain, Retec og TRE med formål at finde løsninger til renere fraktioner glasuld, gips og planglas, 2022-2024.
36. Det nationale anneks DS/EN 206 DK NA til den fælleseuropæiske betonstandard DS/EN 206.
37. Genanvendelse af beton. Erfaringer fra nedrivning af skorsten, HOFOR Amagerværket, og genanvendelse af knust beton som tilslag i ny beton til opførelse af Sydhavn Genbrugscenter i Valby, Lauritzen Advising og Pelcon, 2020.
38. Business case in Høje-Taastrup (cityloops.eu)
39. Prognose for sekundære råstoffer, Pilotprojekt i Høje-Taastrup og Roskilde Kommune, Høje-Taastrup, 2021.
40. Samfundsøkonomisk analyse af genbrug af mursten, Miljøprojekt 1904, 2016.
41. Affaldsdatasystem Miljøstyrelsen
42. Danmarks Statistik (BYGV11): <https://www.statistikbanken.dk>
43. Danmarks statistik, befolkningstal marts 2024
44. Prognose for bygge- og anlægsaffald – hovedrapport, Miljøprojekt nr. 150 samt Demex A/S m.fl., 1990 Prognose for bygge- og anlægsaffald – bilagsdel, Miljøprojekt nr. 151.
45. Råstofforsyning: Fra sand og sten til betonbyggeri. GEUS, 2016, MiMa rapport 2016/2
46. Statistikbanken BYGB60 Bygninger og deres etageareal efter ydervægsmateriale, enhed, område, opførelsesår, anvendelse og tid. Letbeton-facader udgør ca. 14% af facader med betonelementer, Danmarks Statistik 2015.
47. Emissionsfaktorer for vejtransporten (pr. km.), Energistyrelsen 2022.
48. Total og vogntogsvægte i DK pr. maj 2018
49. Nyttiggørelse af bygge- & anlægsaffald og overskudsjord fra kvalitetsfundsbyggerierne, Kortlægning af potentiale for nyttiggørelse og økonomiske besparelser, Region Hovedstaden, 2015.

Bilag 1 Kortlægning af eksisterende materialestationer, modtageranlæg og andre faciliteter

Kortlægning af eksisterende materialestationer, modtageranlæg og andre faciliteter

Kortlægningen er udført på baggrund af Energistyrelsens Affaldsregister, Digital MiljøAdministration, internet research samt egne erfaringer og søge at identificere flg. oplysninger:

- Eksisterende materialebanker, modtageranlæg og andre faciliteter
- Hvilke fraktioner de modtager
- Hvor de er placerede
- Øvrige informationer

Markedspladspladser (digitaleopsæt) (Landsdækkende)

Ejer	Fraktioner	Øvrige relevante informationer
GreenDozer	Brugte byggematerialer	GreenDozer Et mere bæredygtigt byggeri
Upcycling Forum	Brugte byggematerialer	Upcycling Forum
Materialesalg	Brugte byggematerialer	Materialesalg.dk
Precycle	Brugte byggematerialer	Precycle – Red byggematerialer fra at gå til spilde

Onlineauktioner (Landsdækkende)

Ejer	Fraktioner	Placering(er)	Øvrige relevante informationer
Klaravik	Brugte byggematerialer		Klaravik Auktioner for maskiner, værktøj og køretøjer
Aukionshuset DAB A/S	Brugte byggematerialer	Hasselager	Byggematerialer Aukionshuset dab A/S
Kingoauktioner	Brugte byggematerialer		Kingoauktioner - Byggematerialer og inventar fra nedrivningsprojekter
Campen auktioner A/S	Brugte byggematerialer	Randers NV	Værktøj og byggematerialer til både erhverv og private (campenauktioner.dk)
Kapow Auktioner A/S	Brugte byggematerialer	Herning	Brugte byggematerialer Køb byggematerialer på auktion (kapow.eu)
Hma auktioner	Brugte byggematerialer	Ikast	Hma Auktioner
KJ Auktion	Brugte byggematerialer	Hals	Alle auktioner - KJ Auktion - Maskin-auktioner
Nord Auktion	Brugte byggematerialer	Jerslev	Nord Auktion
Fymas Auctions ApS	Brugte byggematerialer	Glostrup	Salg - Fymas Auctions
Horsens Auktioner	Brugte byggematerialer	Hornborg	Horsensauktioner - Samleauktion 4 - 9370 Hals - Garn, byggematerialer, salgsvare mm.
Damonline A/S	Brugte byggematerialer	Stoholm J	DAMONLINE Auktion: 6435 - Div. byggematerialer

Salg af genbrugsmaterialer (fysiske butikker og web) (Landsdækkende)

Ejer	Fraktioner	Placering(er)	Øvrige relevante informationer
Gamle Mursten	Mursten	Svendborg	www.gamlemursten.dk
Tegllageret	Tegl	Havdrup	Forside Tegllageret

BILAG 1

Vurdering af behov for materialestationer

18. april 2024

Projektnummer: 20230135-1

Gentræ (Stark/Solum)	Træ		STARK GENTRÆ - Løsning til genbrug af træ fra midlertidige konstruktioner
Genbyg	Brugte byggematerialer	Kastrup	www.genbyg.dk
J Jensen Genbrug	Brugte byggematerialer	Lynge	www.j.jensen.com
JK Genbrugscenter	Brugte byggematerialer	Odense SØ	www.jk-genbrugscenter.dk
BæreByg	Brugte byggematerialer	Struer	www.baerebyg.dk
Den Grønne Genbrugshal	Brugte byggematerialer	København K	www.gronnehal.dk
Sydhavn Genbrugscenter	Brugte byggematerialer	København SV	www.affald.kk.dk/genbrug/sydhavn-genbrugscenter
HC Genbyg	Brugte byggematerialer	Albertslund	www.hc-genbyg.dk
Klassiske Vinduer	Vinduer	Roskilde og Lejre	www.klassiske-vinduer.dk
Nedrivningsselskabet Falster	Brugte byggematerialer	Stubbekøbing	www.nssf.dk
Dem fra Nordlunde	Brugte byggematerialer	Nakskov	www.demfranordlunde.dk
PlusByg	Brugte byggematerialer	Næstved	www.plusbyg.dk
Skave nedbrydning	Brugte byggematerialer	Holstebro	Skave Nedbrydning forside (skave-nedbrydning.dk)
Hverringe Centrum for Restaurering	Brugte byggematerialer	Kerteminde	www.hverringe.dk
PO Genbrug	Brugte byggematerialer	Hovedgård	pogenbrug.dk
Råt & Godt	Brugte byggematerialer	Aalborg	raatoggodt.dk
Genbrugssten	Mursten	Brønderslev	genbrugssten.dk
Genbrugsbyg	Brugte byggematerialer	Grindsted	genbrugsbyg.dk
Brugte Mursten	Mursten	Herning	brugtemursten.dk
Sanderum-Otterup Murerforretning	Mursten	Otterup	www.sanderum-otterup-murerforretning.dk
2ndhandtegl.	Tegl	Horsens	www.2ndtegl.dk
Bango A/S.	Brugte byggematerialer	Kjellerup	www.bango.dk
KC Nedbrydning A/S	Brugte byggematerialer	Vejen	www.kc-nedbrydning.dk
P. Olesen & Sønner A/S	Brugte byggematerialer	Hovedgård	www.p-olesen.dk
Munkesten.dk mabetec nordic A/S	Mursten	Holstebro	Brugte mursten - Vi leverer håndstrøgne brugte mursten med sjæl Munkesten.dk
Arne Hansen Entreprise ApS	Brugte byggematerialer	Nakskov	Kontakt os Arne Hansen Entreprise ApS (ahentreprise.dk)

Affaldsbehandlingsanlæg og modtageanlæg (Region H og -Sjælland)

Ejer	Fraktioner	Placering(er)
Marius P	Træ, Beton, tegl, planglas, gips	Rødovre, Stenløse, København, Glostrup, Ringsted, Rødby Havn, Nakskov
RGS Nordic	Træ, Beton, tegl, planglas, gips	København, Gadstrup, Kalundborg, Rødby, Hornbæk og Vemmelev
Norrecco	Træ, Beton (også certificeret tilslag), tegl, planglas, gips	Greve, Lyngby og København
Meldgaard	Træ, Beton, tegl, planglas, gips	København
HCS	Træ, Beton, tegl	Glostrup
Solum	Træ, Beton, tegl	Roskilde
Ragn-Sells	Træ, Beton, tegl, planglas, gips	København, Næstved
Bregnebjerggaard Grusgrav	Beton, tegl	Farum
Damifo	Træ, Beton, tegl, planglas, gips	Hedehusene, Rødby, Borup, Ringsted, Nykøbing F
Munch Asfalt	Tegl, beton	Svogerslev
Recycon	Træ, Beton, tegl, planglas, gips, + ren eternit	Fuglebjerg
Geminor	Træ	Køge
Johnsson Recycling	Beton, tegl	Karise
City Container	Beton, tegl	Farum
DeNova	Træ, Beton, tegl, planglas, gips	Frederiksværk
Nedrivningsselskabet Falster ApS	Træ, beton, tegl	Nykøbing F
DK-Miljø A/S	Træ, Beton, tegl, planglas, gips	Rønnede
DMG A/S	Træ, Beton, tegl, planglas	Holbæk
Henry Andersen & Søn A/S	Træ, Beton, tegl, planglas, gips	Ballerup
Borup Ressourcecenter ApS	Beton	Borup
BOFA	Træ, Beton, tegl, planglas, gips	Rønne
Stenlille Grusgrav	Beton, tegl	Stenlille
Mogenstrup Grusgrav og Genbrugsindustri A/S	Beton, tegl	Mogenstrup
HJ Gruppen	Beton, tegl	Dalmose
F.J. Poulsen	Beton	Tåstrup
Ellingegårdens Grusgrav ApS	Beton og tegl	Sorø
NCC	Beton	Nykøbing F, Vordingborg, Sorø, Køge, Kalundborg, Holbæk, Tjæreby, Roskilde, København
Kallerup Grusgrav	Beton og tegl	Hedehusene

Kommunale oplagspladser (Region H)

Type	Fraktioner	Placering(er)
Albertslund Kommune	Grus, sand m.v.	Gadagervej 23
Brøndby Kommune	Byggematerialer, grus, sand m.v.	Brøndby Møllevej 10
Egedal Kommune	Grus, sand m.v.	Dam Holme 2
Frederikssund Kommune	Grus, sand m.v.	Smedetoften 4
Gladsaxe Kommune	Grus, sand m.v.	Turbinevej 10

BILAG 1

Vurdering af behov for materialestationer

18. april 2024

Projektnummer: 20230135-1

Hvidovre Kommune	Grus, sand m.v.	Høvedstensved 21
Københavns Kommune	Byggematerialer, grus, sand m.v.	Selinevej 12-14
Lyngby-Taarbæk Kommune	Grus, sand m.v.	Firskovvej 44
Rudersdal Kommune	Grus, sand m.v.	Ådalsvej 52

Bilag 2 Referater fokusgrupper

Referat**FOKUSGRUPPE – MATERIALBANKER TIL GENBRUGSENEDE MATERIALER**

Dato og tid: 06-02-2024, kl. 14.30-16.00

Sted: Teams

Deltagere:

Niels Jakubiak Andersen, Næste
Jonny Christensen, Københavns Kommune
Rasmus Krag, Artelia Group
Søren Malund og Jakob Gorm Dahl, Kingo Recycling
Thomas Sinding, J. Jensen
Jan Rohde, Greendozer
Signe Ross, Søren Jensen
Pernille Kernel og Erik Lauritzen, Region Hovedstaden
Niels Trap og Maria Ekblad, TRE Rådgivende Ingeniører
René Møller Rosendal, Danish Waste Solutions

Formålet med fokusgruppen er at få oplyst A-E med fokus på materialerne

- ✓ Konstruktionstræ, beklædnings- og gulvbrædder
- ✓ Mursten
- ✓ Tagsten
- ✓ Gipsplader
- ✓ Mineraluldsplader
- ✓ Betonelementer

A. Er der behov for materialebanker?

B. Hvor i værdikæden er der behov for en materialebank for en given fraktion?

C. Skal fraktionen behandles (forberedes/oparbejdes til genbrug) hos materialebanken?

D. Er der særlige krav til opbevaring eller behandling af fraktionen (overdækning, fast underlag)?

E. Er der særlige krav/ønsker til placering?

F. Til sidst blev det drøftet, om der er der andre materialer, hvor der opleves et behov for materialebanker i Regionen?

Herunder opsummeres kort drøftelser i fokusgruppen:

TRÆ

A. Ja. Der er stort potentiale i genbrug af træ (gulvbrædder og tømmer) og ja, der er behov for materialebanker.

B. Der er behov for materialebanker til at oplagre materialer mellem nedrivningsplads og producent/bruger.

C. Oparbejdning af materialer skal foregå hos producent/bruger, som har kendskab til hvad materialet skal anvendes til.

D. Træmaterialer kræver opbevaring i tørt, min. 15°C. og særligt krav til pakning af materialer.

E. Transport udgør en væsentlig omkostning, og med et nuværende marked er der ikke plads prismæssigt til mellemlager. En placering kunne dermed tænkes tæt på producent/producenter.

Andet:

- Hvad med de miljøfarlige stoffer?
- Kravspecifikation – de eksisterende standarder skal anvendes.

MURSTEN

A. Ja. Der er stort potentiale i genbrug af mursten og ja der er behov for materialebanker.

B. Der er behov for materialebanker for mursten i to faser i værdikæden:

1. Efter nedrivning, inden rensning
2. Efter rensning, inden anvendelse

Det kan godt være en materialebank for hver fase, eller en samlet for begge faser.

C. Nej, det skal gøres maskinelt hos en ekstern aktør (f.eks. Gamle Mursten). Den mekaniske rensning med elefantrist, er arbejdsmiljømæssigt ikke en mulighed.

D. Mursten skal opbevares tørt.

E. En materialebank skal placeres tæt på rensning.

Andet:

- Mursten anvendes ikke i dag til bærende funktion.
- Der er behov for af rensning af mursten på Sjælland.
- Ca. 25 % af andel af mursten bliver ødelagt under transport.

TAGSTEN

A. Ja. Men ikke nødvendigvis i store mængder, eftersom det primære genbrug er til facadebeklædninger, ikke til tag.

B. Der er behov for materialebanker til at oplagre tagsten mellem nedrivningsplads og bruger.

C. Nej. Der er ikke behov for at oparbejde tagsten. De skal på nedrivningspladsen pakkes ens med nye materialer og stilles på lager.

D. Tagsten skal opbevares tørt eller ordentligt indpakket.

E. Der er ingen særlige krav til placering.

GIPSPLADER

A. Ja. Men ikke nødvendigvis i store mængder.

B. Der er behov for materialebanker til at oplagre gipsplader mellem nedrivningsplads og bruger.

C. Nej. Der er ikke behov for at oparbejde gipsplader. De skal på nedrivningspladsen pakkes ens med nye materialer og stilles på lager.

D. Gipsplader skal opbevares tørt eller ordentligt indpakket.

E. Der er ingen særlige krav til placering.

MINERALULD

A. Ja. Men ikke nødvendigvis i store mængder.

B. Der er behov for materialebanker til at oplagre mineraluldsplader mellem nedrivningsplads og bruger.

C. Nej. Der er ikke behov for at oparbejde mineraluldsplader. De skal på nedrivningspladsen pakkes ens med nye materialer og stilles på lager.

D. Mineraluld skal opbevares tørt eller ordentligt indpakket.

E. Der er ingen særlige krav til placering.

Andet:

Der er producenter (Troidtekt) der tager materialer tilbage og certificerer dem.

BETONELEMENTER

A. Nej. Det er for dyrt at få beton ud fra bygninger.

B.

C.

D.

E.

F. Er der andre materialer, hvor der opleves et behov for materialebanker i Regionen?

Der er behov for døre og vinduer, som der er store mængder af

Der er også interesse for tekniske dele (kanaler, ventilationrør m.fl)

GENERELT OM MATERIALER til GENBRUG

Det største behov er at få i gang i et marked – evt. mha. en offentlig/privat symbiose. I dag er der mangel på aftager.

Det er vigtigt at materialerne gøres tilgængelige til dem der designer bygninger.

Der skal være mulighed at pre-booke materialer for at sikre mængder.

Det er nødvendighed at producenterne producerer ensartede produkter hvis der er ønske om stor skala genbrug.

Struktur omkring materialehøstning, salg og logistik eksisterer: Ressourcekortlægning af store mængder (få materialer) – miljøkortlægning – selektiv nedrivning- optimering af transport til producent/kunde. – Greendozer.

Der er behov for at vide hvor materialerne kommer fra (genbrugspas, materialepas), men ikke nødvendigvis hele materialets historie.

En vigtig kundegruppe, når der skal opskaleres, er entreprenørerne.

Det er vigtigt, at materialerne, når de kommer til byggepladsen, er pakket lige som nye materialer fra et byggemarked.

Nedriver tager materialer ud kun hvis det er specificeret i udbud, undtaget flot tømmer om har en stor værdi.

Klimakrav til byggeriet kan godt skubbe markedet.

Lokalplanskrav kan fungere som incitament.

.

Referat**FOKUSGRUPPE – MATERIALBANKER TIL GENANVENDELSE AF BETON**

Dato og tid: 07-02-2024, kl. 14.30-16.00

Sted: Teams

Deltagere:

Jette Bjerre Hansen, Norrecco
Klaus Kellerman, Roskilde Kommune
Allan Nielsen, J. Jensen
Thomas Nielsen, Pelcon
Solvejg Qvist, Niras
Katja Udbye Christensen, Teknologisk Institut
Erik Lauritzen, Region Hovedstaden
Niels Trap og Maria Ekblad, TRE Rådgivende Ingeniører
René Møller Rosendal, Danish Waste Solutions

Formålet med fokusgruppen er at få oplyst A-E med fokus på materialerne

A. Hvilket behov skal materialebankerne opfylde?

B. Hvilken størrelse og indretning bør materialebanken have?

C. Hvilke aktiviteter skal den rumme?

D. Hvor skal den placeres for at det vil fungere mest optimalt?

E. Giver det mening at have fælles materialebank for beton til genanvendelse og betonelementer til genbrug?

Herunder opsummeres kort drøftelser i fokusgruppen:

Der er to grundlæggende scenarier for genanvendelse af beton

1. Genanvendt beton som tilslag - sælges frit på markedet
2. Genanvendt beton som tilslag - anvendes internt på egne sager

✓ De to scenarier bliver herunder behandlet hver for sig.

Genanvendt beton som tilslag – sælges frit på markedet

- Genanvendt beton som tilslag til konstruktionsbeton er omfattet af en harmoniseret standard og skal dermed være CE-mærket.
- CE-mærkning kræver at modtager kender oprindelse og har dokumentation om kvaliteten (borekerne, materialeprøve, billede mv.).
- På baggrund af dokumentation kan beton anvendes til at producere enten:
 - Beton, passiv miljøklasse
 - Der er behov for at se på EoW kriterierne og måske få lavet en vejledning
 - Beton, aktiv miljøklasse (M/A)

Der er kun få store nedrivninger, mest "små" mængder beton per projekt (500-800 tons).

Det kræver mængder mellem 3.000-5.000 tons for at der skal være økonomisk bæredygtigt for modtager/behandler. Derfor samles mængder til bunke.

Beton til genanvendelse skal ikke neddeles på nedrivningspladsen på grund af risiko for blanding af forskellige kvaliteter ikke kan blandes (kan ske med neddelt beton). Omkring denne punkt var der uenighed.

Der er en fin flow i genanvendt beton som tilslag (grovfraction) til konstruktionsbeton og de nuværende mængder kan håndteres af de eksisterende modtager/behandler.

Unicon forventer at anvende 60.000 tons genanvendt beton i sin produktion i 2024.

Der kan være krav til indretning fx betonbund, skal holdes adskilt, muligvis overveje liggetiden. De fine tilslag skal muligvis holdes tørt.

Behov for materialebanker (A-E):

Genanvendelsespotentialer er langt større end i dag og der vil på sigt være behov for større områder (10-30 ha) hvor beton til genanvendelse kan oplagres og neddeles. Region H mener man skal tænke stort.

Et areal skal evt. inddeles i båser jf. kvalitet eller ejer.

Store arealer med tilladelse at neddele beton, er ikke nemme at finde pga. miljøkrav.

Der er et ønske om at Regionen udpeger arealer, herunder f.eks. gamle råstofgrave, helst i nærheden af betonværke.

Kørsel skal minimeres, da det er meget CO₂ tungt, og kørsel er en barriere for at få en god økonomi.

2. Beton, anvendes til egne projekter

Kræver ikke CE-mærkning.

Materialer skal oplagres på en "pop-up" materialebank tæt på byggeriet, hvilket kræver planlægning og at få bygherre med i en tidlig fase.

Materialedepoter skal med i lokalplaner, VVM m.fl. og tænkes ind meget tidligere end i dag.