

LCA

Klimamæssig bæredygtighed i almene boligorganisationers renoveringsprojekter

Genanvendelse af beton i KAB Taastrupgård

8. juli 2021

KAB

Vandkunsten

Realdania

WISSENBERG

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse.....	2
1. Resume	3
2. Formål og afgrænsning.....	4
2.1 Den funktionelle enhed	5
2.2 Produktsystemer.....	6
2.3 Karakterisering.....	8
2.4 Datakrav.....	8
3. Kortlægning	10
4. Vurdering af miljøpåvirkninger	11
4.1 Specifik besparelse	11
4.2 Besparelse for prøveblokken	12
4.3 Samlet besparelse for KAB Taastrupgaard	12
5. Fortolkning	14
5.1 Generelle betragtninger	14
5.2 Fra miljøkortlægning til ressourcekortlægning	14

Bilag

"Analysenotat.pdf"

"Idékatalog_Genanvendelse af beton i KAB Taastrupgaard.pdf"

"Notat_Totaløkonomiske overvejelser ifm genanvendelse af beton i KAB Taastrupgaard.pdf"

1. Resume

Der er foretaget en livscyklusvurdering (LCA), hvor miljøpåvirkninger, forbundet med oparbejdning af betonelementer til genanvendelse, sammenlignes med miljøpåvirkninger, forbundet med nye materialer eller processer, som de genanvendte betonelementer antages at erstatte. LCA'en følger så vidt muligt anvisninger i henhold til de internationale standarder ISO 14040 og 14044.

Vurderingen tager udgangspunkt i en omfattende renovering af KAB Taastrupgaard. I vurderingen betragtes både den samlede bebyggelse i Taastrupgaard og en prøveblok, der som den første af i alt 28 boligblokke gennemgår renoveringen i løbet af det kommende år.

For at simplificere undersøgelsen betragtes tre metoder for oparbejdning af et betonelement – ingen eller beskeden forarbejdning inden genanvendelse, omfattende forarbejdning inden genanvendelse og knusning inden genanvendelse. I undersøgelsen repræsenteres hver metode af altanværn, hvis malede overflader kræver slibning inden genanvendelse, altandæk, hvis inderste kant nødvendigvis må skæres væk inden genanvendelse og etagedæk, der kun kan genanvendes som følge af nedknusning.

Beregningen, som er foretaget, medregner udelukkende oparbejdningsprocessen og udelader samtlige processer, som vil ske uanset, om elementet genanvendes eller ej. I sammenligning medtages derfor kun materialeudvinding og fremstilling af de processer, der erstattes, hvilket i indeværende undersøgelse antages at være enten nye betonelementer eller ved nedknusning, udvinding af grus, der oparbejdes til vejfyld.

Vurderingen viser, at genanvendelse af beton kan føre til betragtelige besparelser i drivhusgasudledning på op til 181 gram CO₂-ækvivalenter pr. kg genanvendt beton, såfremt betonelementet erstatter et nyt betonelement. Ved erstatning af grus til vejfyld er besparelsen mere beskeden og forventes at føre til en besparelse på 16 gram CO₂-ækvivalenter pr. kg beton. For de tre betonelementtyper svarer det samlet set til en besparelse på 44 ton CO₂-ækvivalenter for prøveblokken og 600 ton CO₂-ækvivalenter for hele Taastrupgaard. Antages den samlede mængde af betonelementer i Taastrupgaard at blive genanvendt som følge af ovenstående forarbejdning, er den samlede besparelse 1.300 ton CO₂-ækvivalenter.

Essentielt for beregningen af besparelspotentialer er antagelsen om, at de genanvendte betonelementer erstatter nye materialer og processer. Det er i indeværende rapport ikke beskrevet, om der findes andre og bedre materialer at sammenligne med, eller om de processer, der erstattes, overhovedet vil ske, hvis ikke det pågældende betonelement genanvendes. Dette vil selvsagt have betydning for besparelsen.

I følgeskab med indeværende LCA-rapport leveres et idékatalog med mængdeoptegnelser og en lang række forslag til, hvordan betonelementerne i Taastrupgaard kan genanvendes. Det er håbet med denne samlede leverance at inspirere til et fortsat udviklingsarbejde, hvor den almindelige praksis med miljøkortlægning af en eksisterende bebyggelse transformeres til en mere omfattende ressourcekortlægning, hvor en bygnings materialer vurderes ift. kvalitet, potentiale for genanvendelse samt den klimamæssige besparelse, materialet rummer.

2. Formål og afgrænsning

I indeværende rapport beskrives en livscyklusvurdering (LCA). LCA'en har til hensigt at vurdere, hvorvidt der er miljømæssige gevinster forbundet med genanvendelse af beton i forbindelse med en omfattende renovering af KAB boligafdeling Taastrupgaard i Høje-Taastrup, hvor i alt 28 boligblokke totalrenoveres. Vurderingen tager udgangspunkt i den samlede helhedsplan, men også i den første del af udførelsen, hvor kun en enkelt boligblok renoveres – en såkaldt prøveblok – og betragter genanvendelsespotentialet for de betonelementer, der nedtages som følge af renoveringen.

Der tages i undersøgelsen udgangspunkt i tre genanvendelsesmetoder, der adskiller sig fra hinanden i bearbejdningsprocessen efter nedtagning. Metoderne, der vurderes, omfatter A) ingen eller beskedne bearbejdning af materialet inden genanvendelse, B) omfattende bearbejdning af materialet inden genanvendelse og C) nedknusning af materialet inden genanvendelse. Besparelspotentialet ved de forskellige genanvendelsesmetoder vurderes ud fra en sammenligning med produkter, der leverer en tilsvarende ydelse.

Undersøgelsen er foranlediget af Realdania, der i første halvdel af 2021 støtter 13 forskellige undersøgelser under overskriften "Pulje til klimamæssig bæredygtighed i almene boligorganisationers renoveringsprojekter". Undersøgelserne har det fælles formål at afsøge potentialer for reduktion af drivhusgasudledninger inden for det område, de undersøger. Indeværende LCA omhandler derfor udelukkende miljøpåvirkninger i form af emissioner til luft, der har drivhuseffekt. Af samme årsag kan LCA'en ikke benyttes til at udlede nogen generel miljømæssig karakteristik eller til at vurdere, om det samlet set er mest miljøvenligt at genanvende beton frem for at erstatte materialet med et nyt.

Undersøgelsen er et led i regeringens målsætning for Danmark om at reducere de samlede drivhusgasudledninger og har til formål at føre til reelle besparelser for renoveringen i Taastrupgaard såvel som til at finde generelle metoder for genanvendelse, der kan inspirere lignende renoveringsprojekter i almene boligorganisationer.

Indeværende rapport henvender sig først og fremmest til almene boligorganisationer, der har lignende muligheder for genanvendelse af byggematerialer. Det forventes, at også andre interessenter og politiske beslutningstagere vil finde rapporten relevant, da der i stigende grad er fokus på genanvendelse af byggematerialer i alle dele af byggebranchen.

Eftersom LCA'en er komparativ, skal det understreges, at ingen af de i rapporten beskrevne processer og produktsystemer offentliggøres, medmindre det er relevant, og informationerne i forvejen er offentligt tilgængelige. Undersøgelsen har i sin natur til hensigt at tage fat om generelle problemstillinger, forbundet med ressourcekortlægning og logistik med henblik på genanvendelse og har intet ønske om hverken at fremme eller spænde ben for specifikke producenter i branchen.

Undersøgelsen er udført på initiativ fra KAB i et tæt samarbejde mellem projektledelsen af helhedsplanen i Taastrupgaard, totalrådgiverteamet fra Wissenberg A/S og underrådgiver Tegnestuen Vandkunsten A/S. Indeværende rapport er en del af en samlet leverance, der også indebærer et idékatalog med en samlet mængdeoptegnelse over de betonelementty-

per, der nedtages under renoveringen, samt idéer til adskillige flere måder at genanvende beton i Taastrupgaard, end hvad der beskrives i denne rapport. Desuden vedlægges et notat, som beskriver de totaløkonomiske overvejelser, der er forbundet med genanvendelsen.

2.1 Den funktionelle enhed

For at kunne sammenligne to forskellige produkter er det nødvendigt at definere den ydelse, produkterne skal levere. Sammenligningsgrundlaget defineres ud fra en funktionel enhed, der beskriver produktets funktion, både kvantitativt og kvalitativt i en skalérbar størrelse.

Den funktionelle enhed vil variere, alt efter hvilken form for genanvendelse, der er tale om. Der er derfor behov for at specificere, hvilke betonelementer, der genanvendes, og hvordan de genanvendes. Af tabel 1 fremgår det, hvilke betonelementer, der i indeværende undersøgelse antages at skulle genanvendes, og hvordan de antages genanvendt. Der henvises til idékataloget for en mere illustrativ beskrivelse af genanvendelsen.

Tabel 1: Oparbejdnings- og genanvendelsesmetoder for udvalgte elementtyper.

Elementtype	Oparbejdningsmetode	Genanvendelse
Altanværn	A) Overfladeslibning	Udendørs bænk
Altandæk	B) Skæring	Terrænelement
Etagedæk	C) Knusning	Gabionvæg eller Vejfyld

Af tabel 2 fremgår, for hver genanvendelsesform, den funktionelle enhed, samt hvilket produkt der antages at levere samme ydelse og dermed indgår i sammenligningen.

Tabel 2: Den funktionelle enhed for relevante betonelementers genanvendelse samt referenceproduktet, hvis produktsystem der sammenlignes med.

Genanvendelsesform	Funktionel enhed	Sammenlignes med
Udendørs bænk	<i>Bænk med 4 m² siddeplads i udendørs terræn med styrke nok til 6 personers last og med en levetid på 50 år og den rette modstandsdygtighed over for det danske klima.</i>	Nyt betonelement
Terrænelement	<i>Terrænelement på 4,7 m² i udendørs terræn med styrke nok til last fra let trafik (gang, cykler, scooter mv.) og med en levetid på 50 år og den rette modstandsdygtighed over for det danske klima.</i>	Nyt betonelement
Gabionvæg	<i>1 m³ element, der kan bruges som væg eller trappetrin i udendørs terræn med styrke nok til personlast og med en levetid på 50 år og den rette modstandsdygtighed over for det danske klima.</i>	Nyt betonelement
Vejfyld	<i>1 m³ underlag til vejbelægning for vej, beregnet til let trafik (gang, cykler, scooter mv.) og med en levetid på 50 år og den rette modstandsdygtighed over for det danske klima.</i>	Vejopfyld med grus

2.2 Produktsystemer

I det følgende gennemgås materiale-flow for opfyldelse af ovennævnte ydelser samt systemgrænser for de indgående materials produktsystemer.

2.2.1 Materiale-flow

I tabel 1 angives de flow af materialer, der er nødvendige for at opfylde den funktionelle enhed (reference flow) samt mængden af materialer tilgængelige fra prøveblokken. Desuden angives, hvor meget transport, der inkluderes i de pågældende produktsystemer. Det antages, at både tykkelsen og massefylden (~2.250 kg/m³) af de betonelementer, der erstattes af altanværn og -dæk, har samme egenskaber som de elementer, de erstatter. Der tages dog højde for betonens miljøklasse. Det antages tillige, at der kræves henholdsvis 1.000 kg knust beton og 1.600 kg grus pr. m³, og at stålnettet, der omslutter gabionvæggen, har en vægt på 20 kg pr. m².

Tabel 3: Materiale-flow, samlede mængder for prøveblokken samt indlejret transport for det samlede produktsystem.

	Reference-flow	Prøveblok mængde	Indlejret transport
Udendørs bænk			
Altanværn	900 kg (2 stk.)	24.000 kg	0 km
Betonelement	900 kg	24.000 kg	30 km
Terrænelement			
Altandæk	1.700 kg (1 stk.)	48.000 kg	0 km
Betonelement	1.700 kg	48.000 kg	30 km
Gabionvæg			
Etagedæk	1.000 kg	116.000 kg	0 km
Stålnet	120 kg	15.660 kg	100 km
Betonelement	2.000 kg	232.000 kg	30 km
Vejfyld			
Etagedæk	1.000 kg	116.000 kg	40 km
Grus	1.600 kg	185.600 kg	150 km

Hvad angår den samlede bebyggelse i Taastrupgaard, er det ikke realistisk at genanvende den fulde mængde af beton til ovennævnte formål. Af tabel 4 fremgår et estimat af, hvor mange af hver af de tre betonelementtyper, der kan forventes at blive genanvendt. Det skønnes, at der samlet set kan genanvendes omtrent 9.500 ton betonaffald ud af de tre elementtyper, der her er i fokus, hvoraf mere end 7.000 ton genanvendes som vejfyld.

Tabel 4: Samlede betonmængder for de tre relevante elementtyper samt mængder, der vurderes at være realistisk at kunne genanvende.

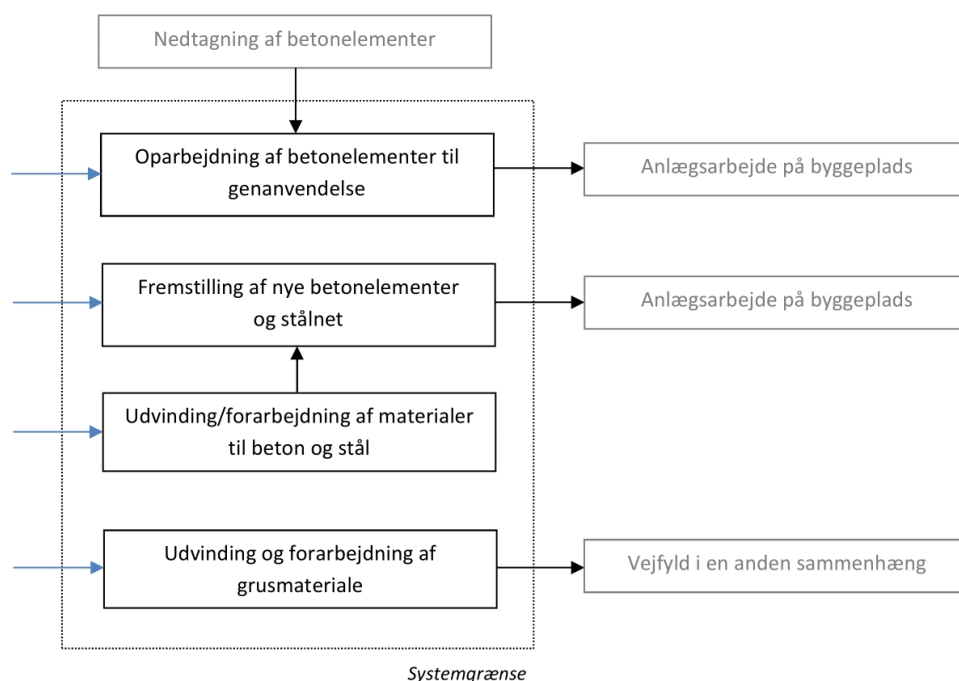
Elementtype	Samlet mængde	Realistisk genanvendelse	Andel
Udendørs bænk	870 ton	870 ton	1/1
Terrænelement	1.740 ton	870 ton	1/2
Gabionvæg	7.430 ton	370 ton	1/20
Vejfyld	7.430 ton	7.430 ton	1/1
Samlet	10.040 ton	9.543 ton	2/5

2.2.2 Systemgrænser

En stor del af den oparbejdningsproces, der vil foregå forud for genanvendelse, vil foregå, uanset om elementerne genanvendes eller ej. Dette gælder selvsagt nedtagning af elementerne samt både slibning af altanværn og knusning af etagedæk. Slibning af altanværn er en nødvendig foranstaltning, da overfladerne indeholder tungmetaller og derfor kræver miljøsanering inden bortskaffelse. Etagedækkene er meget porøse og bliver nødvendigvis knust efter nedtagning. Det betyder, at oparbejdningen af både altanværn og etagedæk til genanvendelse betragtes som gratis processer uden miljømæssige meromkostninger. Såfremt etagedæk oparbejdes til vejfyld i anden sammenhæng, antages det dog, at elementerne køres væk fra byggepladsen for at blive knust, hvorfor transporten her medregnes.

Ved bortskaffelse af altandæk fjernes den inderste kant langs fugen, som er inficeret med PCB. Dette vil man typisk gøre ved at banke kanten af med en opbrydningshammer. Ved genanvendelse er det til gengæld nødvendigt at skære kanten af, så betonelementet dermed fremstår intakt. Denne proces er mere energikrævende.

På figur 1 ses systemgrænsen for det samlede produktsystem, der i nærværende undersøgelse vurderes. Her fremgår det, at kun selve oparbejdningsfasen (og produktionsfasen for referenceprodukterne) er relevante for den ønskede sammenligning, der hverken betragter nedtagning af elementer eller det efterfølgende anlægsarbejde på byggepladsen.



Figur 1: Produktsystem med angivelse af systemgrænse. Sorte pile angiver materiale-flow og transport, og blå pile angiver energi-input.

2.3 Karakterisering

De følgende beregninger omfatter udelukkende miljøpåvirkninger, der bidrager til global opvarmning. Det betyder, at der for enhver proces kun betragtes emissioner til luft i form af drivhusgasser, såsom kuldioxid, metan, flourgasser etc.

Eftersom drivhusgasser påvirker den globale opvarmning forskelligt, vil det være nødvendigt at omregne mængden af de i produktsystemerne relevante drivhusgasser, så disse kan udtrykkes i den samme enhed. En sådan proces betegnes karakterisering.

I indeværende LCA karakteriseres drivhusgasserne i forhold til kuldioxid, hvorfor enheden "kg CO₂-ækvivalenter" benyttes i den videre beregning. I tabel 3 angives de mest kendte drivhusgassers bidrag til global opvarmning i forhold til bidraget fra kuldioxid (*Global Warming Potential*).

Tabel 5: Drivhusgassers relative bidrag til global opvarmning i forhold til kuldioxid.¹

Drivhusgas	Kemisk formel	GWP
Kuldioxid	CO ₂	1
Metan	CH ₄	21
Lattergas	N ₂ O	310
HFC-23	CHF ₃	11.700
Perflourmetan	CF ₄	6.500
Svovlhexaflourid	SF ₆	23.900

2.4 Datakrav

De processer, der udgør det samlede produktsystem, er i udregningen af de samlede emissioner af drivhusgasser repræsenteret af datasæt. Det er målet, at disse datasæt så vidt muligt repræsenterer den faktiske data fra processerne, som de foregår i praksis.

For efterhånden mange processer er den type data registreret og anført i en miljødeklaration (EPD) for den pågældende proces. Direkte data er dog ikke altid tilgængelig, og for langt de fleste produkter findes der ingen EPD. Her vil der i givet fald benyttes generisk data fra den tyske database Ökobau, der i de fleste tilfælde beskriver en gennemsnitlig proces i Tyskland. Der kan derfor være betydelige forskelle mellem den proces, der foregår i praksis, og den proces, hvis data benyttes i beregningen.

I tilfældet med vejgrus anvendes data fra en rapport, udgivet af Region Hovedstaden i 2012, hvor miljøbelastningen fra udvinding af grus er angivet pr. ton. Denne proces forventes at repræsentere den ønskede proces ret nøjagtigt, omend pågældende data er knap 10 år gammel og kan have ændret sig siden.

¹ Reference: "Drivhusgasser" – Danmarks Miljøundersøgelser – Aarhus Universitet – 2009.

For komparative livscyklusvurderinger foreskriver de internationale standarder (ISO 14040 og 14044), at der benyttes marginale processer for energiproduktion, når to produktsystemer sammenlignes. Dette er hverken muligt med data fra EPD'er eller fra Ökobau, og det har ikke vist sig muligt at indhente oplysninger om nogen processer, der ikke beskriver en gennemsnitlig proces. Der afviges derfor fra internationale standarder på dette punkt.

I kvalitetssikringen af den anvendte data benyttes en metode, hvor kvaliteten af data er vurderet på en skala fra 1-5. Her svarer 1 til den bedst tænkelige repræsentation. Udvalgte kriterierne er: Om produktet svarer til det samme produkt, om den bagvedliggende energiproduktion svarer til den, der gør sig gældende for det faktiske produkt, og om de anvendte data er tidssvarende. Data skal som minimum have karakteren 3 for at kunne indgå i undersøgelsen. I tabel 4 angives kvaliteten af den data, der benyttes i de følgende beregninger.

Tabel 6: Dataoptegnelse med angivelse af datakvalitet.

Produkt/proces	Dokumentation	År	Kvalitet
Nyt betonelement	EPD – Fabrikbetonforeningen C35/45 (gns. produktion)	2020	1
Stålnet	Ökobau – <i>Reinforcement steel wire</i>	2018	2
Vejfyld med grus	Rapport – Region hovedstaden	2012	3
Transport	Ökobau – <i>Truck</i>	2018	2
El-produktion	Energistyrelsen – CO ₂ -emission, faktisk	2019	1

3. Kortlægning

Produktsystemernes miljødata er kortlagt og fremgår af tabel 7. For oparbejdning af altandæk antages et energiforbrug pr. altandæk på 11 kWh for skæring og 2 kWh for bankning. Altså vil der energimæssigt være en meromkostning på 9 kWh pr. altandæk.

Tabel 7: Kortlægning af data.

Produkt/proces	Enhed	Fremstilling	Transport
Altandæk	kg	7,07E-4	0
Etagedæk (vejfyld)	kg	0	3,59E-3
Nyt betonelement	kg	1,79E-1	2,69E-3
Stålnet	kg	6,83E-1	8,97E-3
Vejfyld med grus	kg	4,38E-3	1,35E-2

4. Vurdering af miljøpåvirkninger

På baggrund af de kortlagte miljødata for det samlede produktsystem er udledninger af drivhusgasser udregnet. I det følgende gennemgås resultaterne.

4.1 Specifik besparelse

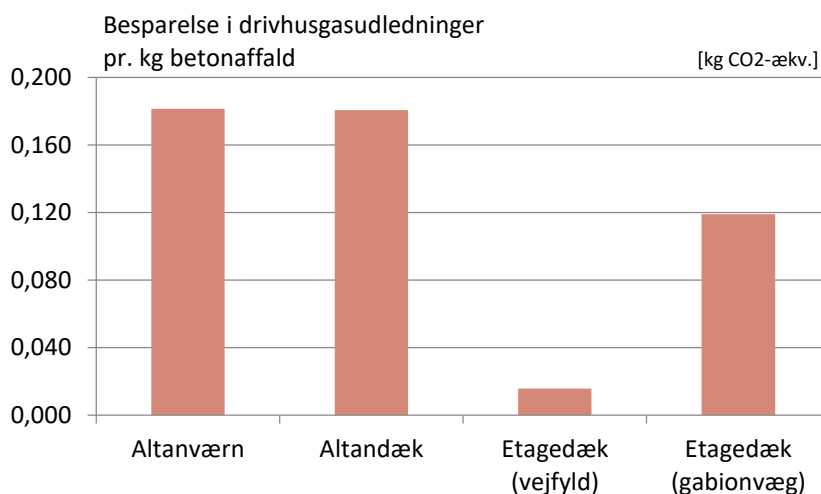
Den specifikke besparelse i drivhusgasudledninger er beregnet pr. kg betonaffald for de omtalte betonelementtyper. Af tabel 8 fremgår det, at der for genanvendelse af altanværn og -dæk kan opnås en besparelse på 181 gram CO₂-ækvivalenter pr. kg betonelement, såfremt alternativet er at erstatte elementet med ny beton. For etagedækket er besparelsen 16 gram CO₂-ækvivalenter, såfremt betonelementet oparbejdes til vejfyld, og 119 gram CO₂-ækvivalenter, hvis det oparbejdes til gabionvæg.

Tabel 8: Besparelse i drivhusgasudledninger pr. kg betonaffald for relevante betonelementtyper.

Elementtype	Forarbejdningskategori [ABC]	Besparelsespotentiale [gr CO ₂ -ækv./kg]
Altanværn	A	181
Altandæk	B	181
Etagedæk (vejfyld)	C	16
Etagedæk (gabionvæg)	C	119

På figur 2 er de specifikke besparelsespotentialer angivet i et søjlediagram, der tydeligt viser, at den største besparelse pr. betonaffald opnås for altanværn og -dæk. De to former for genanvendelse performer stort set ens, hvilket indikerer, at energiforbruget, der går til skæring af altandæk, har forsvindende lille betydning for den samlede regnskab.

For gabionvæggen er besparelsen mindre, fordi der indgår stål i den samlede proces. For oparbejdning til vejfyld er besparelsen minimal i sammenligningen.



Figur 2: Søjlediagram, der viser besparelser i drivhusgasudledninger pr. kg betonaffald for relevante betonelementtyper.

4.2 Besparelse for prøveblokken

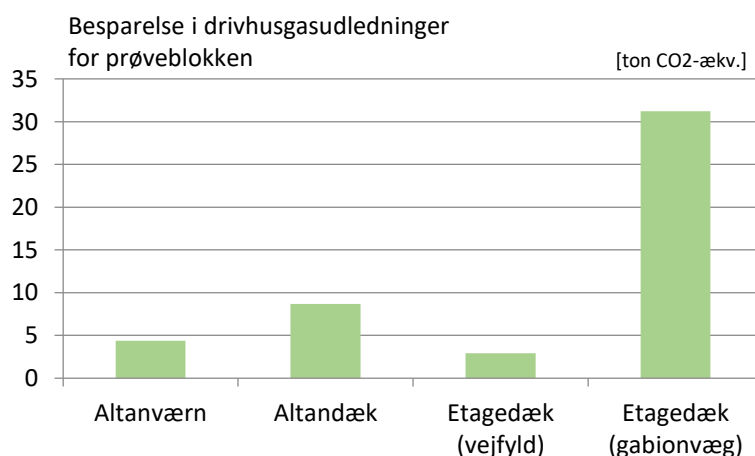
De samlede besparelspotentialer er beregnet for de omtalte betonelementtyper på baggrund af mængdeoptegnelsen for prøveblokken. Af tabel 9 fremgår det, at der for genanvendelse af altanværn og -dæk kan opnås en besparelse på henholdsvis 4,4 og 8,7 ton CO₂-ækvivalenter, såfremt alternativet er at erstatte elementet med ny beton. For etagedækket er besparelsen 2,9 ton CO₂-ækvivalenter, såfremt betonelementet oparbejdes til vejfyld, og 31,2 ton CO₂-ækvivalenter, hvis det oparbejdes til gabionvæg.

Tabel 9: Besparelse i drivhusgasudledninger for relevante betonelementtyper i prøveblokken.

Elementtype	Besparelsespotentialer [ton CO ₂ -ækv.]
Altanværn	4,4
Altandæk	8,7
Etagedæk (vejfyld)	2,9
Etagedæk (gabionvæg)	31,2
Samlet	44,3

På figur 3 er de samlede besparelspotentialer for prøveblokken angivet i et søjlediagram. Sammenligningen viser tydeligt, at den største besparelse opnås for gabionvæggen, da mængden af etagedæk er betragteligt større end mængden af altaner.

For oparbejdning til vejfyld er besparelsen minimal i sammenligningen, fordi den specifikke besparelse er så lav, som den er. Der er for prøveblokken ikke lige så markant forskel på oparbejdning af altanværn og -dæk og oparbejdning til vejfyld.



Figur 3: Søjlediagram, der viser besparelser i drivhusgasudledninger for prøveblokken.

4.3 Samlet besparelse for KAB Taastrupgaard

De samlede besparelspotentialer er beregnet for de omtalte betonelementtyper på baggrund af mængdeoptegnelsen for det samlede Taastrupgaard, medregnet de mængder, der realistisk set er mulige at genanvende.

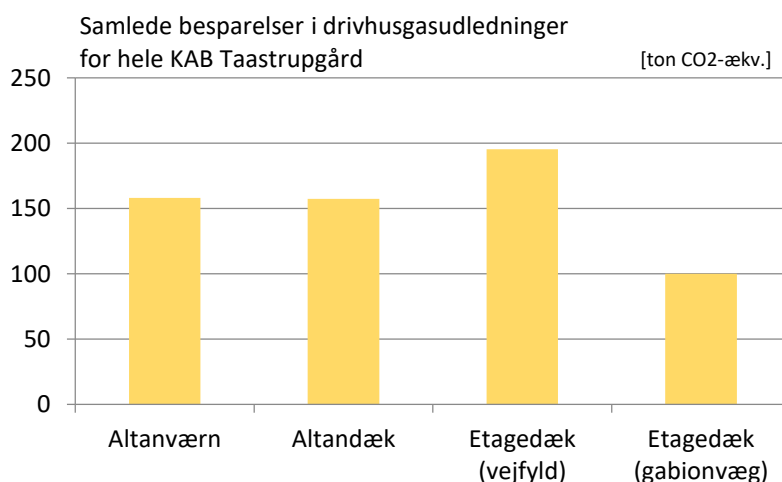
Af tabel 10 fremgår det, at der for genanvendelse af altanværn og -dæk kan opnås en besparelse på omtrent 158 ton CO₂-ækvivalenter, såfremt alternativet er at erstatte elementet med ny beton. For etagedækket er besparelsen 195 ton CO₂-ækvivalenter, såfremt betonelementet oparbejdes til vejfyld, og 100 ton CO₂-ækvivalenter, hvis det oparbejdes til gabionvæg. Der er regnet med, at etagedækket først oparbejdes i den mængde, der kan bidrage til gabionvæg, og at den resterende del oparbejdes til vejfyld. Det fører til en samlet besparelse på 600 ton CO₂-ækvivalenter for genanvendelse af de tre elementtyper.

Tabel 10: Besparelse i drivhusgasudledninger for relevante betonelementtyper for Taastrupgaard, samlet set.

Elementtype	Besparelsespotentiale [ton CO ₂ -ækv.]
Altanværn	158,0
Altandæk	157,4
Etagedæk (vejfyld)	195,4
Etagedæk (gabionvæg)	100,1
Samlet	601,1

På figur 4 er de samlede besparelsespotentialer for prøveblokken angivet i et søjlediagram, der viser, at den største besparelse opnås for oparbejdning af etagedæk til vejfyld. Det skyldes igen, at mængden af etagedæk er betragtelig, men at det ikke vurderes relevant at oparbejde særlig meget beton til gabionvæg.

Også derfor er besparelsen ved oparbejdning til gabionvæg mindst i sammenligningen, selv om den specifikke besparelse er relativt høj. For altanværn og -dæk vurderes besparelsespotentialet at være ens, og da både den specifikke besparelse og den samlede mængde er høj, er det samlede besparelsespotentiale stort.



Figur 4: Søjlediagram, der viser besparelser i drivhusgasudledninger for hele KAB Taastrupgaard.

5. Fortolkning

5.1 Generelle betragtninger

Gennemgående for analysen angiver resultaterne, at jo mindre, betonelementet skal bearbejdes, desto større er det specifikke genanvendelsespotentiale. En metode, hvormed genanvendelsen skal prioriteres i fremtiden, bør derfor som udgangspunkt tage højde for, hvor omfattende forarbejdning elementet kræver. Her drejer det sig om først at genanvende så meget som muligt direkte, hernæst søge at oparbejde så meget som muligt, inden man slutteligt fører den resterende del til nedknusning. For sidstnævnte er den største besparelse forbundet med genanvendelse på samme byggeplads, såfremt det er muligt at opføre lokalt knuseanlæg.

De udregnede besparelspotentialer baseres på en række antagelser. Vigtigst for det endelige resultat er antagelsen om, at de genanvendte betonelementer erstatter andre processer, der, såfremt betonelementerne ikke genanvendes, ellers vil ske og dermed føre til drivhusgasudledning. Denne antagelse er ikke nødvendigvis retvisende, særligt hvad angår gabionvæggen, der kan betragtes som et *nice to have* og ikke et *need to have*. Til dels vil også bænke, udført med altanværn, høre til denne kategori.

Pågældende genanvendelse fører imidlertid en masse gode ting med sig. Gabionvægge bidrager til større insektartsrigdom og fremmer dermed biodiversiteten i området. Bænke af altanværn giver beboere mulighed for ophold og samvær samtidig med, at historien om fortidens Taastrupgaard fortælles ved tilstedeværelsen af materialet. Disse faktorer har ikke noget med global opvarmning at gøre og er vanskelige at værdisætte for området.

Der er andre antagelser, som også har betydning for resultatet. Dette gælder især antagelsen om, at de eksisterende betonelementer opfylder den samme funktion og har de samme egenskaber som nye betonelementer. Der er derudover ikke antaget nogen spildprocent under oparbejdning af betonelementer, ligesom det er antaget, at der kan opføres et lokalt knuseværk på byggepladsen, hvor etagedæk kan blive knust. Betydningen af disse antagelser for det samlede resultat er ikke undersøgt for nuværende.

Det bør understreges, at undersøgelsen baseres på data, der i vid udstrækning ikke fuldstændig afspejler de bagvedliggende processer, som de vil foregå i Taastrupgaard, såfremt den nedtagne beton genanvendes. Det vurderes dog, at de benyttede data afspejler situationen relativt godt og er rimelige bud på gennemsnitlige scenarier, såfremt ovenstående måder at genanvende på søges udført i danske, almene boligorganisationer.

5.2 Fra miljøkortlægning til ressourcekortlægning

I vedlagte idékatalog transformeres den klassiske miljøkortlægning, der i dag er almen praksis, til en ressourcekortlægning, der ikke blot tager højde for miljøfarlige stoffer, men som vurderer materialets kvalitet, potentiale for genanvendelse samt den klimamæssige besparelse, materialet rummer. Det er forhåbningen med denne metode at inspirere til udviklin-

gen af værktøjer, der kan bruges bredt i fremtidens cirkulære byggeri i den almene boligsektor.

Af tabel 11 fremgår det, hvor stor en besparelse i drivhusgasudledning, genanvendelse af de enkelte elementer vil kunne føre til for den samlede bebyggelse. Dette er gjort ved først at vurdere, hvilken forarbejdningsform, elementet behøver (slibning, skæring eller knusning). Dernæst er den samlede mængde af beton, der er opgjort for hver elementtype, ganget med den specifikke besparelse i drivhusgasudledninger for den pågældende type af forarbejdning. For knusning antages oparbejdning til vejfyld.

Tabel 11: Betonelementoptegnelse med forarbejdningsmetode og potentiale for besparelse i drivhusgasudledning for den samlede mængde af beton i KAB Taastrupgaard.

Elementtype	Forarbejdningskategori [ABC]	Besparelsespotentiale [ton CO ₂ -ækv.]
Sandwichelement facade	B	38,5
Sandwichelement facade stor	B	205,4
Murkrone	B	147,0
Sandwichelement gavl	B	6,4
Kælderydervæg	A	9,1
Altanværn	A	158,0
Altandæk	B	157,4
Søjle indenfor	A	15,5
Søjle i ydervæg	B	17,3
Etagedæk	C	285,7
Bjælke	A	0,5
Trappevæg	A	11,1
Trappeelement	A	97,5
Punktfundament	C	100,8
Trappefundament	C	63,8
Samlet		1.314,0