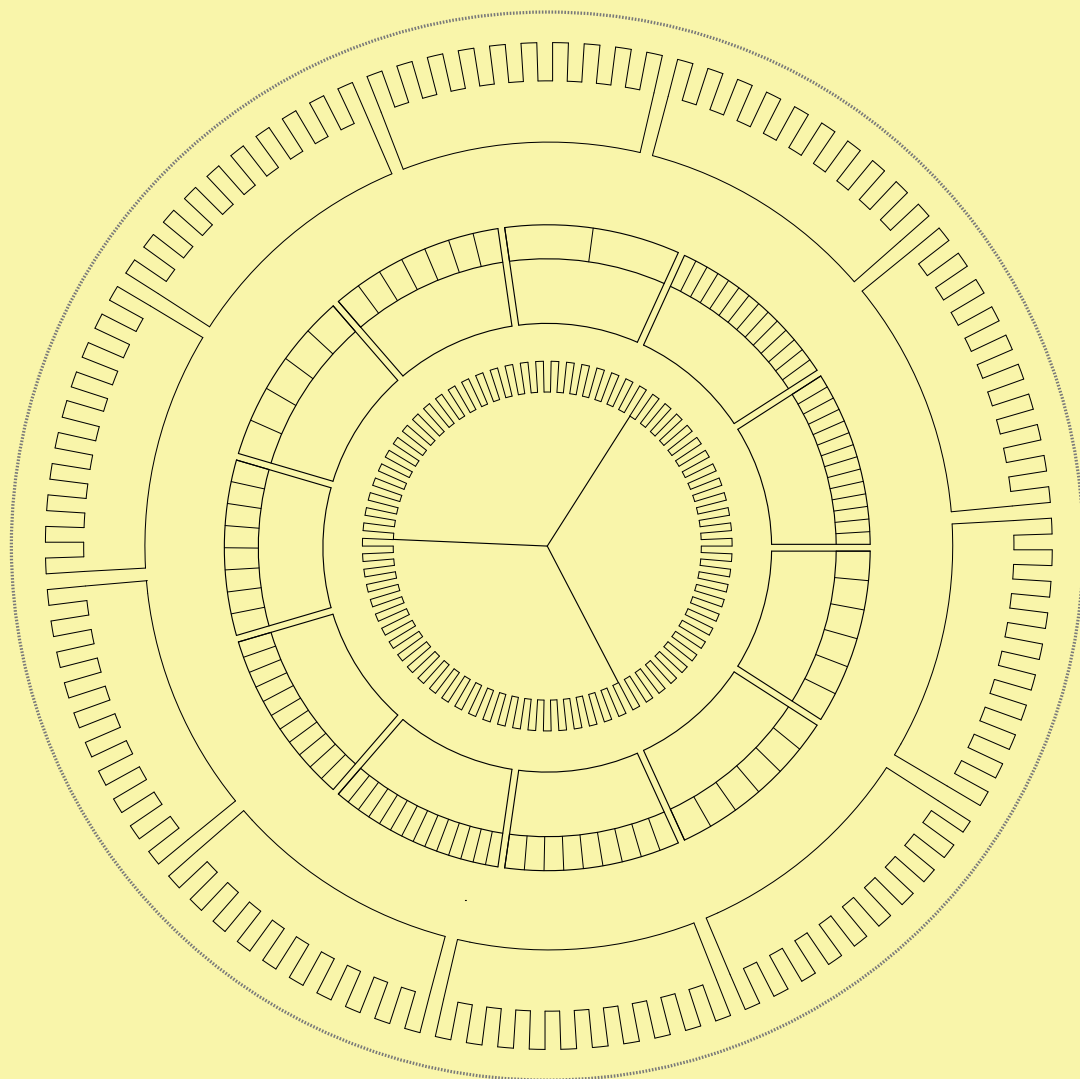


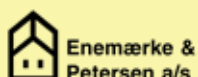
Ressourcerne mellem husene

Kortlægning af cirkulære potentialer på matriklen



Udarbejdet af:

TREDJE NATUR



**Enemærke &
Petersen a/s**

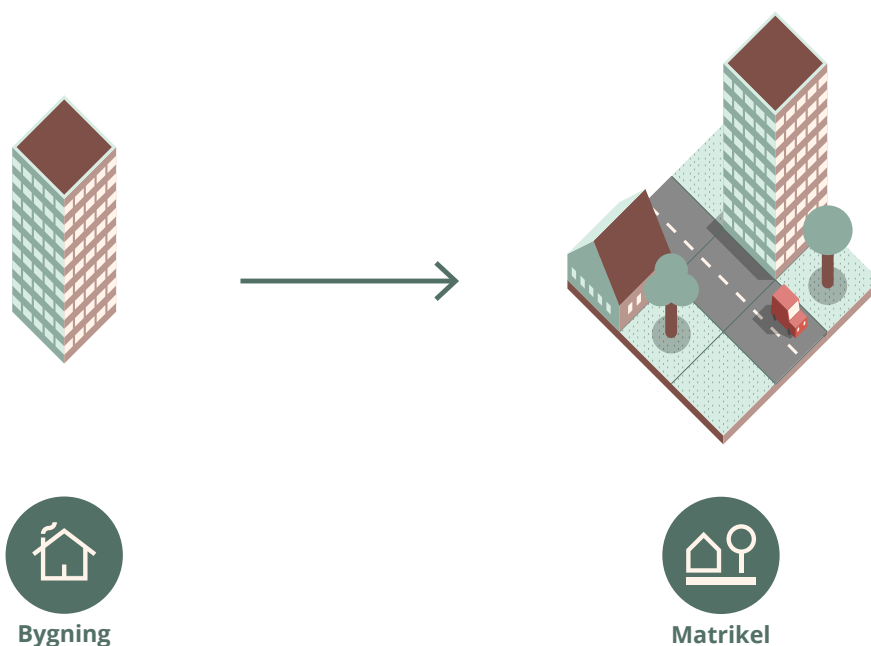
Støttet af:

Realdania



**Paramount opholdstrappe.
Landskabsprojekt med krav om
cirkularitet i udbud.
Bygherre Roskilde kommune,
Entreprenør Malmos a/s,
Arkitekt Tredje Natur Aps,
Udbud og udførelse: 2023/24**

Forord



Denne publikation er et resultat af samarbejdet i netværket Circular Built Environment Network, som er iværksat af Realdania og Innovationsfonden. Alle projekterne i netværket deler en vision om at bidrage til et skift fra den konventionelle byggebranche til en cirkulær ressourceøkonomi.

Det er strategisk nødvendigt at værdisætte den fulde matrikel og ikke blot den enkelte bygning.

Dette projekt fokuserer på cirkularitet af ressourcerne mellem husene. Det er et nyt spor, der udspringer fra aspekter af netværkets tidligere projekter. Dels fra projektet Circue, som Tredje Natur er partner i og fra projektet "Cirkulære tilbudsstrategier for udførende virksomheder", som er forankret hos Enemærke & Petersen. Følgende aspekter er projektets udgangspunkt:

- Der mangler viden om cirkularitet på matriklens arealer.
- Bygherre mangler viden om cirkularitet i udbud - særligt omkring genanvendelse af materialer.

Dette samarbejde mellem arkitekter, landskabsarkitekter og entreprenører med fokus på genanvendelse bidrager til en sammenhæng mellem arealer udenfor bygningen og byggeprocessen. Begge dele efterspørges i den frivillige bæredygtighedsklasse.



Indhold

Introduktion

Problemstilling	7
Formål	9
Perspektiv	11

Research

Baggrund	15
Analyse	19
Matriklens lag	21

Status og potentialer

Materialebeskrivelser	25
-----------------------	----

Test

Cases	47
Resultat	53
Skabelon	55
Referencer	57



By & Havns materialelager med materialer fra Københavns arealer.

Problem -stilling

I dag er det en udfordring for byggeriet at inkorporere cirkularitet i bygge- og anlægsprojekter. Der bliver generelt ikke stillet væsentlige krav om cirkularitet i de enkelte udbud, da cirkularitet er forbundet med ukendt økonomi, ukendte vilkår, risiko og generelt ubelyste potentialer. For at løse dette er det nødvendigt for bygherre at have viden om, hvor der er potentialer og hvilke krav der kan indføres.

"Der er alt for lidt fokus på alt det mellem husene, og der er faktisk ikke et fælles sprog for det i anlægsprojekter"
Anne Skovbro, By & Havn.¹

Siden bygningens klimapåvirkning er blevet omfattet af lovgivningen, er der skabt et incitament for cirkularitet med fokus på selve bygningen, men der er ikke det samme fokus på alt det udenfor bygningen, som også er en del af bygherrens matrikel. Bygherrer fokuserer sjældent på matriklens cirkulære potentialer som kan gavne både klima, råstoffer, biodiversitet og økonomi.

Cirkularitet på matriklen ser vi som et uudnyttet potentiale – "en lavt-hængende frugt", som har mulighed for at blive inkorporeret i større grad i udbudsmateriale – som bygherrer derfor har brug for hjælp til at udpege.

Projektet har som udgangspunkt stillet følgende spørgsmål fra bygherre:

- Hvor meget CO₂ spares ved at bevare det eksisterende befæstede areal på min matrikel?
- Hvilken belægning kan med fordel genanvendes på mine egne og andres matrikel (salg)?
- Hvilken strategi skal vælges ift. cirkularitet, biodiversitet og ressourceforbrug.

*Materialer og ressourcer
på matriklen*



Pre-screening af matriklen



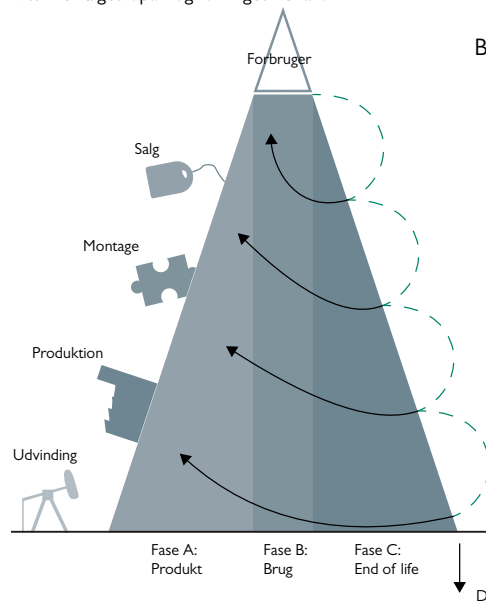
Potentiale vurdering til strategi for:

- *Udbud*
- *Udviklingsplan*
- *Helhedsplan*
- *Lokalplan*
- *Portefølje*

Formål

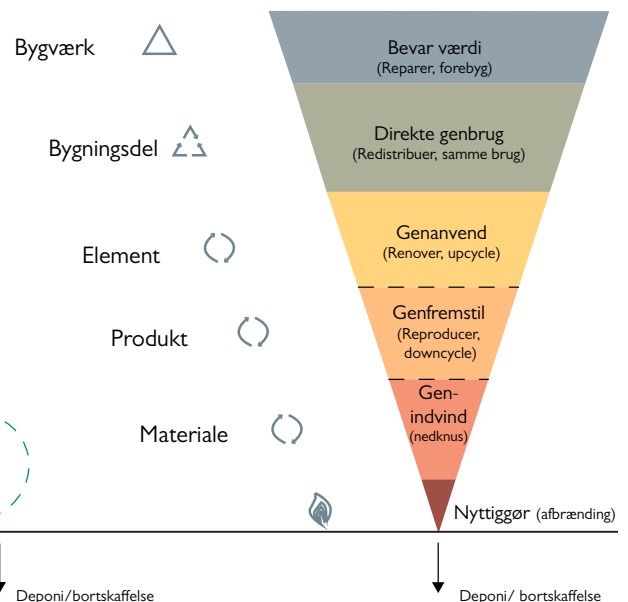
"Værdibakken"²

Forretningsmodel for cirkulær økonomi. Værdien øges opad og forringes nedad.



Cirkulære ressourcer

Affaldshierarkiet beskriver prioritering i affaldspolitikken.



I det cirkulære byggeri er det overordnede formål at fokusere øverst på "Værdibakken" og i affaldshierarkiet, hvor den største værdi bevares. Det gælder på tværs af branchen, men principperne skal tydeliggøres og være operationelle i det daglige byggeris processer.

Formålet med denne indledende research-projekt er at udvikle en metode til at vurdere genbrugs- og genanvendelsespotentialer for materialer på matriklen.

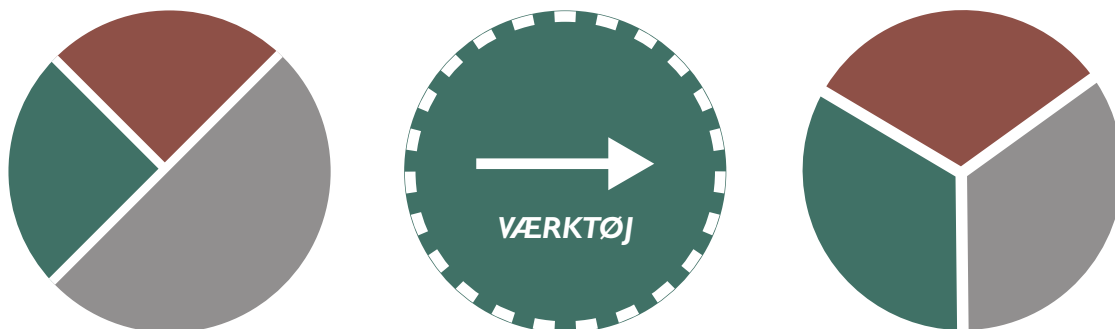
Projektet beskriver de største fraktioner og potentialer for genanvendelse fra konkrete casestudier.

Tydelige potentialer er vejen frem for cirkulære ambitioner.

Projektet giver desuden bud en kortlægning af materialer på matriklen. Via et ressourceoverblik er det projektets mål at gøre kommuner og større bygherrer i stand til at træffe de mest miljømæssigt værdifulde beslutninger om udviklingen af deres ejendoms- og arealportefølje.

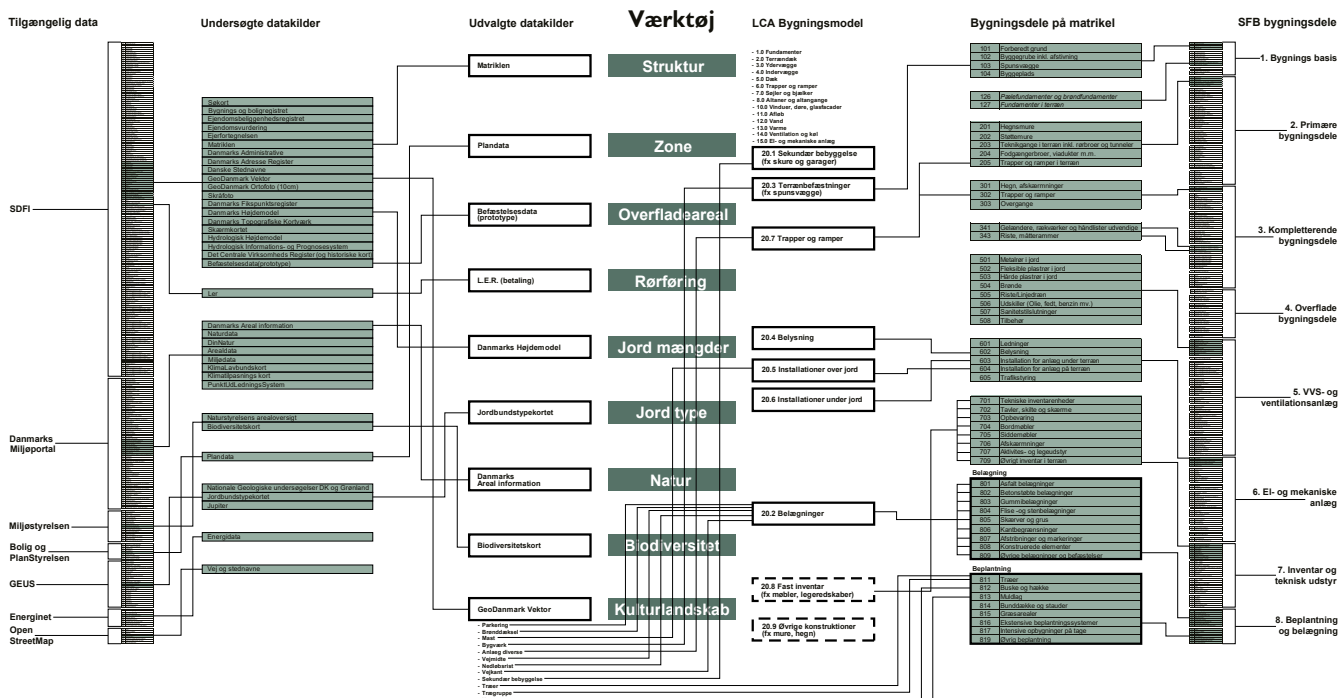
Intentionen med at inddrage entreprenører og anlægsgartnere har været et ønske om at tydeliggøre potentialer, som vil have betydning for udførelsen af det enkelte byggeri. I en større skala og på den lange bane er formålet at kunne indgå i diskussionen omkring det danske forbrug af råstoffer på bekostning af både biodiversitet og klimaomkostninger.

Potentiale ▼
 Diagrammet viser fordeling af matriklens areal i bebygget, belagt og beplantet. © Tredje Natur



Dataflow ▼

Diagrammatisk opstilling af åben tilgængeligt data, som danner grundlag for selektering af data til det digitale værktøj. © Tredje Natur



Perspektiv

Formålet med projektet på længere sigt er at udvikle et digitalt værktøj, der kan vurdere et større områdes cirkulære potentiale på et systemisk niveau. I den fuldt udviklede digitale version kan man forestille sig at brugeren ved hjælp af simple indtastninger på en digital platform kan modtage en vurdering af cirkulære potentialer for materialer på en eksisterende matrikel.

Arbejdes der strategisk med det cirkulære potentiale, kan det få betydning for en større biodiversitet både onsite og offsite.

Der findes i dag et stigende antal initiativer og platforme med fokus på cirkularitet og Danmark er et af de lande med stor mængde af åben tilgængelig kortdata. Der er dog ikke en digital løsning på markedet i dag, der fokuserer på at kvantificere og værdisætte materialer på matriklen.

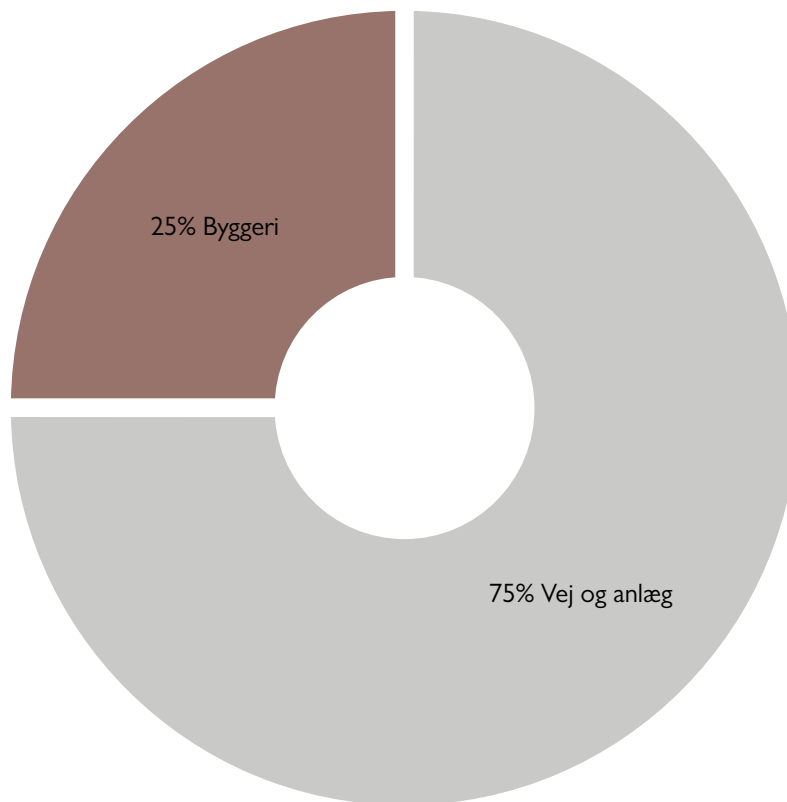
I takt med den hastigt stigende mængde af satellitfotos suppleret med udvikling indenfor machine-learning og AI vurderes det at et kvalificeret produkt vil kunne udvikles, hvilket argumenterer for denne undersøgelse af metode.

I et større perspektiv er det afgørende at Danmark finder løsninger på tværs af udfordringer om råstofmangel, klimakrise og biodiversitet. Der er derfor behov for en tværfaglig udviklingsindsats på området og udvikling af metoder og værktøjer.



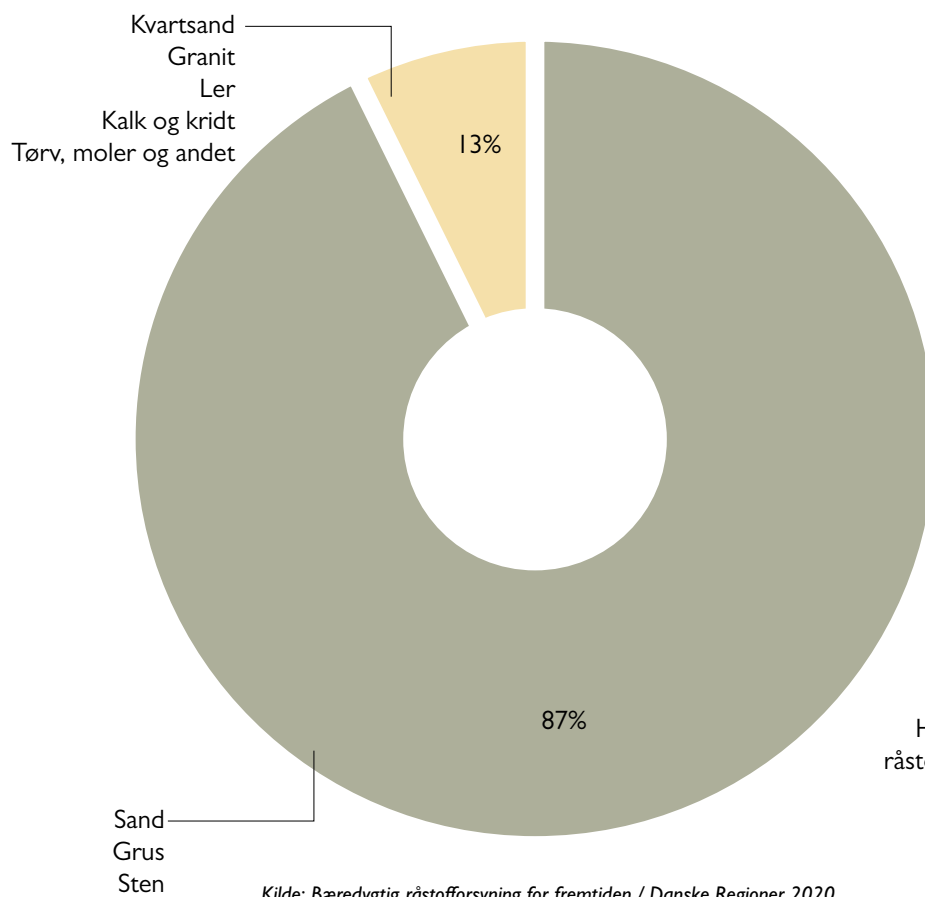
Research

Hvorfor værdisætte den fulde matrikel?



◀ Den danske råstofindvinding

Hovedparten af den danske råstofindvinding anvendes på vej/anlæg.

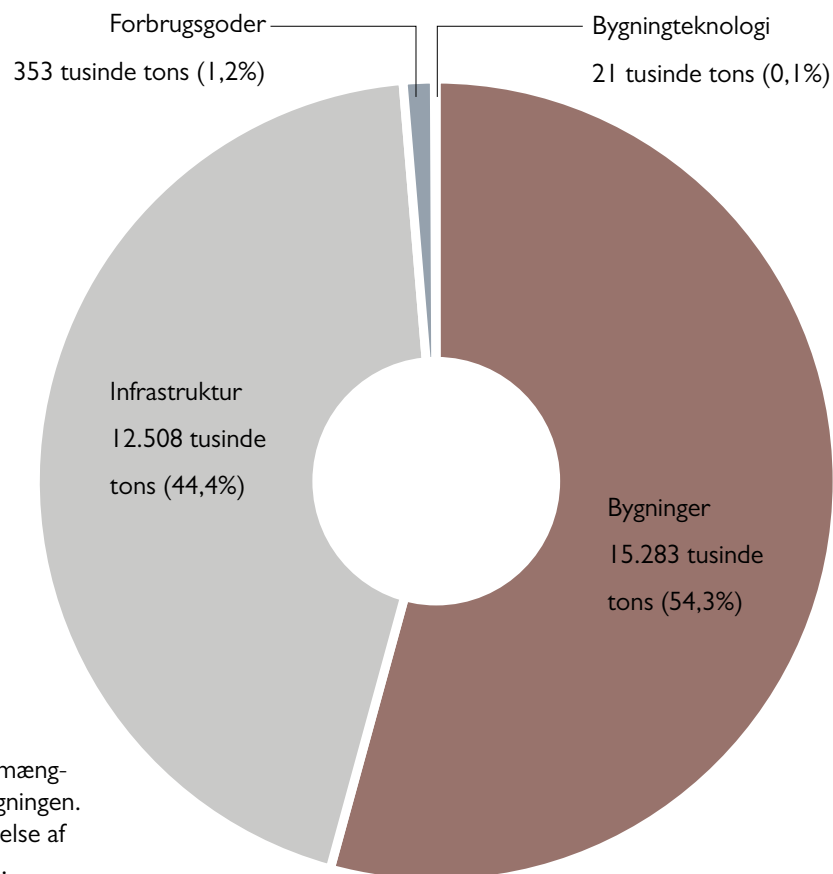


◀ Den danske råstofindvinding

Hovedparten af dansk råstofindvinding består af sand, grus og sten.

Kilde: Bæredygtig råstofforsyning for fremtiden / Danske Regioner 2020

Baggrund



Det byggede miljø ►

Cirka halvdelen af materalemængden findes udenfor selve bygningen. Diagrammet viser undersøgelse af det byggede miljø i Tyskland.

Det byggede miljø, Tyskland 2017

Kilde: Schiller, G., Ortlepp, R., Krauß, N. et al. (2015)

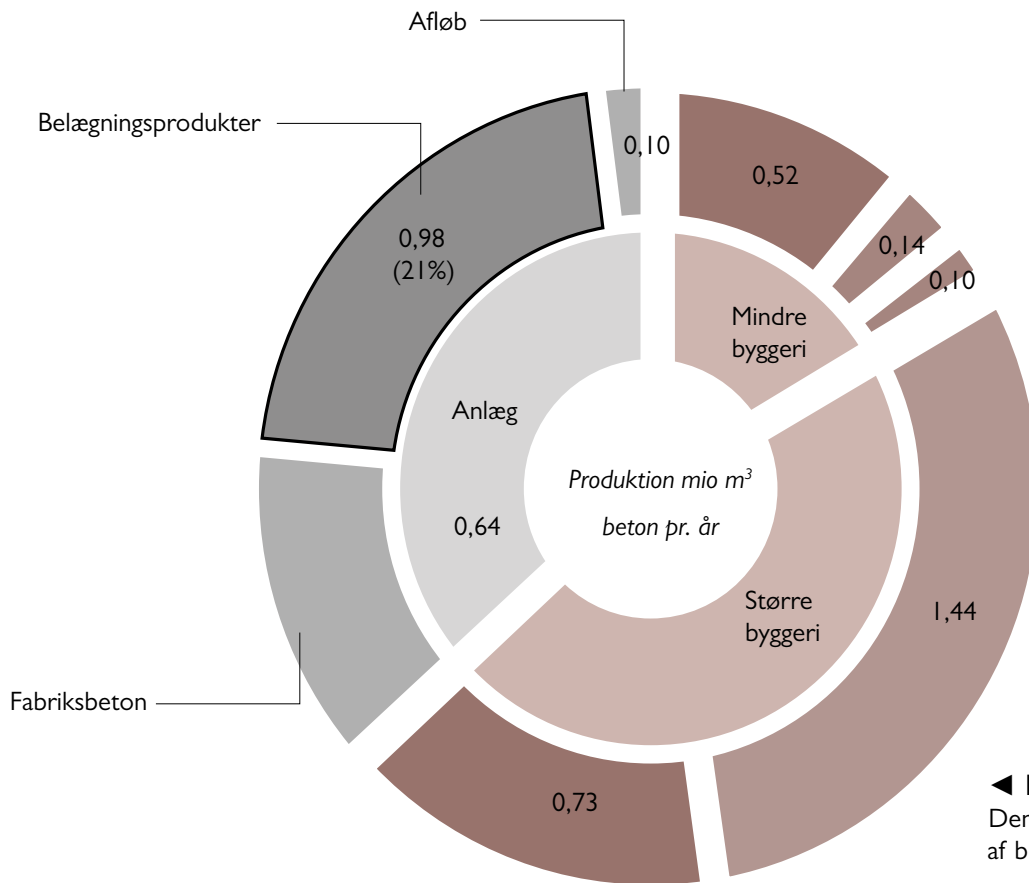
Status

Fra 2023 er der indført klimakrav i Bygningsreglementet, hvor selve bygningens klimapåvirkning skal dokumenteres med en livscyklusvurdering (LCA) og i den seneste regulering i maj 2024 skal selve byggeprocessen også medregnes fra 2025. I den frivillige bæredygtighedsklasse (FBK) skal man desuden indregne klimapåvirkninger forbundet med udearealerne.

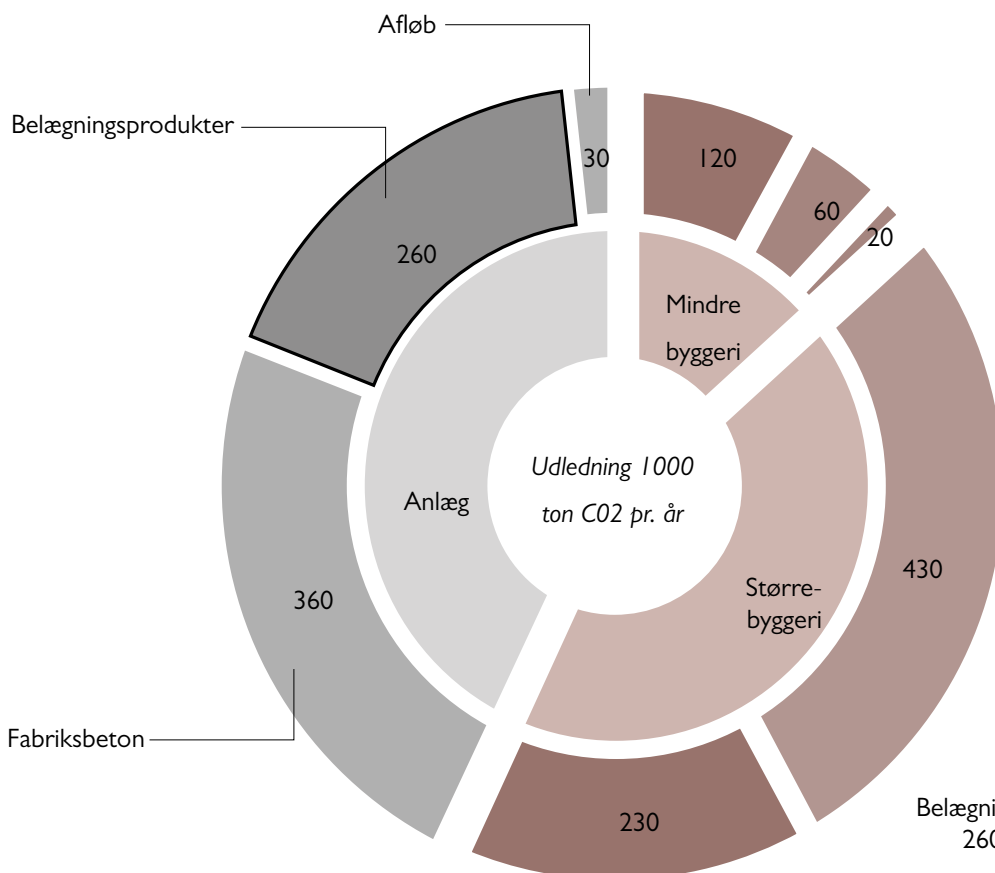
Genbrugte materialer kan beregnes i LCA-beregningen for byggeri med værdien nul, hvilket har medført et incitament og anses også for at være en konsekvens af at der ikke er tilstrækkelig data og det er komplekst at sætte et tal på med nuværende viden.

Der mangler generelt flere cases, der belyser viden om arealer udenfor bygningen for at etablere et helhedsbillede af det cirkulære byggede miljø og herunder dets påvirkning af klimaet.

Hvorfor fokusere på belægningsprodukter?



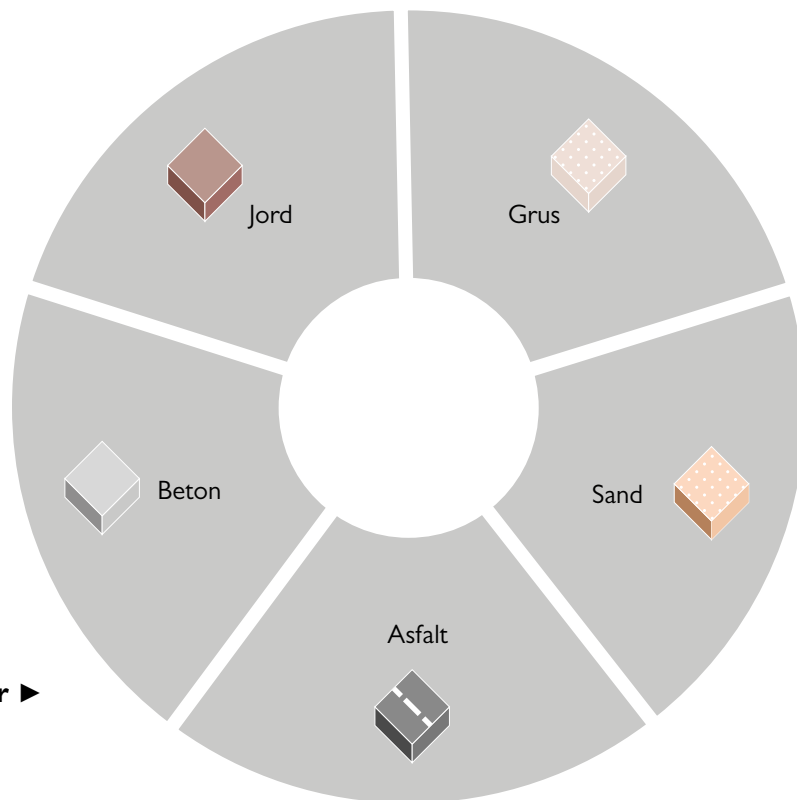
◀ **Betonproduktion**
Den næststørste mængde af betonproduktion går til belægninger.



◀ **Udledning**
Belægningsprodukter udleder 260.000 tons CO₂ pr. år.

Kilde: Bæredygtig betoninitiativ / InnoByg 2019

Baggrund



Belægningsprodukter ►

Dokumentationskrav for belægningsprodukter er simple end bygningsdele.

Kilde: Harmoniserede standarder EN1338, 1339, 1340

Baggrund for nærværende projekt

Projektet her ser på et 2030-perspektiv og ligger i tråd med adskillige andre projekter imod implementering af det cirkulære byggeri. En af de væsentligste indsatser der efterspørges nationalt er netop beslutningstøtteværktøjer udviklet til cirkulære processer.³

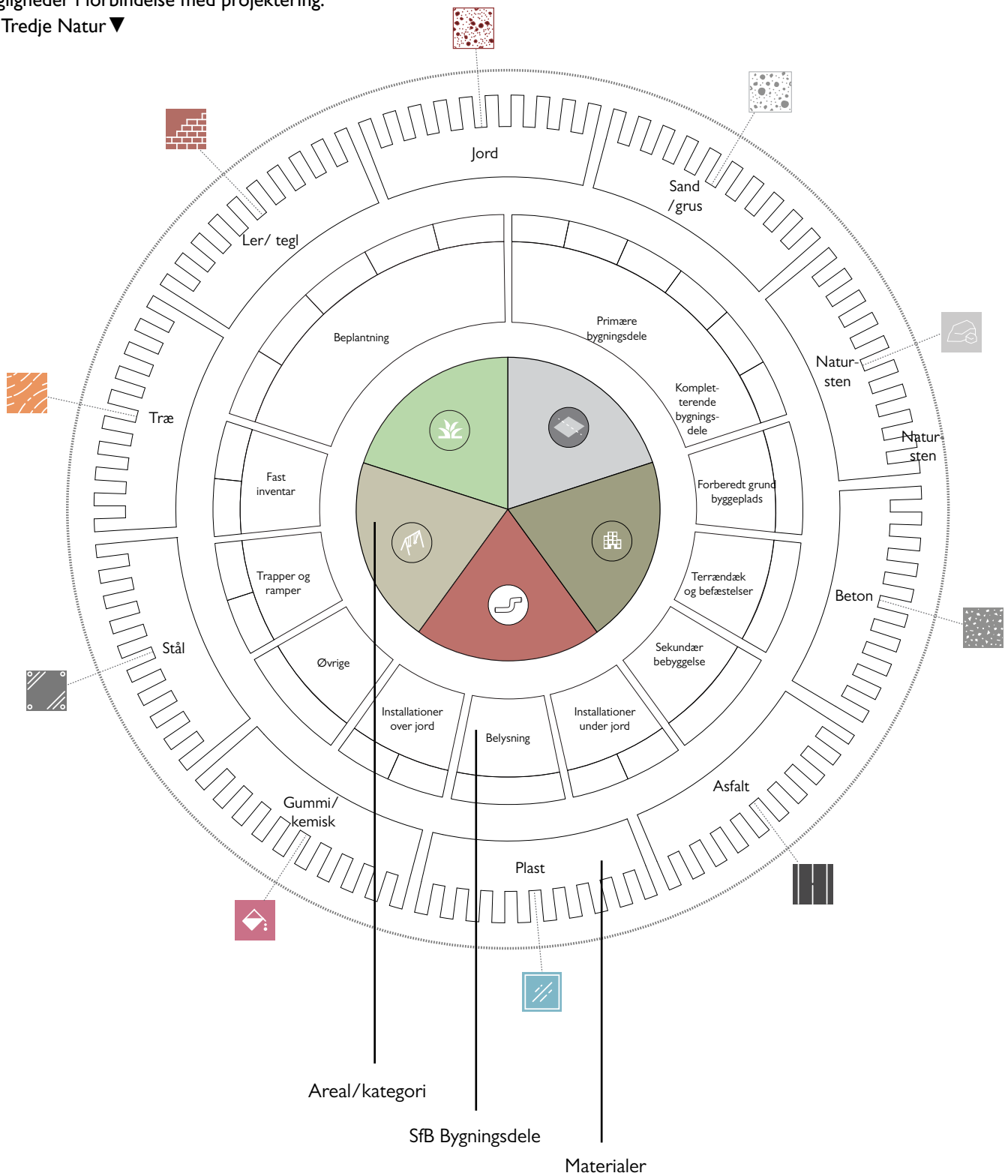
Vi oplever og forventer, at der vil være større efterspørgsel på at se på potentialerne i anlægsprojekter, da der på grund af mindre regulering er mindre risici her – og forventeligt mindre forberedelse til genbrug.

For at afgrænse projektet og fokusere hvor potentialet forventes at være størst har projektet fokuseret på belægningsprodukter og materialerne sand, grus og sten.

Diagram af værktøjet

Diagrammet viser en samlet og klassificeret information på matriklen, ordnet i henhold til SfB-systemet. Dette benyttes som klassifikationssystem på tværs af byggeriets fagligheder i forbindelse med projektering.

© Tredje Natur ▼



Analyse

Indledningsvist er det undersøgt hvilke parametre og materialefraktioner der eftersøges på matriklen. Informationer om materialer på matriklen er inddelt i tre niveauer hvor detaljeringsgraden øges for hvert niveau.

- Matriklen inddeles først i en kategorisering af det samlede areal
- Arealerne inddeles i bygningsdele og disse bygningsdele konkretiseres som "hele" snit.
- Bygningsdelene består af materialer. Samme materialer kan indgå i forskellige bygningsdele.

Ovenstående informationer er samlet i diagrammet. Alle typer bygningsdele på matriklen kan således indeholdes i diagrammet.

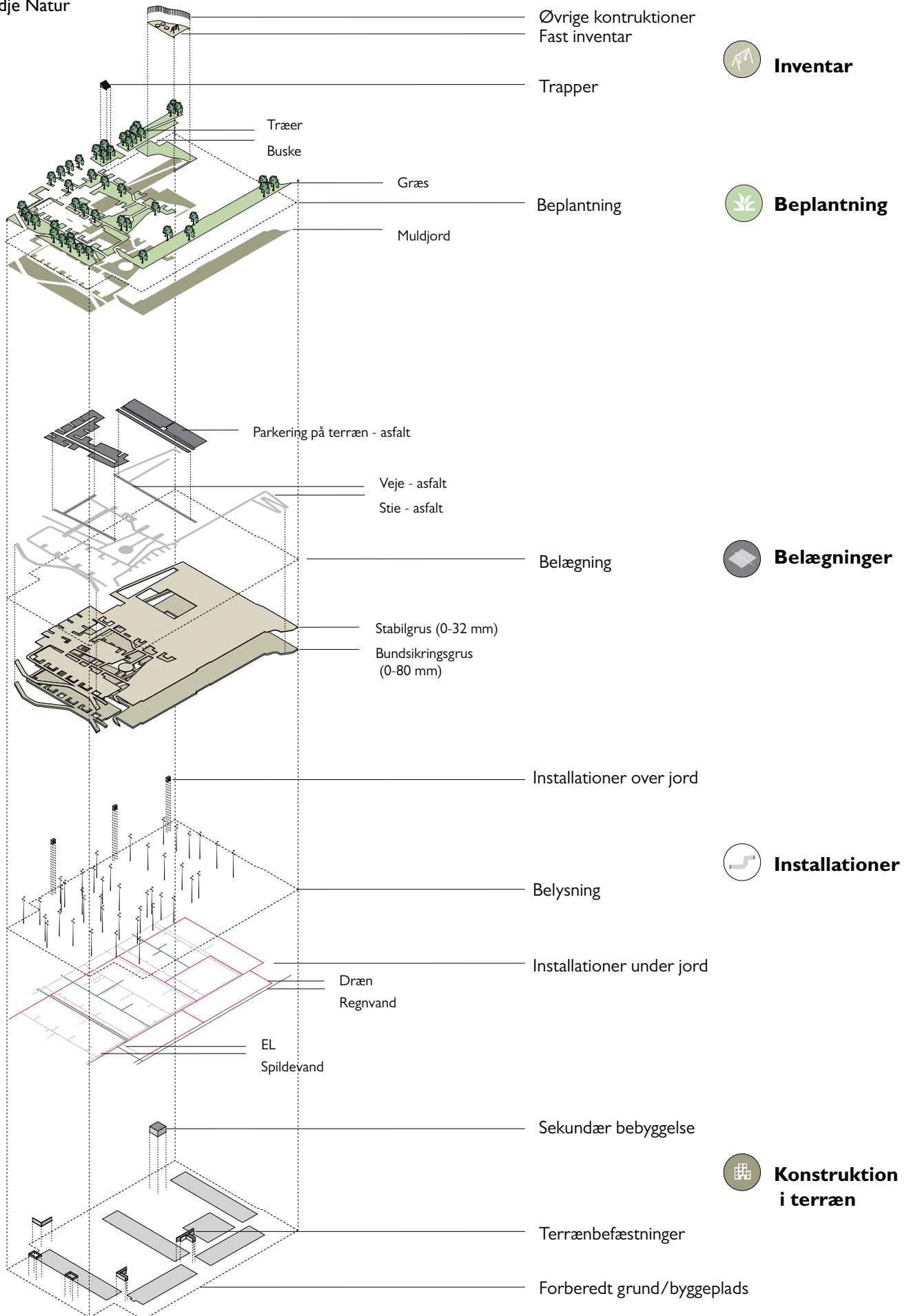
▼ Matriklens lag ▼

© Tredje Natur

▼ Materialer

▼ Bygningsdele

▼ Kategorier



Matriklens lag

Arealet er inddelt i følgende kategorier:

- Konstruktioner i terræn (bebyggelser, befæstelser)
- Installationer (installationer over/under terræn)
- Belægninger
- Beplantning
- Inventar (trapper, ramper, fast inventar)

Bygningsdele er udvalgt i henhold til bygningsmodellen, der beskrives i kravene til livscyklusvurderinger i den frivillige bæredygtighedsklasse (Pkt. 20.1-20.9).⁴ Derudover er kategorien "byggeplads" medtaget. Den er netop blevet tilføjet under kommende LCA krav for byggeri i regeringens seneste udspil.

Bygningsdele er inddelt i materialer og elementer, som kan kvantificeres. Efterfølgende er matriklens materialer inddelt i 10 fraktioner i forhold til affaldshåndteringen.

- Sand / grus
- Jord
- Natursten (fx. granit)
- Beton (støbt beton og fabriksbeton)
- Tegl
- Stål
- Asfalt
- Gummi
- Træ
- Plast

Analysefasen er resulteret i et indledende hierarki og struktur, som er vist i diagrammatisk beskrivelse af matriklen og et regneark til brug for research af cases i projektet.




Status og potentialer

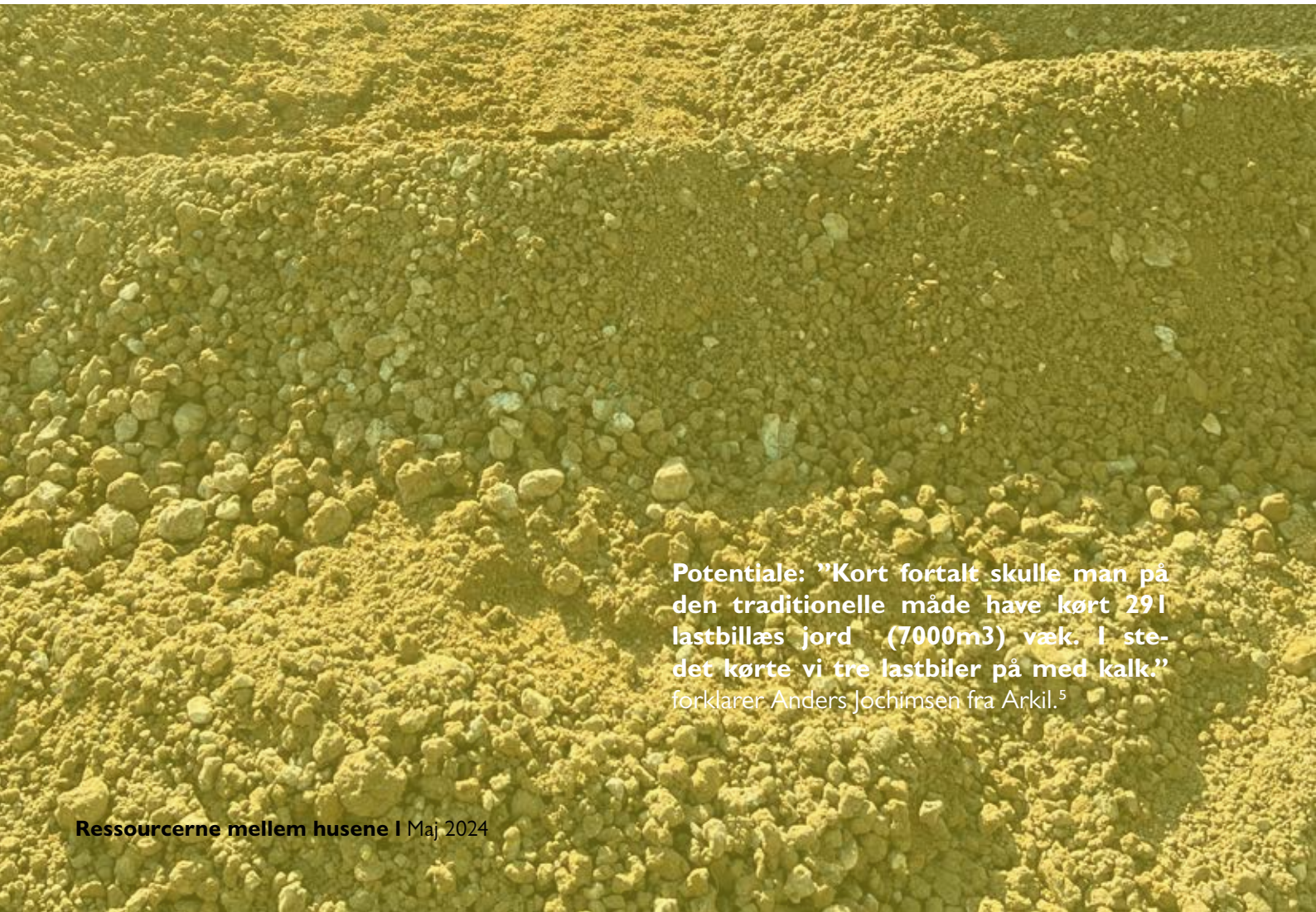
Den illustrerede og afprøvede metode er brugt som afsæt for diskussion og interviews med Enemærke & Petersen og andre udførende aktører i branchen omkring erfaringer og barrierer.

Der er i følgende afsnit beskrevet status for udvalgte materialer op imod affaldshierarkiet i dag samt en vurdering af fremtidige potentialer med eksempler fra interviews og research.

Processerne er beskrevet af Enemærke & Petersen ud fra et entreprenørperspektiv og er forudsat at der er udført miljøkortlægning, samt at der er taget indledende beslutninger omkring hvilke materialer, der fjernes på det enkelte projekt. Der er individuel forskel på processer, der benyttes fra projekt til projekt, men her gives et indtryk af en mulig proces.



I Åhaven blev udskiftet 69.300m³ jord til sandpuder. Her kunne potentielt være anvendt kalkstabiliseret jord.



Potentiale: "Kort fortalt skulle man på den traditionelle måde have kørt 291 lastbilles jord (7000m³) væk. I stedet kørte vi tre lastbiler på med kalk," forklarer Anders Jochimsen fra Arkil.⁵

Jord, grus og sand

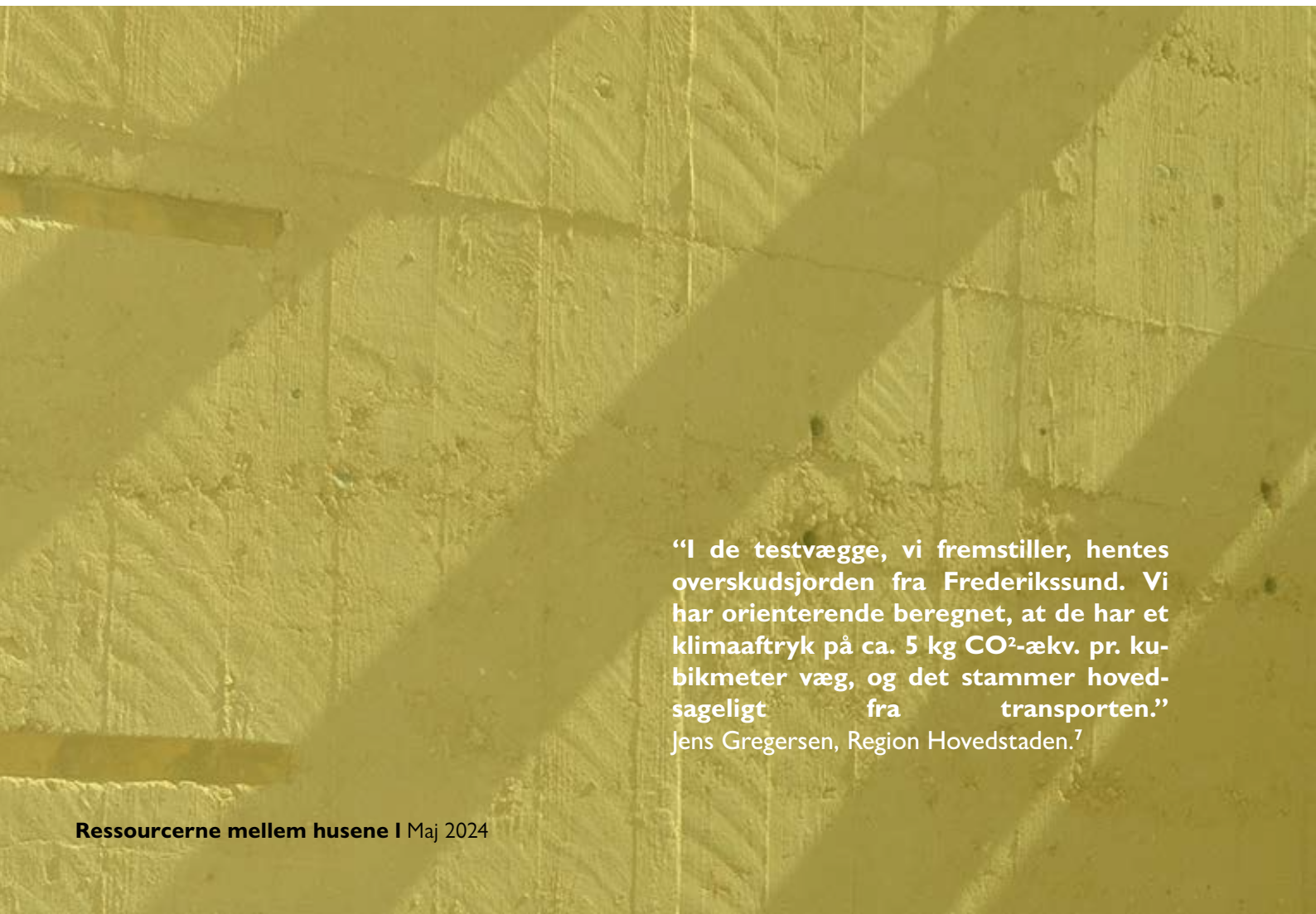
Processen for jord i dag (bortskaffelse til nyttiggørelse):

- Jord opgraves og prøvetages (hvis ikke der foreligger resultat i miljørapport/jordbundstest)
- Prøvetagningen kan ske på pladsen eller på bortskaffelsesstedet
- Jord køres til bortskaffelsessted

Mulig proces for jord:

- Det undersøges om der er mulighed for direkte genbrug af jordmængde på samme byggesag – evt. som befæstelser, støttemure, støjvolde, bakker i landskab osv.
- Jord opgraves og prøvetages (hvis ikke der foreligger resultat i miljørapport/jordbundstest)
- Jord oplagres on/off-site (hvis off-site prioriteres tættest mulige sted) og indbygges efterfølgende.
- Jord adskilles fra omgivende materialer ved optagning. Kan indbygges i mindre lødige produkter.
- Slotsgrus kan genanvendes som fugemateriale mellem fliser, afretningslag, sættematerialer.
- Skærver kan udlægges som drænmateriale og evt. overfladebelægning.
- Kalkstabilisering af lerjord er et alternativ til flytning af jord med et stort uforløst potentiale. I stedet for at fjerne tung lerjord kan det forblive på stedet og vha. kalkstabilisering udnyttes som tilfyldning, når der skal graves ledninger ned, eller som erstatning for sandpuder, når der funderes. I projektet Åhaven blev dette pga. manglende tid ikke undersøgt.

Mængden af bortkørt jord fra Galgebakken kunne potentielt omdannes til 26km vægge af lerstampet jord.⁶



“I de testvægge, vi fremstiller, hentes overskudsjorden fra Frederikssund. Vi har orienterende beregnet, at de har et klimaaftryk på ca. 5 kg CO²-ækv. pr. kubikmeter væg, og det stammer hovedsageligt fra transporten.”
Jens Gregersen, Region Hovedstaden.⁷

Fremtidigt potentiale for jord:

I Region Hovedstaden flyttes hvert år flere millioner tons jord fra bygge- og anlægsprojekter.⁸ Transport og deponering af jorden medfører betydelige omkostninger i forhold til økonomi og miljø. Der er i mange tilfælde mulighed for at reducere mængderne af opgravet jord og udnytte overskudsjorden som erstatning for knappe råstoffer.

Der menes at være et stort uforløst potentiale både klimamæssigt og økonomisk i øget cirkularitet af jord. En af de afgørende forandringspotentiale omkring øget cirkularitet af jord kan være at muligheder undersøges og prissættes tidligt i processen, så det ikke anses som en ekstraudgift. Med blandt andet EU-taksonomiens minimumkrav til genbrug og genanvendelse er yderligere incitament på vej.

Anvendelsen af kalkstabilisering er ifølge Region Hovedstaden stærkt stigende i større byggerier og i byudviklingsprojekter, hvor overskydende lerjord kalkstabiliseres og indbygges under veje og P-arealer. Dermed opnås bedre jordbalance og besparelser på bortskaffelse og transport af jord og indkøb af grus.

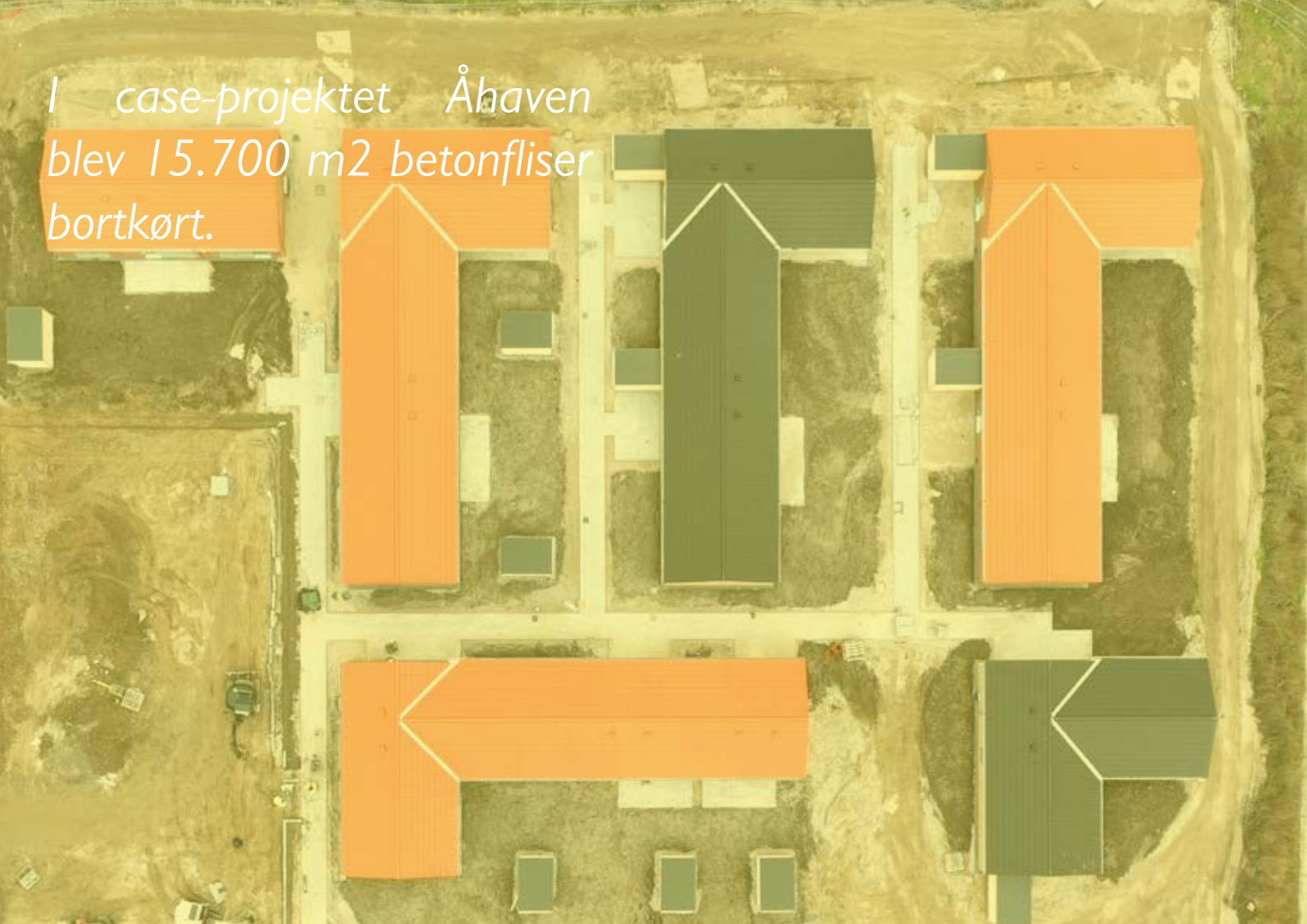
Der er flere initiativer i gang omkring fremtidige potentialer for reduceret behov for jord og grus.

- Databaser og markedpladser er etableret, hvor private og professionelle kan opslå deres opgravede jord og andre kan aftage det - som en byttebørs.

- Udviklingsprojekter om konkrete tekniske løsninger hvor både bygherrer, arkitekter og leverandører samarbejder om at udbrede brugen af eksempelvis stampet lerjord. Der udføres forsøg med bærende konstruktioner, støjmure m.m., hvor overskudsjord fra byggeprojekter anvendes.

Flere indsatser og case-eksempler for at reducere frembringelsen og øge genanvendelsen af jord er samlet på siden jordhaendtering.dk, som administreres af Bygherreforeningen.

I case-projektet Åhaven blev 15.700 m² betonfliser bortkørt.



Brosten og større granitsten ses ofte på kommunernes lagre. Her ses By & Havns materialelager med materialer fra Københavns arealer.

Betonsten/ brosten

Processen for betonfliser i dag (rydning som affald):

- Betonfliser brydes op med gravemaskine/minilæsser med skovl.
- Gravemaskine/minilæsser med grab flytter fliser til container.
- Container køres til knusning eller nyttiggørelse.

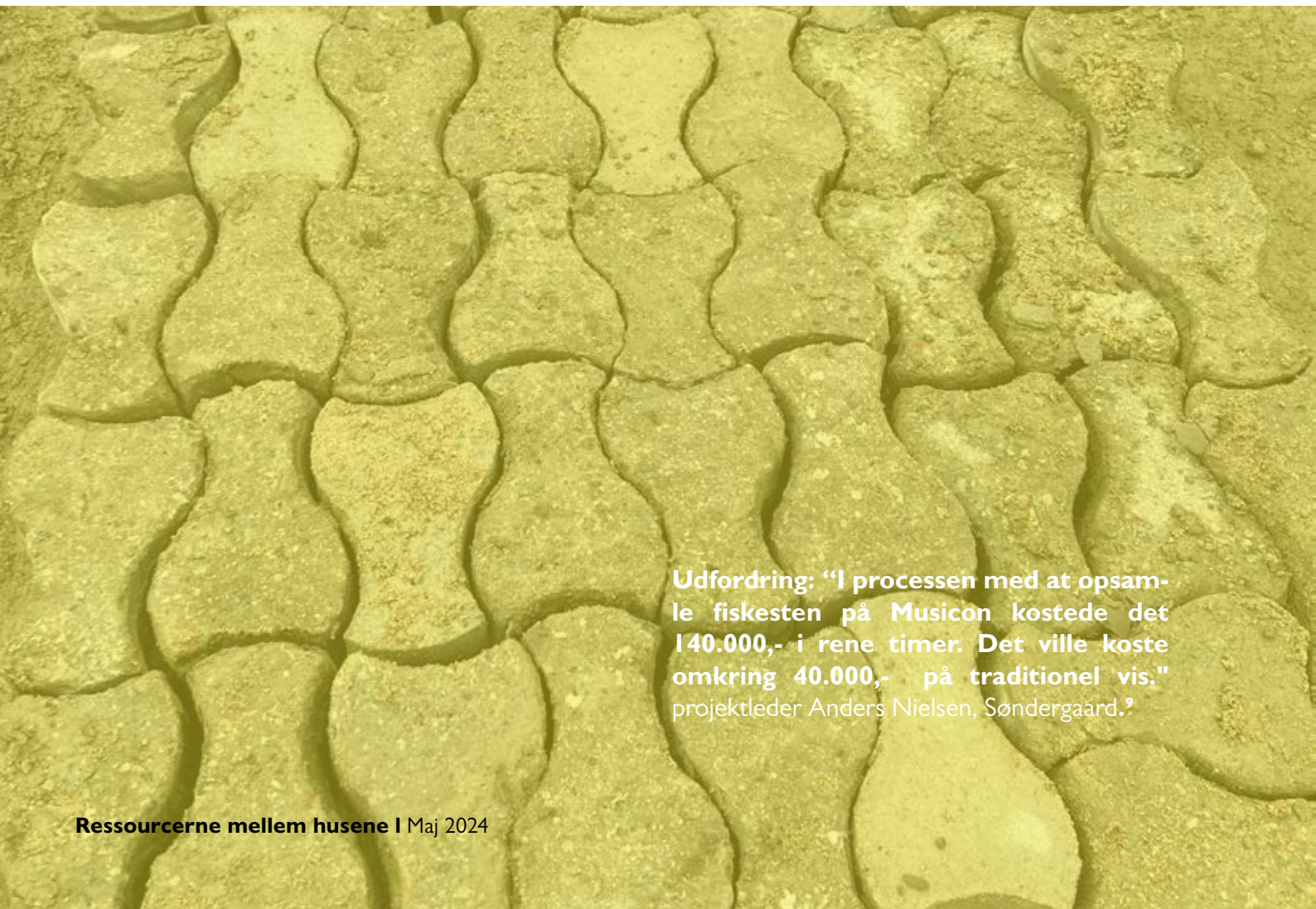
Mulig proces for genbrug af betonfliser:

- Tidligt i projekteringen (optimalt inden udbud) vurderes om de kan genbruges direkte på projektet. Hvis ikke vurderes recirkuleringspotentialet på andre sager i samme organisation.
- Hvis betonfliser er beskidte, algebefængte eller lignende renses de med f.eks. højtryksspuler for at højne æstetisk kvalitet af produkt.
- Hvis fliser har slidt overflade undersøges om de kan vendes om.
- Hvis ikke optages de manuelt og pakkes på paller. Optagningen kan hjælpes på vej af minilæsser med skovl der 'løsner' fliserne fra jorden, så det er lettere at optage manuelt.
- Fliser afsættes til aftager eller oplagres til videre brug. Sten med betydelige skader kasseres.

Mulig proces for genbrug af brosten:

- Sten af granit er af høj værdi og holdbarhed, så der findes cirkularitet på dette område. Flere genbrugsplatforme sælger brugte brosten og chausssesten og flere virksomheder har en "take-back" -ordning hvor brugte granitsten købes. De findes også ofte på kommunernes lagre.

I projekt på Musicon blev det forsøgt at opbryde og gemme 600 m² fiskesten.



Udfordring: "I processen med at opsamle fiskesten på Musicon kostede det 140.000,- i rene timer. Det ville koste omkring 40.000,- på traditionel vis." projektleder Anders Nielsen, Søndergaard.?"

Udfordring for genbrug af betonfliser:

I Danmark anvendes årligt ca. 10 millioner m² betonsten og -fliser. På trods af at beton har en meget lang levetid nedknyttes beton oftest og indgår i eksempelvis opbygning.

En stor barriere for denne form for genanvendelse er de økonomiske og tidsmæssige konsekvenser ved manuelt arbejde. I interview med Søndergaard fortalte projektleder Anders Nielsen om en case på Musicon med Roskilde kommune.

- De blev spurgt om de kunne opbryde og gemme 600m² belægningssten af typen 'fiskesten' – hvilket de sagde ja til med præmissen 'billigst i regning'.

Det lykkedes at opbryde og gemme 300m² = 15.000 stk

Processen var som følger:

1. Første række sten blev kasseret for at kunne komme til resterende.
2. Minilæsser/gravemaskine med skovl løftede stenene fri.
3. Stenene blev pakket manuelt i pallerammer.
4. Stenene blev flyttet og oplagret med minilæsser.

Der er et cirkulært potentiale i genanvendelse af belægningssten, men er udfordret på den systemiske sammenhæng vedrørende logistik, lave produktionspriser for nye sten, samt en generel æstetisk og kulturel forståelse af genbrug. I denne sammenhæng vil en CO² afgift være en afgørende faktor.

"I case-projektet Galgebakken blev der ryddet 310 stk. træer."



Potentiale: Hvis døde træer ikke kan genanvendes direkte på egen grund kan det potentielt have værdi for andre bygherrer med behov for øget biodiversitet.¹⁰

Beplantning


Processen for beplantning i dag (rydning som affald):

- Kortlægning af mængder og eventuelle fredninger (inden opstart af rydning).
- Beplantning fjernes typisk med gravemaskine med grab/skovl. Store træer fældes af nedriver og i tilfælde af særlige krav til fældning indkaldes professionel skovhugger.
- Beplantning køres oftes som haveorganisk affald og bliver ophugget til flis. Flisen bliver herefter enten solgt videre eller det brændes til energi.

Mulig proces for genbrug og genanvendelse af beplantning:

- Inden udbud foretages kortlægning af mængder, arter og eventuelle fredninger.
- Besigtigelse ved gartner for kortlægning af potentiale for genbrug og genanvendelse.
- Udvalgte beplantninger og træer markeres og en selektiv rydningsbeskrivelse udarbejdes.
- Det er vigtigt, at der udarbejdes en decideret arbejdsbeskrivelse med særligt fokus på omfang af hvor meget rodnet, der må beskadiges (gerne i %). Tilmed er det vigtigt, at processen for pakning til oplagring er defineret præcist, så nedriver kan prissætte meromkostningen.
- Logistik og oplag er en udfordring, så dette skal afklares tidligt i processen. Gartner skal helst kunne aftage til oplag på egen plads for at byggeprocessen optimeres.
- Markerede beplantninger ryddes selektivt og opmagasineres.
- Plantehoteller er en mulighed for at kunne opmagasinere planter midlertidigt.

I projekterne Åhaven og Galgebakken har beboerne kunne opmagasinere egne planter på et areal stillet til rådighed for beboerne. Det har dog været på beboernes eget initiativ og ansvar.



I projektet Paramount blev det i udbudet beskrevet at der skulle tages højst mulig hensyn træers bevarelse.



Potentiale: "I letbanesporet i Århus top- per man med den næringsfattige jord tilovers fra Godsbanen. Det betyder, at én art ikke kommer til at dominere, men at hele den transplanterede flora får de bedst mulige vækstbetingelser," Lars Brøndum, naturhistoriker.¹¹

Fremtidigt potentiale for beplantning:

Den globale opmærksomhed og øgede fokus på biodiversitetskrisen, samt behov lagring af CO₂ er med til at fremme genanvendelse og bevarelse af beplantning. Planter lagrer i sig selv kulstof i deres væv og indgår i naturens kredsløb, så derfor er fokus i høj grad på at bevare beplantning. Herunder er en kort beskrivelse af hvilke parametre der bør vurderes.

Træer

- Det er i høj grad størrelsen på træer, der skal vurderes ift. potentiale for at bevare og genanvende. Jo større træet er – jo større argument for at bevare fremfor genbrug, da der er risiko for at træet ikke overlever en flytning. Som tommelfingerregel er størrelsen vigtigere end arten.
- Træer op til ca. 35 cm i stammediameter kan genanvendes. Træer med pælerod er ikke velegnet (f.eks. fyr, tjør og eg). Flere virksomheder i Danmark har ekspertise i træflytning.
- Større træstammer med diameter over 20 cm kan genanvendes som døde træstammer, da det kan medvirke til en øget biodiversitet på grund af at det døde ved, der tiltrækker insekter og lignende.

Buske

- Buske er nemmere at flytte end træer fordi de er hårdføre, rodnettet er mindre og de skyder nemt igen.
- Der skal ske rodskæring af buske minimum et år inden flytning. Da omkostningen for nye buske er meget lille (ca. 100,- for en busk) er det sjældent rentabelt at flytte over længere afstande.
- Buske kan genanvendes som kvas i kvashegn, udlagt som bunddække eller flis i midlertidige stier.

Stauder:

- Stauder er ikke velegnet til genbrug. På grund af deres meget modstandsdygtige rodudkrudt skal op til 80 cm jordlag udskiftes for at undgå rodukrudt.
- Omplantning af stauder er nemmest i efteråret. Vær dog opmærksom på at invasive arter ikke kan genbruges.
- Hvis man har et godt, velfungerende staudebed, så bevares det – ellers genanvendes som kompost.

Der kan spares mange omkostninger ved at bevare veje og belægninger på samme sted!

Potentiale: “Da BSM stort set udelukkende består af knust genbrugsasfalt er der i høj grad tale om cirkulær ressourceøkonomi og da der kun tilsættes 2-3% ny bitumen, er der også tale om en begrænset CO₂-belastning.” Teknologisk Institut.¹²

Asfalt og gummi

Proces for asfalt og gummi i dag (rydning som affald):

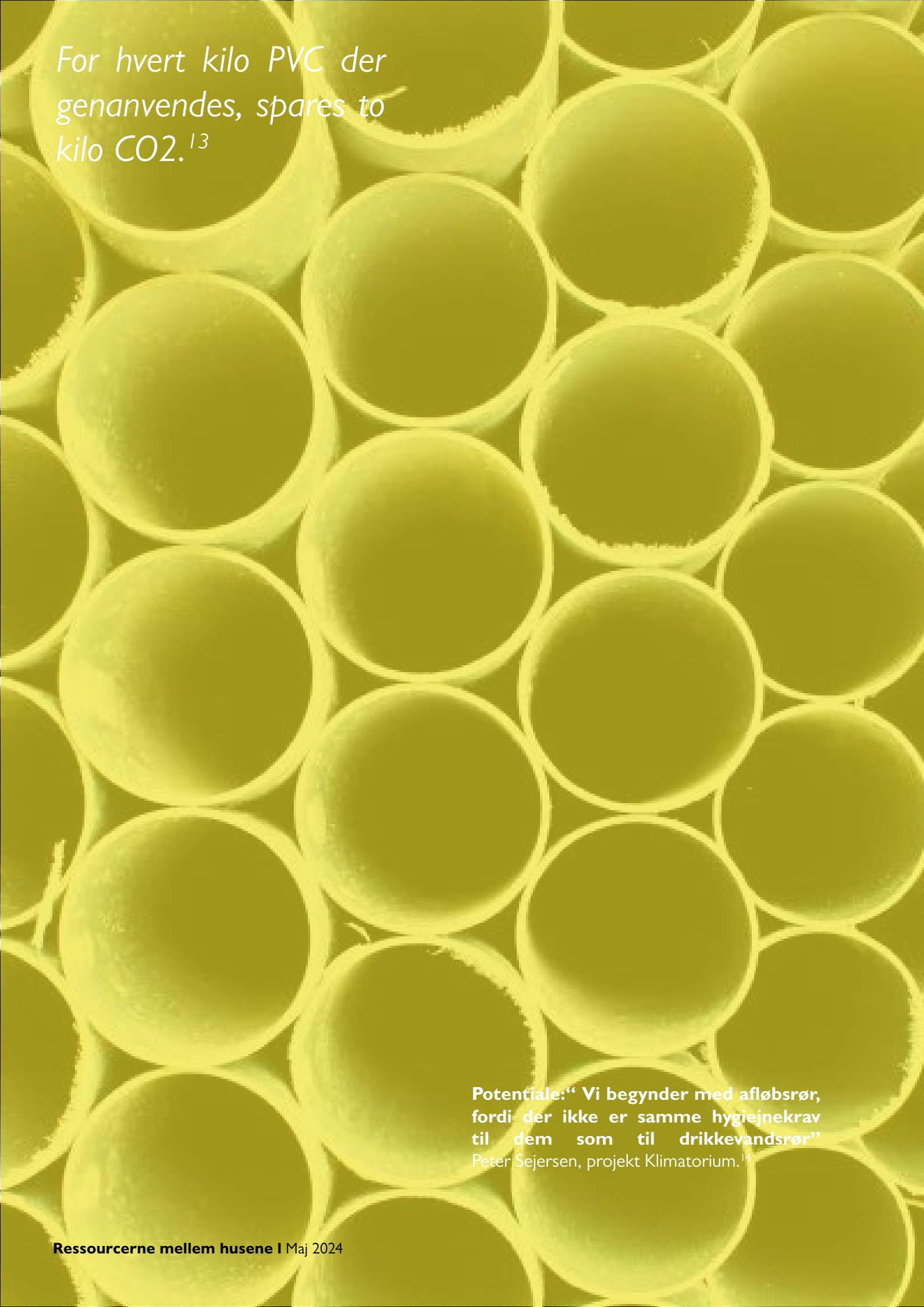
- Umiddelbart ligesom med betonfliser – gravemaskine bryder det op og pakker i container.
- Gummi og kunstgræs nyttiggøres i dag som brændselsolie.

Mulig proces for genanvendelse af asfalt og gummi:

- Asfalt modtages af affaldsvirksomheder, der sørger for, at store dele af de asfaltbrokker de modtager genanvendes til ny asfalt. Herudover sælges store mængder knust asfalt som nyttiggørelsesmateriale til brug i bygge- og anlægsprojekter som erstatning for jomfruelige naturmaterialer.
- Enkelte typer gummibelægning i fliseformat kan genanvendes.

Fremtidige udfordringer og potentialer for asfalt og gummi:

- Gummi er der er ikke noget umiddelbart potentiale for cirkularitet af pga. problematiske stoffer i gummiunderlaget. Det er stort problem for naturen at plastic fra kunstgræsplæner slides af og ender som små elementer i naturen, der er meget svære at fjerne. Der er forslag fra EU i 2023 om at forbyde fremtidige kunstgræsbaner af gummi.
- Knust genbrugsasfalt kan bruges til koldfremstilling af "bitumenstabiliseret materiale" (BSM) som er et nyt vejbelægningsprodukt, som der anses at være et stort potentiale for udvidelse af.
- BSM kan også leveres som en in-situ løsning, som bygger på genbrug af vejens eksisterende materiale, som produceres ved genudlægning på samme sted.
- Der findes også nye udviklingsprojekter, der forsker i nye biologiske processer til udvikling af CO²-venlig asfalt.



For hvert kilo PVC der
genanvendes, spares to
kilo CO₂.¹³

Potentiale: “ Vi begynder med afløbsrør,
fordi der ikke er samme hygiejnekrav
til dem som til drikkevandsrør”
Peter Sejersen, projekt Klimatorium.¹⁴

Plast

Processen for plast i dag (rydning som affald):

- Rør lokaliseres og der lukkes for tilløb.
- Rørene graves fri.
- Rørene optages med gravemaskine og trykkes ned i container og køres som affald (PVC).


Mulig proces for genbrug/genanvendelse af plast:

- Rørene graves fri så nænsomt som muligt.
- Det forsøges at trække rørene fra hinanden for direkte genbrug af rørstykker.
- Hvis ovenstående lykkes inspiceres tætningsdelene for at sikre fremtidig tætning. Disse kan skiftes hvis de er beskadigede. Hvis ikke det er muligt optages de og køres til genanvendelse.
- Der laves en aftale om afgang med Ragn-Sells, som er den danske afgangsvirksomhed i WUPPI-ordningen, som er et samarbejde der håndterer byggeaffald af PVC i Danmark. Hermed kan PVC-materialerne recirkuleres i produktion af nye PVC-rør.¹⁵
- I containeren kan der indgå alle typer PVC-materialer fra afløb, vandrør, kloakrør, elrør, kabelkanaler, døre, vinduer, paneler, tagrender, nedløbsrør og tagplader.

Fremtidigt potentiale for cirkularitet af plast:

Det vurderes at være et uudnyttet potentiale for yderligere cirkularitet af plast generelt og der arbejdes på yderligere genanvendelse af PVC, der menes at kunne genanvendes op til 10 gange. Der er flere udviklingsprojekter i gang der arbejder med genanvendelse i plastindustrien.

Udviklingsprojekter der involverer virksomheder i plastindustrien kan ses på brancheforeningens hjemmeside plast.dk.



I case-projektet Bøgeparken blev der ryddet 110 stk. belysningsmaster.

Potentiale:
Klassiske lamper som skot-lampen kan teknisk ombygges med ny LED-teknologi.¹⁶

Belysning

Proces for belysning i dag (rydning som affald/skrot):

- Belysningsmaster og armaturer afmonteres/fjernes maskinelt.
- Lyskilder sorteres manuelt og om muligt også glas/plast/ledninger. I flere lyskilder fra 1950 – 1986 er der fundet PCB i kondensatorerne, hvilket medfører en klassificering som 'farligt affald'.
- Metaldel af armatur flyttes til metalcontainer med henblik på materialenyttiggørelse (omsmeltning). Eventuel plast eller glas-del af armatur sorteres ligeledes fra i relevant fraktion.

Mulig proces for mulig genbrug/genanvendelse af belysning:

Fælles for alle belysningsarmaturer er, at der skal udføres en forundersøgelse for at kortlægge miljøskadelige stoffer i armaturerne.

- Belysningsmaster og stående lamper, der er støbt fast i jorden skæres ved terræn og mast 'hejses' ned med hjælp fra teleskoplæsser el.lign. med stropper. Det kan være problematisk at afmontere stående lamper ved skæring, da de i forvejen er lave.
- Belysningsmaster og stående lamper monteret på plade, fod eller stativ afmonteres med bolte fra stativet og pakkes på paller el.lign - nedstøbningsstativet kan genanvendes som metalskrot.
- Belysningsmaster og stående lamper monteret direkte i belægning (eller med lignende type fod) afmonteres ved foden og pakkes. Hvis foden er afmonterbar, gemmes denne med armaturet.
- Hængende udendørs lamper afmonteres ved fastgørelse og pakkes. Eventuelle beslag og lignende gemmes ligeledes.

Fremtidigt potentiale for belysning:

Belysningsmaster og andet belysning på matriklen er typisk produceret i rustfrit stål, med glas eller hård plast som beskyttelse af selve belysningskilden og i disse tilfælde vurderes at være et potentiale for øget genbrug.

Generelt set er direkte genbrug af belysningsarmaturerne en prioritet, men det kræver en tilstandsvurdering af armaturenes lyskilde og energiforbrug. Er armaturerne gamle kan der være unødigt energiforbrug forbundet med lyskilden, hvorfor muligheden for at opdatere disse til LED undersøges.

Det kan på sager med stor gentagelse i belysningsarmaturerne (gerne mere end 100 stk. af samme type) være relevant på forhånd at lave en aftale med virksomheden for at indarbejde upcycledede lysarmaturer i det fremtidige projekt.

Ved fremtidig montage er det værdiskabende at udtænke en løsning der er adskillelig og afmonterbar, således at genbrugspotentialet består.

I Paramount blev træ og stål fra Musicon genbrugt til sti og trapper.

**Bygherre Roskilde kommune,
Entreprenør Malmos a/s,
Arkitekt Tredje Natur Aps,
Udbud og udførelse: 2023/24**

Stål og træ

Nedenstående beskrivelse er med udgangspunkt i trapper, ramper og lignende elementer.

Processen i dag (rydning som affald):

- Hvis elementer er monteret i ydervæg/bærende konstruktion demonteres de. Typisk er det hurtigst at skære fri med vinkelsliber, med mindre bolte eller lignende er tilgængelige.
- Gravemaskine med grab flytter trappe/rampe til container.
- Container køres som metalaffald til skrot hvis stål (til nyttiggørelse). Hvis det er træ skal det sorteres i behandlet/ubehandlet.

Proces for mulig genbrug/genanvendelse:

- Så tidligt som muligt i projektet granskes om der findes anvendelse af direkte genbrug på samme sag eller andre sager.
- Trapper/ramper af stål/træ demonteres nænsomt uden vinkelsliber om muligt for at bibeholde beslag og lignende.
- Trapper/ramper af stål/træ skilles ad i det omfang aftager definerer det med hensyn til muligheder for yderligere adskillelse i mindre dele.
- Bygningsdel oplagres.
- Trapper/ramper af beton undersøges om mulighed for demontage uden at beskadige bygningsdelen (dette er mere udfordrende - særligt hvis det er en sammenstøbt/helstøbt enhed).

Fremtidige potentialer:

Træ bliver i dag cirkuleret hovedsageligt i form af genanvendelse til spånplader (rent træ) og det resterende energiudnyttes. Der er rigeligt affaldstræ i Danmark i forhold til behov for spånplader, så det er i et fremtidsperspektiv vigtigt at der udvikles bredere genanvendelsesformer for affaldstræ. Ifølge tal fra Miljøstyrelsen udgør træ dog kun 3% af bygge- og anlægsaffald i Danmark.¹⁷

Stål kan genanvendes igen og igen og siges ifølge Dansk Stål Industri at være det mest genanvendte materiale i verden og der er i Danmark organiserede system for genanvendelse.

Potentialet for cirkularitet af stål er afhængig af skrotprisen som skifter løbende, så den økonomiske og tidsmæssige forøgelse samt eventuel salgpris skal sammenholdes med skrotpris og besparelse i tid.



Test og cases

I testfasen er der lavet en kortlægning af materialer og konstruktioner i konkrete cases.

Enemærke & Petersen a/s har udvalgt adskillige cases hvor der indgår en betydelig mængde nedbrydning af anlæg og landskab. Disse cases har været med til yderligere at tilpasse og definere rammerne for værktøjet.



Åhaven; Odense. Meget omfattende helhedsrenovering af område opført i etaper fra 1974-1977 som gårdhuse og opdelt med raftehegn omkring hver gårdhuse med egen parkeringsplads og legeplads.

Bygherre: Civica
 Areal i alt: 206.369 m²
 Bebygget areal renoveres: 51.661 m²
 Befæstet areal ryddes: 34.438 m²
 Beplantet areal ryddes: 87912 m²
 Jord bortkøres i alt: 40.204 m³



Bøgeparken; Odense. Omfattende helhedsrenovering af boligbyggeri opført i 1973. Bøgeparken består af blokke med fire, otte og tretten etager, samt rækkehuse. Udearealet indeholder legepladser, sekundær bebyggelse og diverse befæstelser.

Bygherre: Civica
 Areal i alt: 103.905 m²
 Bebygget areal renoveres: 10.000 m²
 Befæstet areal ryddes: 28.985 m²
 Beplantet areal ryddes: vides ikke
 Jord bortkøres ialt: ca 8.700 m³



Galgebakken, Albertslund. Boligområde opført fra 1972-1974 med ca. 600 boliger fordelt i rækkehuse adskilt af stræder, legepladser, stisystemer og græsarealer.

Bygherre: Boligselskabet BoVest
 Areal i alt: 242.088 m²
 Bebygget areal renoveres: 64.400 m²
 Befæstet areal ryddes: 38.075 m²
 Beplantet areal ryddes: 45.250 m²
 Jord bortkøres ialt: ca. 40.000 m³

Cases

De udvalgte cases er almene renoveringssager fra tidsperioden 1972-1977. De specifikke sager der fremhæves i publikationen er særligt kendetegnet ved en meget omfangsrig omdannelse af udearealerne, samt helhedsrenovering af det byggede miljø på matriklen.

Ligeledes har det været relevant at sikre et sammenligningsgrundlag på materialeniveau, altså har de 3 cases flere ligheder, hvis man kigger på hvilke typer af materialer der nedbrydes/optages. Dette har skabt klarhed over hvilke materialer, der er de mest gængse i lignende projekter og danner derved grundlag for vurdering af cirkulære potentialer i videst mulig udstrækning.

Ud fra det tilgængelige data er der valgt at fokusere på mængder fra aktivitetslister vedr. rydningsarbejder i udearealer.

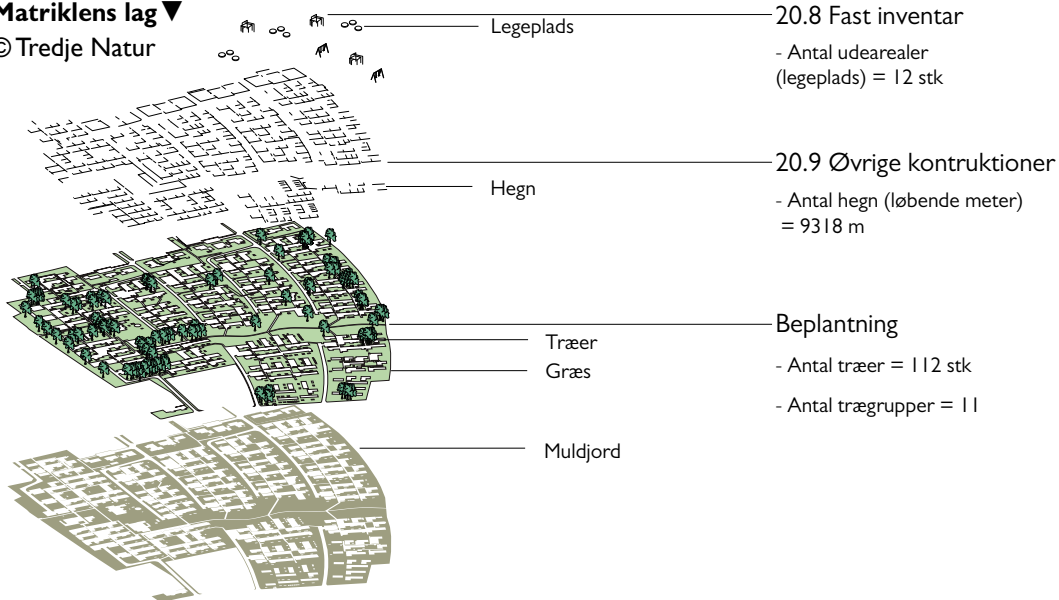


Case: Åhaven



Matriklens lag ▼

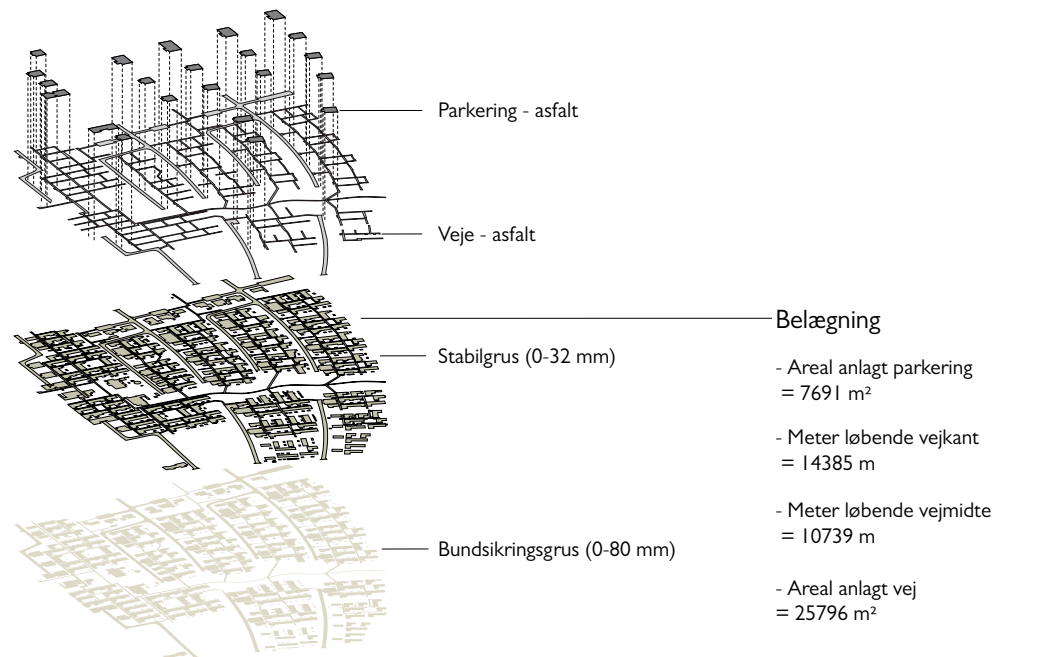
© Tredje Natur



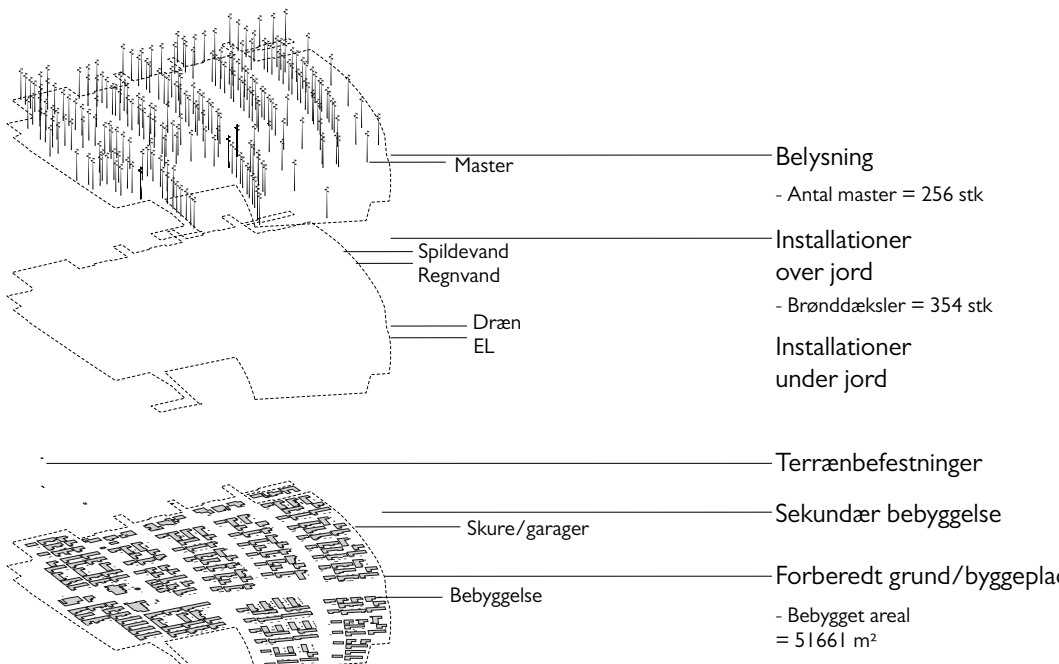
Inventar



Beplantning



Belægninger



Installationer



Konstruktion i terræn

Case: Åhaven

Renoveringssagen i Åhaven er den case med mest indhentet data og er den der er arbejdet mest med. Input fra denne cases er brugt i værktøjet til at beregne forventet CO²-besparelse.

Informationer fra åben data

Først er der indsamlet informationer fra området via tilgængelig data fra Datastyrelsen. Dette er igennem et udviklet script oversat til eksisterende mængder. Dette giver et overbliksbillede af eksisterende forhold på stedet.

Data fra case

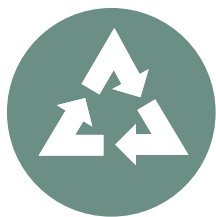
Efterfølgende er data fra projektets udførelse samlet i regnearket og skabelonen er tilpasset ift. den beskrevne information. Da projektet på tidspunktet for denne publikation stadig er under udførelse er mængderne beregnet som en prognose, hvilket kan medføre ændringer i forhold til det endeligt udførte projekt.

Materiale beregninger

Ud fra enten specifik data fra case-oplysninger eller fra gængse konstruktionsopbygninger er mængdemængder blevet beregnet indenfor de 10 materialefraktioner.

Cirkulære processer i dag

I skabelonen er der efterfølgende tilføjet information vedrørende nuværende status for cirkulære processer i dag. Parametre fra Inno Byg-projektet "Materialeatlas" er brugt som metode. Disse er efterfølgende blevet værdisat med CO₂-beregninger.



Genbrug

Ved direkte genbrug af **beton**
bespares ca. **1410 tons CO²-ækv.**



Genanvendelse

Ved genanvendelse af **sand og grus**
bespares ca. **3,2 tons CO²-ækv.**

Åhaven, Dyrup, 5000 Odense

Fraktion	Beskrivelse	Mængde		Omregning	Enhed	Kg Co2 pr enhed	Kg Co2 pr enhed	Bespares potentiale	
		m ²	m ³			Lokal genbrug	Genanvendelse	Akkumuleret kg Co2e lokal genbrug	Akkumuleret kg Co2e genanvendelse
1 Sand/Grus	"Sand		78	1,4	Tons	109,2			
	Grus (stabilgrus)		919	1,72		1581,4			
	Bortkørt sand/grus ialt					1691	1,92		3245,9
2 Jord	Bortkørsel jord		82599	1,65	Tons	136			
	Bortkørsel græstørv + beplantning		50104	1,3		65			
	Bortkørt jord ialt					201	1,92		386,7
3 Natursten	Sten (granit)				Tons				
	Bortkørt natursten ialt			0		0	1,92	1,92	0,0
4 Beton ialt	Sløbt beton		2138		m3				
	Betonfliser/ kantsten		2647						
	Bortkørt beton ialt					4785	294,85	0,91	1410887
5 Tegl		2178			m2				
	Bortkørt tegl ialt					2178	38,93	49,31	84790
6 Stål					kg				
	Bortkørt stål ialt					38224	2,24	0,32	85622
7 Asfalt		1780		1,55	kg				
	Bortkørt asfalt ialt					2759		5,08	
8 Gummi			0	1150	kg				
	Bortkørt gummi ialt					0			
9 Træ			0		kg				
	Bortkørt træ ialt						28,23	-110,37	0
10 Plast					kg				
	Bortkørt plast ialt					225901	4,32	2,00	975868

Resultat

Værdisætning af CO2-besparelse ved at genbruge materialer

CO2-besparelser bliver anvendt i branchen i forbindelse med værdisætning af genbrug og genanvendelse. En opgørelse af CO2-besparelse er kompliceret og der vil ofte ligge en række forudsætninger indbygget i den metode, der benyttes, når en CO2 besparelse fastlægges.

Projektet har derfor taget udgangspunkt i samme metodik som i det åbne værktøj fra Roskilde kommune og CityLoops-projektet ¹⁸ samt information fra SBI-anvisning 2019-08 og databasen Ökobaudat..de.

Værktøjet bygger på en standardiseret udgave, der er udviklet med udgangspunkt i materialer i byggeri, hvilket ikke på alle niveauer giver et retvisende billede. Eksempelvis har projektet brugt generelle tal for genanvendelse af plast (som beskrevet i afsnittet omkring PVC), da det ikke indgår i det anvendte værktøj fra CityLoops.

Projektet må altså konkludere, at der fortsat er behov for, at der arbejdes videre med at fremskaffe valide data for opgørelse af CO2 besparelser for genbrug af byggevarer udenfor bygningen og at der endvidere bør skabes konsensus i branchen om, hvordan CO2 besparelser for genbrug bør beregnes.

Skabelon for kortlægning

Ud fra de 3 case-forsøg er der udviklet en skabelon for kortlægning af cirkulære potentialer på matriklen.

- Eksisterende forhold kan estimeres.
- Bygherre eller entreprenør kan præcisere mængder for forventet rydning.
- Samlede mængder kan beregnes.
- Potentielle besparelser beregnes. Regnearket kan ajourføres under og efter udførelse for at give et retvisende billede af besparelsen.

Skabelon for materialer på matriklen ▼

© Tredje Natur

Navn på matrikel							
Kategori / Bygningsmodel	SFB bygningsdel	Beskrivelse	Areal (SKRIV DATA HER)	Konstruktion	Dybde / vægt	Mængde	SfB kode (foreslået)
	Areal						
Matrikel grund areal							
Konstruktioner i terræn							
20. Terræn							
Bebygget areal							
	Sokkelrender						Jord (muld/ler/silt/...) / Jord (muld/ler/silt/...)
	Sandpuder						Jord (muld/ler/silt/...)
20.1 Sekundær bebyggelse	Skure / garager						
20.3 Terrænbefæstelser	203_Støttemure			Beton (fundablokke)			[f2] Afbundne mørtler/Cem
				Initustøbt beton			[f2] Afbundne mørtler/Cem
Belægninger							
80. Belægninger og befæstelser							
20.2 Belægninger	801_Asfaltbelægninger	TO (sti)		Asfalt (pulverasfalt / overflade)	0,02 m		[s1] Asfalt (bitumen), beg
				Stabilgrus (0-32mm)	0,12 m		[e0] Natursten, alment
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,15 m		[e0] Natursten, alment
		T1 (normal)		Asfalt (pulverasfalt / overflade)	0,03 m		[s1] Asfalt (bitumen), beg
				GAB	0,055 m		[s5] Blandinger af sten og
				Stabilgrus (0-32mm)	0,15 m		[e0] Natursten, alment
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,18 m		[e0] Natursten, alment
		T2 (tung trafik)		Asfalt (pulverasfalt / overflade)	0,02 m		[s1] Asfalt (bitumen), beg
				GAB	0,8 m		[s5] Blandinger af sten og
				Stabilgrus (0-32mm)	0,15 m		[e0] Natursten, alment
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,25 m		[e4] Natursten, sandsten
	802_Betonstøtte belægninger	Pladsstøbt beton		Initustøbt beton	0,17 m		[f2] Afbundne mørtler/Cem
				Afretningslag	0,03 m		
				Stabilgrus (0-32mm)	0,2 m		[e0] Natursten, alment
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,25 m		[e0] Natursten, alment
	803_Gummibelægninger	Gummi		Gummi topplag	0,015 m		[n5] Asfalt (bitumen), gum
				Basebelægning	0,025 m		[n5] Asfalt (bitumen), gum
				Stabilgrus (0-32mm)	0,15 m		[e0] Natursten, alment
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,15 m		[e0] Natursten, alment
	804_Flise og stenbelægninger (fortov)	T0 (frostvivilsom bund)		Betonflise	0,05 m		[f2] Afbundne mørtler/Cem
				Afretningsgrus (0-8mm)	0,03 m		[e0] Natursten, alment
				Stabilgrus (0-32mm)	0,1 m		[e0] Natursten, alment
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,12 m		[e0] Natursten, alment
		T1 (frostvivilsom bund)		Betonflise	0,07 m		[f2] Afbundne mørtler/Cem
				Afretningsgrus (0-8mm)	0,03 m		[e0] Natursten, alment
				Stabilgrus (0-32mm)	0,12 m		[e0] Natursten, alment
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,15 m		[e0] Natursten, alment
		T2 (frostvivilsom bund)		Betonflise	0,1 m		[f2] Afbundne mørtler/Cem
				Cementblanet grus (15% cem)	0,16 m		
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,2 m		[e0] Natursten, alment
		T1 Brostensbelægning		Brosten	0,14		
				Afretningsgrus (0-8mm)	0,03 m		[e0] Natursten, alment
				Stabilgrus (0-32mm)	0,12 m		[e0] Natursten, alment
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,15 m		[e0] Natursten, alment
	805_Skærver og grus	T1 Leret grus		Leret grus	0,02 m		[e0] Natursten, alment
				Afretningsgrus (0-8mm)	0,03 m		[e0] Natursten, alment
				Stabilgrus (0-32mm)	0,19 m		[e0] Natursten, alment
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,16 m		[e0] Natursten, alment
	806_Kantbegrænsninger / kantster	Kantsten		Betonsten	0,08 m		[f2] Afbundne mørtler/Cem
				Afretningsgrus (0-8mm)	0,03 m		[e0] Natursten, alment
				Stabilgrus (0-32mm)	0,12 m		[e0] Natursten, alment
				Bundsikringsgrus (0-80mm)	0,15 m		[e0] Natursten, alment
Installationer							
50-60 Installationer og belysning							
20.6 Installationer under jord							
	501_Metalrør i jorc						[h1] Metal/Støbejern og sr
	502_Fleksible plastrør i jorc						[n6] Asfalt (bitumen), gum
	503_Hårde plastrør i jorc						[n6] Asfalt (bitumen), gum
20.5 Installationer over jord							
	504_Brønde						[h1] Metal/Støbejern og sr
	505_Riste (nedløbsriste støbejern 50 kg)						[h3] Metal/Støbejern og sr
20.4 Belysning	602_Belysning	Belysningsmast					[h1] Metal/Støbejern og sr
Beplantning							
81 Beplantning							
	811_Træbeplantning type 1 (Træ i åbent muldbed)			Træ			
	812_Buskbeplantning Fx bog, avnbøg, lind, eg, liguster, taks, buksbum, rhododendron			Busk			
	813_Muldlag Fx muld i terræn, plantebede			Muldjord / jord generel			
	814_Bunddække og stauder Fx vedbend, vinca, vinterglans, kranstop, prydgæs, geranium, hosta			Stauder			
	815_Fladebeplantning / græsarealer Fx sået græs, rullegræs			Græs			
Inventar							
20.7 Trapper og ramper	205_Trapper og ramper i terræn			Initustøbt beton			[f2] Afbundne mørtler/Cem
20.8 Fast inventar							
20.9 Øvrige							

Skabelon

Affaldshieraki (nuværende håndtering)		Materialeatlas (egnet til genbrug?)
		Det er ikke lovligt at genbruge/genanvende
		Muligt at genbruge/genanvende, men test af problematiske stoffer
		Klar til genbrug/genanvendelse uden behov for test
		Ikke teknisk muligt at genbruge/genanvende
		Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
		Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
		Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
mentmørtel og beton	Nyttiggørelse (nedknusning til vejfyld m.m)	Mulighed for direkte genbrug
mentmørtel og beton	Nyttiggørelse (nedknusning til vejfyld m.m)	Kun ved opskæring af stykker - ellers ikke teknisk muligt
tjære	Nyttiggørelse (tilslag nyt asfalt)	
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
tjære	Nyttiggørelse (tilslag nyt asfalt)	
bitumen	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet (OBS p	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
tjære	Nyttiggørelse (tilslag nyt asfalt)	
bitumen	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet (OBS p	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
mentmørtel og beton	Nyttiggørelse (nedknusning til vejfyld m.m)	
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
mi, plast etc/Gummi	Køres som plast (SOLUM) - nok til genanvendelse	
mi, plast etc/Gummi	Køres som plast (SOLUM) - nok til genanvendelse	
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
mentmørtel og beton	Nyttiggørelse (nedknusning til vejfyld m.m)	Mulighed for direkte genbrug
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
mentmørtel og beton	Nyttiggørelse (nedknusning til vejfyld m.m)	Mulighed for direkte genbrug
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
mentmørtel og beton	Nyttiggørelse (nedknusning til vejfyld m.m)	Mulighed for direkte genbrug
	Nyttiggørelse (evt. nedknusning af samlet mængde til ny bundsikring/opfyld)	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse (nedknusning til vejfyld m.m)	Mulighed for direkte genbrug
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Køres som jord (nyttiggørelse/deponering i støvbolde)	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
mentmørtel og beto	Nyttiggørelse (nedknusning til vejfyld m.m)	Mulighed for direkte genbrug
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis andet	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Nyttiggørelse - kommer an på renheden, ellers køres som jord - god dialog med modtager hvis anc	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
medejern	Nyttiggørelse (omsmeltning)	Omsmelting - evt. mulighed for genbrug
mi, plast etc/Plast og syntetiske fib	Nyttiggørelse (køres som plast - granuleres til ny plast (formodentligt)	
mi, plast etc/Plast og syntetiske fib	Nyttiggørelse (køres som plast - granuleres til ny plast (formodentligt)	
medejern	Nyttiggørelse (omsmeltning)	Mulighed for direkte genbrug
rustfrit stål	Nyttiggørelse (omsmeltning)	Mulighed for direkte genbrug
medejern	Nyttiggørelse - lyskilden skal ud - stang køres til - som stål (der gøres alt for at undgå store mængder elektro	Mulighed for direkte genbrug
	Have/organisk affald til flis nyttiggørelse - enten brændes flis (nyttiggørelse) eller benyttes som flis (genanve	Mulighed for direkte genbrug (snak med gartner)
	Have/organisk affald til flis nyttiggørelse - enten brændes flis (nyttiggørelse) eller benyttes som flis (genanve	Mulighed for direkte genbrug (snak med gartner)
	Køres som jord (nyttiggørelse/deponering i støvbolde/rens hvis meget forurene	Test af problematiske stoffer / sikring af bæreevne
	Have/organisk affald til flis nyttiggørelse - enten brændes flis (nyttiggørelse) eller benyttes som flis (genanve	Mulighed for direkte genbrug (snak med gartner)
	Køres som jord (nyttiggørelse/deponering i støvbolde	
mentmørtel og beton	Nyttiggørelse (hvis stål så nyttiggørelse ved omsmeltning)	Mulighed for direkte genbrug
	Videresalg (hvis ikke muligt - småt brændbart/stål (nyttiggørelse)	Mulighed for direkte genbrug

Om os

Tredje Natur

TREDJE NATUR er drevet af et ønske om forandring gennem arkitektur. Vores mission er at skabe varig effekt gennem vores arbejde og skabe menneskelige svar på menneskeskabte problemer.

Det centrale i firmaets praksis er en forpligtelse til at reagere på klimaet og miljøets udfordringer. Vi bygger bro mellem natur og byudvikling ved at arbejde på tværs af alle skalaer, fra individuelle bygninger til omfattende byudviklinger.

Vores dedikation til bæredygtighed og robusthed inspirerer os til kontinuerligt at innovere. Gennem samarbejde og gennemsigtighed sigter vi mod at forme en fremtid, hvor mennesker sameksisterer bæredygtigt med naturen og vores omgivelser til gavn for miljøet, samfundet og økonomien.

Enemærke og Petersen

ENEMÆRKE & PETERSEN er en landsdækkende entreprenørvirksomhed som er markedsledende indenfor renovering af almene boliger og har omfattende erfaring med renovering af bl.a. skoler, daginstitutioner og andels- og ejerforeninger.

Enemærke & Petersen udfører nybyggerier, herunder offentlige institutioner og virksomheder og har høje referencer for renoveringsprojekter.

Realdania

REALDANIA har støttet projektet i forbindelse med netværkssamarbejdet Circular Built Environment Network (CBEN) i det særlige call "Company Collaboration".

TREDJE NATUR



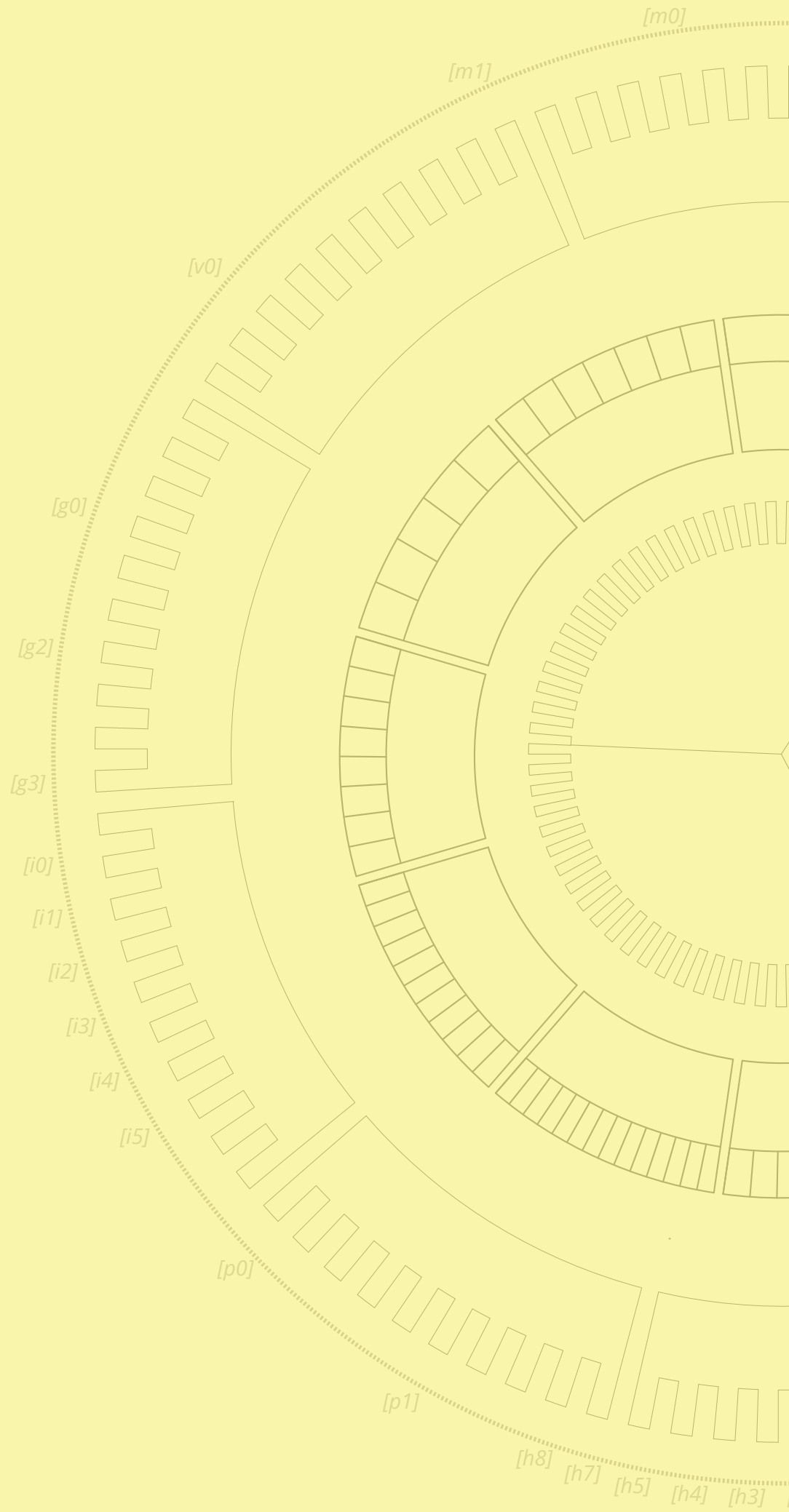
Realdania

Referencer

Referencer:

1. Problemstilling (side 7). Citat: Anne Skovbro fra artikel i Børsen.
Kilde: <https://borsen.dk/nyheder/baeredygtig/by-havn-skal-til-at-vaelge-mellem-herlighed-og-klima>
2. Formål (side 9), The value hill. Oversat til dansk til projektet.
Kilde: <https://inchainge.com/knowledge/sustainability/the-value-hill-circular-economy/>
3. Baggrund (side 17). Baggrund for nærværende projekt.
Kilde: Den nationale strategi for Bæredygtigt Byggeri. April 2021
4. Matriklens lag (side 21). Vejledning om den frivillige bæredygtighedsklasse.
Kilde: <https://www.ft.dk/samling/20191/almDEL/bou/bilag/94/2218879.pdf>
5. Jord, grus, sand. (side 25). Kalkstabilisering
Kilde: <https://www.arkil.dk/kalk-hjaelper-anlaegsprojekter-hurtigere-paa-vej>
- 6., Jord, grus og sand (side 26). 26 km lerjordsvægge
Kilde: Johan Kleis, énjord.dk Omregningsfaktor fra løsjord til lerjordsvæg: 0,5 kubikmeter jord = 1 m² vægflade af lerjordsvæg med dybde på 0,3m.
7. Jord, grus og sand (26). Lerjordsvægge til støjvægge.
Kilde: <https://www.dagensbyggeri.dk/artikel/118742-ny-slags-stojskaerme-pa-vej-af-lerstam-pet-overskudsjord-fra-byggeprojekter>
8. Jord, grus og sand (side 27). Partnerskab for cirkulær jord- og ressourcehåndtering.
Kilde: <https://gate21.dk/projekt/partnerskab-for-cirkulaer-jord-og-ressourcehaandtering/>

9. Betonfliser (side 30) Dansk Beton - belægningsgruppen.
Kilde: https://tct.dk/media/m0mo2dls/belaegningshaandbogen2014_net.pdf
10. Beplantning. (side 33) Potentiale for biodiversitet
Kilde og foto: Tredje Natur.
11. Beplantning. (side 35) Potentiale for biodiversitet.
Kilde: <https://www.letbanen.dk/nyheder/2018/34-langs-med-banen-gods-banejord/>
Foto kredittering: fotograf Jens Hasse, Chili Foto & Arkiv for Aarhus Letbane I/S.
12. Asfalt og gummi (side 36). Bitumenstabiliseret Materiale.
Kilde: <https://www.teknologisk.dk/ydelser/bitumen-stabiliseret-materiale-bsm/41375>
13. Plast (side 38). CO2 besparelse.
Kilde: <https://pvc.dk/pvc-i-samfundet/klima-energi/>
14. Plast (side 38). Citat.
Kilde: <https://klimatorium.dk/>
15. Plast (side 39). WUPPI
Kilde: <https://wuppi.dk/> og <https://pvc.dk/pvc-i-samfundet/klima-energi/>
16. Belysning (side 40). Oplysninger er fra E&P intern viden og interviews med Fischer Lighting.
Kilde: <https://www.fischer-lighting.com>
17. Træ (side 43)
Kilde: "Materialer i den cirkulære økonomi: Træ". Teknologisk Institut 2019.
18. Resultat (side 53). Roskilde kommune, City Loops beregner.
<https://www.roskilde.dk/da-dk/om-kommunen/udvikling-og-projekter/byggeri-og-renovering-i-kommunen/baeredygtigt-byggeri/>



TREDJE NATUR

