



PARADIGMESKIFTE I RÅSTOFFORVALTNINGEN

Del 2:
Hvordan realiseres
bæredygtig råstofforvaltning?

RAPPORTEN ER UDARBEJDET FOR

Region Syddanmark

FORFATTERE

Maja Johannessen
Thomas Thorin

PROJEKTGRUPPE FRA METABOLIC

Maja Johannessen
Thomas Thorin
Beth Gillies
Martin Tauber
Victor Nielsen

DESIGN

Marta Sierra Garcia
Sunniva Unneland
Asia Jackowska

PROJEKTGRUPPE FRA REGION SYDDANMARK

Kristoffer Schrøder
Camilla Bjerre Scheffel
Trine Sommer Korsgaard



INDHOLD

01. RESUMÉ	4
02. INTRODUKTION	13
03. ANALYSE	18
FORSYNING OG FORBRUG	19
Brug og forekomster	20
Værdikædeanalyse	26
Opsamling	30
EFFEKTER I VÆRDIKÆDEN	31
Klima	33
Levesteder	39
Opsamling	42
INITIATIVER I VÆRDIKÆDEN	43
Cirkulære muligheder i veje og anlæg	45
Cirkulære muligheder i bygninger	50
Bedre data kan styrke omstillingen	58
Initiativer i hele værdikæden	60
Opsamling	62
04. KONKLUSION & ANBEFALINGER	64
Litteratur	69

RESUMÉ

RESUMÉ

INTRODUKTION

ANALYSE

OPSAMLING



BÆREDYGTIG RÅSTOFFORVALTNING

Baggrund

Regionerne er myndighed på råstofområdet. De har ansvaret for at lave råstofplaner, der udstikker de overordnede retningslinjer for råstofindvinding på land, og fastlægger grave- og interesseområder. I 2020 udarbejder Region Syddanmark en ny råstofplan, der giver mulighed for at nytænke råstofforvaltningen i tråd med FN's verdensmål.

To delrapporter er blevet udført, med det formål at understøtte regionen i at gennemføre dette paradigmeskift ved at besvare følgende spørgsmål:

- **Hvad er bæredygtig råstofforvaltning?**
- **Hvad er de konkrete udfordringer i den nuværende råstofforvaltning med hensyn til bæredygtighed?**
- **Hvordan bør regionen sætte ind for at drive en positiv omstilling til bæredygtig råstofforvaltning?**

Den første delrapport "Del 1: Hvad er bæredygtig råstofforvaltning?", definerer seks grundlæggende principper for den bæredygtige råstofforvaltning. Denne rapport, "Del 2: Hvordan realiseres bæredygtig råstofforvaltning?", udbygger disse principper, og svarer på hvordan disse principper kan opfyldes eller underbygges, så de senere kan realiseres fuldt ud. Rapporten indeholder tre analysedele:

Forsyning og forbrug: Kortlægning af nuværende indvindingsaktiviteter indenfor Region Syddanmark, samt værdikæden for de råstoffer der indvindes i regionen.

Effekter i værdikæden: Undersøgelse af hvilke råstofaktiviteter i værdikæden der har størst miljøeffekt.

Interventioner i værdikæden: Identificering og analyse af initiativer der er væsentlige for at drive omstillingen til en bæredygtig forvaltning af råstoffer i hele værdikæden.



HVAD ER BÆREDYGTIG RÅSTOFFORVALTNING?

Bæredygtig råstofforvaltning

Fremadrettet bør råstofforvaltningen anlægge et værdikædeperspektiv og medtage de aktiviteter og produkter, som råstofferne indgår i.

Definitionen på en bæredygtig råstofforvaltning lyder i denne rapport således:

En bæredygtig råstofforvaltning arbejder for en resilient økonomi, hvor målet er at sikre at fremtidige generationers behov ikke kompromitteres. Gennem samarbejde med aktører i hele værdikæden og udvikling af nye cirkulære løsninger udfases brugen af nye ikke-fornybare råstoffer.

Principperne for bæredygtig råstofforvaltning

Principperne udbygger forståelsen af, hvad bæredygtig råstofforvaltning dækker over. De fremsætter seks arketyperiske idealtilstande, der adresserer jordens naturlige begrænsninger for økonomisk aktivitet, og de implementeringstilgange der skal sikre en effektiv omstilling.

MILJØ OG RESSOURCER



LEVESTEDER

Råstofforvaltningen understøtter at levesteder for planter, dyr og mennesker beskyttes, og forbedres.



KLIMA

Råstofforvaltningen er CO₂-neutral, og samarbejder aktivt med aktører i hele værdikæden om klimatilpasning og at reducere udledninger.



FORBRUG

Råstofforvaltningen understøtter, at økonomisk aktivitet i regionen afkobles fra indvinding af nye råstoffer.

IMPLEMENTERING



TRANSPARENS

Råstofforvaltningen gør data og viden åbent tilgængeligt, og samarbejder aktivt med relevante interessenter på tværs af værdikæder og landegrænser.



RESILIENS

Råstofforvaltningen understøtter, at virksomheder og ansatte i indvindingsektoren og berørte sektorer bliver klar til omstillingen til en cirkulær økonomi.



BORGERRETTIGHEDER

Råstofforvaltningen sikrer en demokratisk og gennemsænkkelig proces med henblik på effektiv varetagelse af samfundsmæssige behov.

EFFEKTER OG MULIGHEDER

Region Syddanmark indvinder omkring 6,4 millioner m³ sand, grus, sten og ler årligt, og regionen er stort set selvforsynende - dog med en intern asymmetri. Grundet råstoffernes geologiske placeringer er der en vis asymmetri i hvor råstofferne forbruges, og hvor de indvindes. Dette gælder både i regionen og på landsplan, hvor især byområder i stigende grad må importere råstoffer fra fjernere råstofgrave.

Råstofforvaltningens centrale udfordring er, at råstoffer ikke er fornybare. Som de nuværende udlagte graveområder tømmes, skal nye områder udvælges. Nye graveområder vil til stadighed blive lagt mindre fordelagtige steder, der kan øge transportlængden eller optage områder, hvor der f.eks. kan være særlige natur- og kulturinteresser. På nuværende tidspunkt er den samfundsøkonomiske omkostning ved råstoftransport i regionen 34 millioner kroner årligt. Med nuværende tendenser forventes denne omkostning at stige.

Det samlede CO₂-fodafttryk for slutprodukter er 30 gange større end for indvinding og transport. Slutprodukter står for et CO₂-fodafttryk på omkring 590.000 ton. Det er omkring 30 gange så meget som det samlede CO₂-fodafttryk for indvinding og transport. Ønsker man i råstofforvaltningen at minimere råstoffs klimaeffekt, er det nødvendigt at medtage de indirekte effekter i råstoffernes værdikæde.

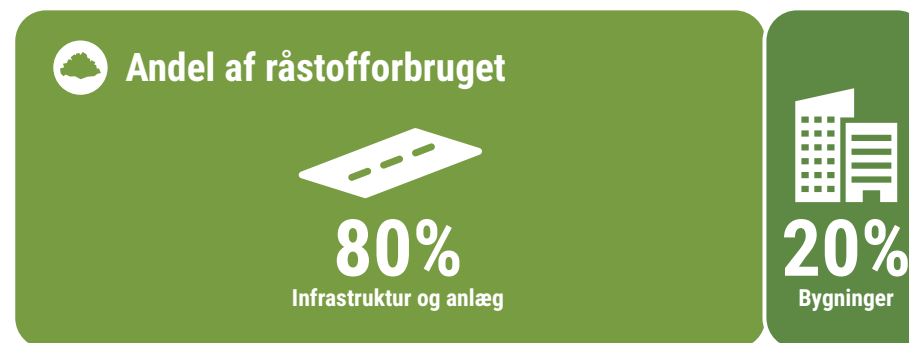
Initiativer rettet mod transportinfrastruktur, er yderst vigtige for at reducere forbruget og negative effekter. Veje og anlæg står for 80 procent af råstofforbruget i regionen. Det inkluderer blandt andet råstoffer til vejfyld (68 procent) og betontilslag (4 procent).



Veje og anlæg står for 65 procent af CO₂-fodafttrykket i de slutprodukter hvor råstoffer indgår. Byggeriet er den største aftager af beton, men fordi en betragtelig mængde beton også går til anlægsbyggeri, er det stadig vej- og anlægsbyggeriet, der står for den største del af det samlede CO₂-fodafttryk.

Udbygning af transportinfrastruktur er hovedsagligt politisk bestemt, og beslutningsgrundlaget bør inkludere råstofhensyn. Forbruget af råstoffer i veje og anlæg kan reduceres gennem forskellige anlægsløsninger. Det væsentligste reduktionspotentiale for veje og anlæg er dog knyttet til den politiske beslutningsproces. Blandt andet kan der stilles større krav om at undersøge alternative mobilitetsløsninger. Derudover bør man inkludere beregninger af samfundsomkostningen, der er forbundet med at udtømningen af ikke-fornybare råstoffer øges.

Råstoffer i veje kan genvindes, men reduktion bør stadig være en prioritet. Råstoffer i vejfyld kan under de rette omstændigheder genvindes og genanvendes direkte. Det betyder at råstofferne ikke går til spilde, men da anlæg af veje har en række andre negative konsekvenser, bør udbygningen stadig minimeres. Det kan ske gennem nye anlægsmetoder, samt ved at sætte langsigtede politiske reduktionsmål, der kan fremskynde omprioritering på mobilitetsområdet.



MULIGHEDER FOR MINDRE BETON I BYGGERIET

At mindske forbruget af beton er en kerneprioritet for at reducere råstofforbruget og klimaeffekter. Betonproduktion står for 1/5 af råstofforbruget og over 3/5 af CO₂-fodaftrykket.

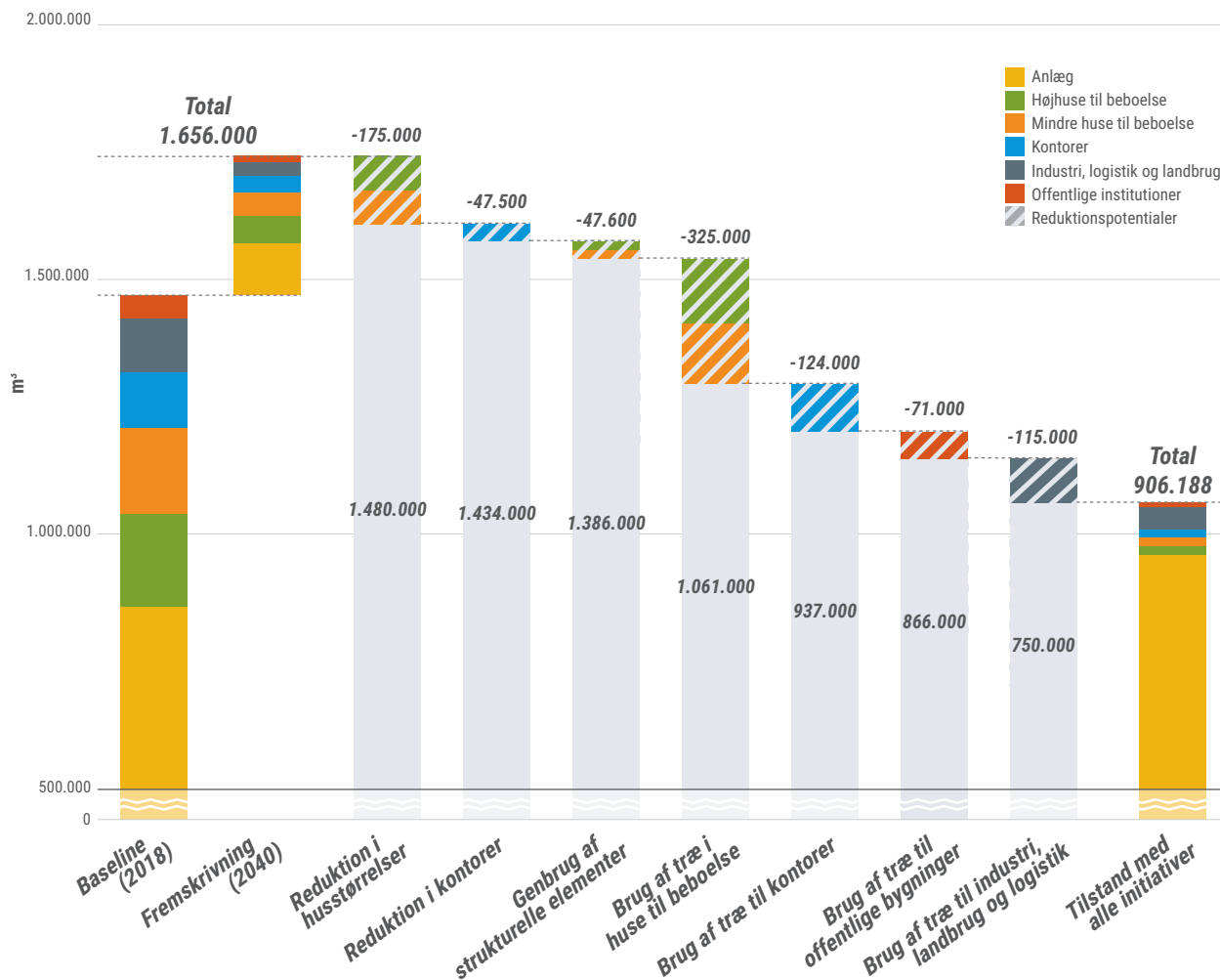
Beton genanvendes, men erstatter ikke ny beton.

Omkring 90 procent af byggeaffaldet i Danmark genanvendes, ved at betonen knuses og bruges som vejfyld. Dermed mindskes brugen af nye råstoffer i vejfyld, men det reducerer ikke forbruget af ny beton, der har langt mere problematiske effekter.

Forbruget af beton i byggeriet kan reduceres gennem bedre planlægning, design og ved anvendelse af nye materialer. Den mest effektive reduktionsløsning er selvfølgelig at mindske nybyggeri. Derudover er der også potentiale for at udnytte byggede kvadratmetre mere effektivt, genbruge betonelementer og at bruge andre materialer såsom træ.

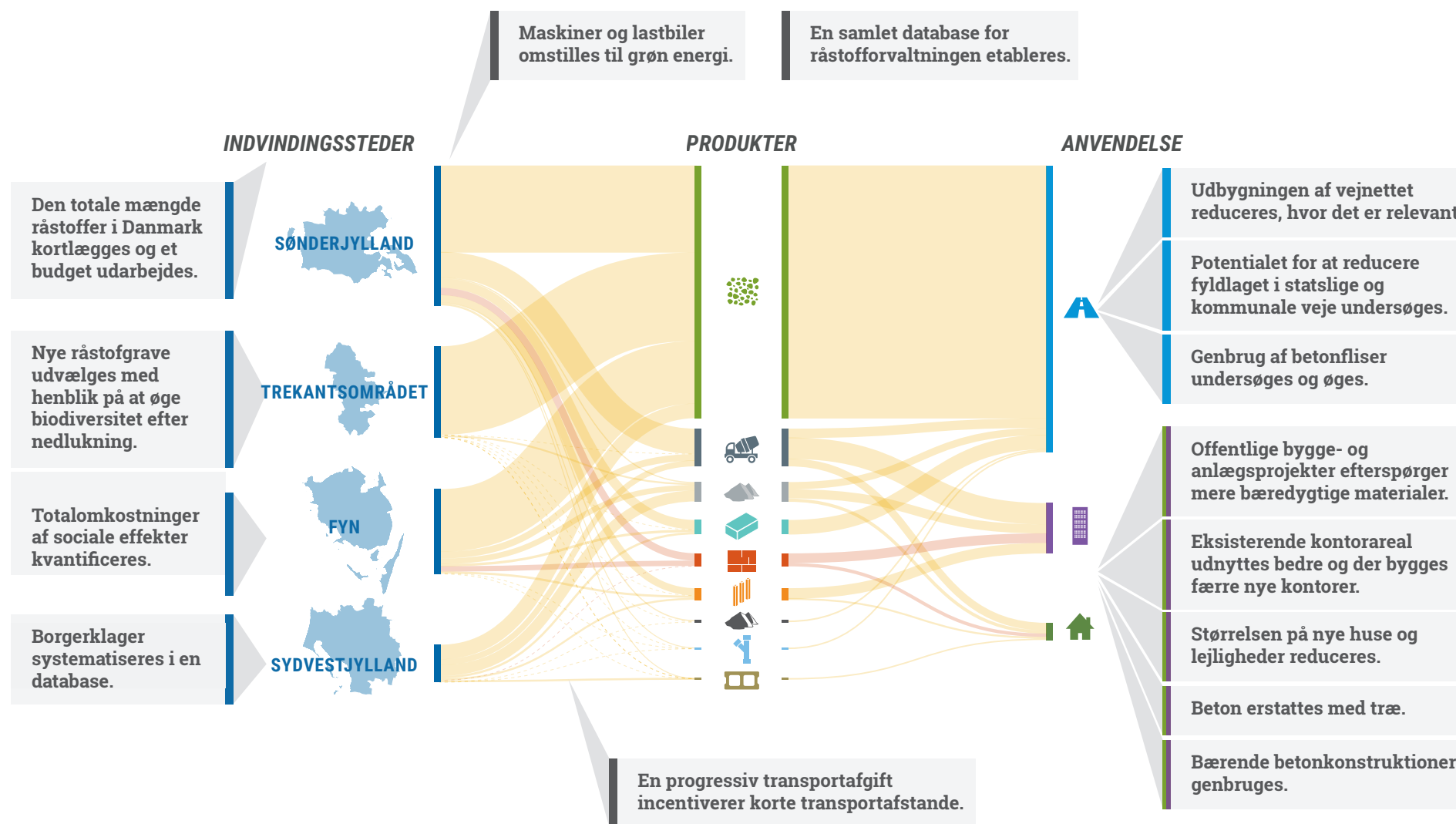
Denne analyse beregner fire typer af initiativer, der samlet reducerer forbruget af betontilslag med 55 procent. Det sker ved at udnytte kvadratmeterne bedre og benytte mere bæredygtige materialer (se figur til højre). Initiativerne inkluderer reduktion af det gennemsnitlige boligareal, genbrug af betonelementer, optimeret brug af kontorer og substitution af beton med træ. Resultatet er et estimat, der afhænger af implementeringsgraden, samt hvilke løsninger der medregnes.

På næste side gives et overblik over eksempler på mulige initiativer i hele værdikæden.



Figur med forbrug af betontilslag til anlæg og byggeri og reduktioner ved mulige initiativer fordelt på forbrugsområder (se side 52).

EKSEMPLER PÅ INITIATIVER I HELE VÆRDIKÆDEN



HVORDAN KAN PRINCIPPERNE REALISERES?

I denne rapport blev det undersøgt hvordan bæredygtig råstofforvaltning kan realiseres på linje med de seks principper. Nedenfor opsummeres de væsentligste konklusioner og refleksioner for hvert princip.



LEVESTEDER

Råstofforvaltningen understøtter at levesteder for planter, dyr og mennesker beskyttes og forbedres.

Råstofgrave kan, hvis de efterbehandles korrekt, øge den lokale biodiversitet og styrke områdets generelle attraktivitet. Råstofforvaltningen bør derfor udvælge områder, der på sigt kan drage fordel af råstofindvinding. For øjeblikket er det ikke indenfor regionens handlerum at stille specifikke krav til naturforøgende efterbehandling. Dette må derfor sikres gennem samarbejde med kommuner og lodsejere.

Råstofgrave optager kun 0,1 procent af Region Syddanmarks areal, og har derfor en relativ lille direkte negativ effekt på naturområder. Når råstoffer indgår i veje og bygninger, optager de et langt større areal (12 procent af Danmarks landareal), da disse områder er spredt mere ud, og akkumuleres over tid. De negative effekter af råstoffer senere i værdikæden kan minimeres ved blandt andet at lave vildtdyrskorridorer under vejene og grønne korridorer i byerne. Det væsentligste initiativ, som regionen bør søge at påvirke gennem samarbejder, er at undgå en unødigt udbygning af veje og byer.



KLIMA

Råstofforvaltningen er CO₂-neutral, og samarbejder aktivt med aktører i hele værdikæden om klimatilpasning og at reducere udledninger.

Direkte klimaeffekter af råstofindvinding er knyttet til selve indvindingsarbejdet (ca. 10.100 ton) og transporten af råstoffer (ca. 8.400 ton). CO₂-neutralitet kan teoretisk opnås gennem omlægning til grønne energikilder, såsom el og biodiesel, samt off-setting ved at plante træer eller på anden måde binde en mængde CO₂, som tilsvarende udledninger ved indvindingsprocessen.

Indirekte klimaeffekter som forekommer længere nede i råstoffernes værdikæde ved produktion af byggematerialer, er ca. 30 gange større end udledningerne fra indvindingen. Heraf står beton for 62 procent af CO₂-fodaftrykket. CO₂-neutralitet i råstoffernes værdikæde, skal derved opnås gennem reduktion af især betonforbruget, samt erstatning med andre mere bæredygtige materialer. Der er behov for yderligere viden om, hvordan man kan reducere forbruget af beton; blandt andet i veje og anlæg. CO₂-neutralitet i råstoffernes værdikæde, vil på nuværende tidspunkt ikke kunne nås uden massiv brug af off-setting.

HVORDAN KAN PRINCIPPERNE REALISERES?



FORBRUG

Råstofforvaltningen understøtter, at økonomisk aktivitet i regionen afkobles fra indvinding af nye råstoffer.

Råstoffer er ikke-fornybare ressourcer. Derfor er det et grundlæggende princip, at økonomisk velstand kun kan sikres på sigt, hvis det afkobles fra forbruget af nye råstoffer. Det vil tage lang tid at realisere dette princip fuldt ud, da de forbrugende sektorer - veje og anlæg samt byggesektoren - i meget høj grad er afhængige af nye råstoffer.

Genanvendelsesraten for gamle byggematerialer er høj, men disse materialer bliver primært brugt som vejfyld, og erstatter kun en minimal del af forbruget af nye råstoffer. Økonomisk afkobling skal altså opnås gennem en bredere vifte af løsninger, som råstofforvaltningen primært kan understøtte gennem samarbejder. Det inkluderer blandt andet: reducere af udbygningen af vejnettet og størrelsen på nye boliger, samt at bæredygtige biobaserede byggematerialer anvendes langt mere. For at fastlægge det fulde potentiale af en omstilling til biologiske materialer, bør der foretages yderligere undersøgelser af muligheder og barrierer.

Slutteligt skal det sikres at råstoffer, der indgår i nye veje, anlæg og bygninger, kan genvindes og genbruges med den samme funktionelle værdi. For veje er det relativt nemmere, da råstofferne typisk ikke blandes med andre materialer, der forringer deres potentiale for genbrug. Dog behøves en bedre forståelse af, i hvor høj grad råstofferne kontamineres ved brug, og hvordan det kan undgås. I bygninger bliver råstofferne typisk blandet med cement, hvilket gør det markant sværere at genbruge eller genanvende materialerne med høj værdi. Der er således behov for innovation indenfor bygningsdesign, dokumentation, monitorering og genbrug af byggelementer.



TRANSPARENS

Råstofforvaltningen gør data og viden åbent tilgængeligt, og samarbejder aktivt med relevante interessenter på tværs af værdikæder og landegrænser.

Dette princip kan, og bør, realiseres løbende. Mange data er allerede tilgængelige, men burde samles i en overskuelig og brugervenlig database. Visse informationer kan være sværere at indhente, såsom oplysninger om private virksomheders salg af råstoffer. Derudover bør man identificere hvilke data, der er brugbare for andre aktører og tilstræbe at gøre dem offentligt tilgængelige i et passende format, for at understøtte innovation i og omkring råstofsektoren.

Sådanne aktiviteter kan i høj grad ledes og gennemføres af råstofforvaltningen selv, men indhentning af visse data kræver dog også samarbejde, blandt andet med virksomheder.

Efterhånden som mere data genereres, og som råstofsektoren udvikler sig, bør princippet om transparens skærpes og tilpasses til de nye omstændigheder.

HVORDAN KAN PRINCIPPERNE REALISERES?



RESILIENS

Råstofforvaltningen understøtter, at virksomheder og ansatte i indvindingssektoren og berørte sektorer bliver klar til omstillingen til en cirkulær økonomi.

Realiseringen af dette princip er indenfor rækkevidde, hvis den politiske vilje er til stede. Først og fremmest kræver det langsigtede politiske mål, som kan kommunikeres til markedet. Formuleringen af sådanne målsætninger bør informeres af en grundig kortlægning af berørte aktører i hele værdikæden.

Kapacitetsopbygning af virksomheder og ansatte kan for eksempel foregå i samarbejde med brancheorganisationer, kommuner og kommunale jobcentre.



BORGERRETTIGHEDER

Råstofforvaltningen sikrer en demokratisk og gennemskelig proces med henblik på effektiv varetagelse af samfundsmæssige behov.

Dette princip er realiserbart. Der eksisterer allerede initiativer i regionen, som håndterer borgerklager. Denne proces kan optimeres ved, at regionen systematiserer behandlingen af klager og laver en løbende opgørelse og database over indberettede klager og generelle gener for borgere fra råstofgravene.

Derudover bør regionen igangsætte en undersøgelse af de mulige sociale og sundhedsmæssige effekter og samfundsøkonomiske omkostninger af råstofindvinding, for at få en klarere forståelse af, hvordan borgere påvirkes, og hvordan dette yderligere kan minimeres.



INTRODUKTION

BAGGRUND

Regionerne er myndighed på råstofområdet. De har ansvaret for at lave råstofplaner, der udstikker de overordnede retningslinjer for råstofindvinding på land, og fastlægger grave- og interesseområder. Formålet med en råstofplan er at sikre mulighed for udnyttelse af råstoffer, samtidig med at der tages hensyn til natur- og miljøbeskyttelse, byudvikling og infrastruktur.

I Region Syddanmark indvindes 6,4 millioner m³ råstoffer årligt til blandt andet teglfremstilling, betonproduktion og anlægsmaterialer. Cirka 20 procent af det sand, ler, grus og sten, der indvindes på dansk jord sker i Region Syddanmark - hvilket har været nogenlunde konstant gennem de seneste 10 år (Region Syddanmark 2018).

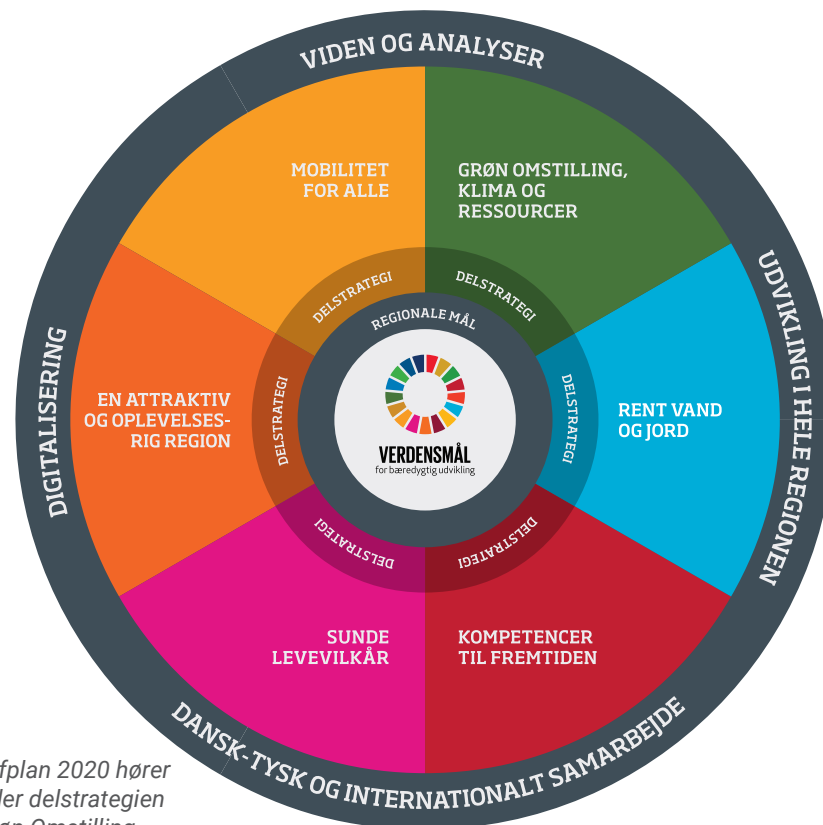
I 2020 udarbejder regionen en ny råstofplan, hvilket giver mulighed for at nytænke råstofforvaltningen i tråd med FN's verdensmål. Planen er en del af regionens udviklingsstrategi i strategisporet 'Grøn omstilling, klima og ressourcer'. Her er opstillet følgende delmål: "Omstilling til mere cirkulær økonomi med mere effektiv brug af ressourcer, herunder råstoffer". Gennem indsatser og udviklingsprojekter vil regionen skabe en bæredygtig råstofforvaltning, som er funderet i FN's verdensmål og regionens klimamålsætninger.

I arbejdet med dette paradigmeskift, er regionen konfronteret med en række fundamentale spørgsmål:

- Hvad er bæredygtig råstofforvaltning?
- Hvad er de konkrete udfordringer i den nuværende råstofforvaltning med hensyn til bæredygtighed?
- Hvordan bør regionen sætte ind for at drive en positiv omstilling til bæredygtig råstofforvaltning?

Formålet med denne rapport er at besvare disse spørgsmål og dermed danne grundlaget for et paradigmeskifte i regionens fremtidige råstofforvaltning. Det første spørgsmål er undersøgt i den første delrapport, "Del 1: Hvad er bæredygtig råstofforvaltning?".

Denne rapport udbygger yderligere forståelsen, og underbygger de seks principper for bæredygtig råstofforvaltning.



Råstofplan 2020 hører til under delstrategien for Grøn Omstilling, Klima, og Ressourcer.

Figur 1

Strategisk ramme for Region Syddanmarks udviklingsstrategi 2020-2023, "Fremtidens Syddanmark".

HVAD ER BÆREDYGTIG RÅSTOFFORVALTNING?

I den første delrapport, "Del 1: Hvad er bæredygtig råstofforvaltning?", opstilles en konceptuel ramme for, hvad bæredygtig råstofforvaltning er. Det udmønter sig i en definition og seks vejledende principper, som ses på denne side.

Den konceptuelle ramme er udviklet på basis af litteraturstudier, og identificerer arketyperiske problemstillinger, som bæredygtig råstofforvaltning skal varetage.

I denne rapport, "Del 2: Hvordan realiseres den bæredygtige råstofforvaltning?", er fokus i overvejende grad miljømæssig. Her er målet blandt andet at kvantificere den nuværende situation i forhold til levesteder, klima og forbrug. Udgangspunktet for denne delrapport er regionens mål om at accelerere den grønne omstilling. Aspekter af mere social karakter, er der dog også taget højde for gennem de overordnede principper og gennem sociale initiativer i rapportens tredje afsnit, "Forsyninger og forbrug".

Definition på bæredygtig råstofforvaltning:

En bæredygtig råstofforvaltning arbejder for en resilient økonomi, hvor målet er at sikre fremtidige at generationers behov ikke kompromitteres. Gennem samarbejde med aktører i hele værdikæden og udvikling af nye cirkulære løsninger udfases brugen af nye ikke-fornybare råstoffer.

MILJØ OG RESSOURCER



LEVESTEDER

Råstofforvaltningen understøtter at levesteder for planter, dyr og mennesker beskyttes og forbedres.



KLIMA

Råstofforvaltningen er CO₂-neutral, og samarbejder aktivt med aktører i hele forsyningskæden om klimatilpasning og at reducere udledninger.



FORBRUG

Råstofforvaltningen understøtter, at økonomisk aktivitet i regionen afkobles fra indvinding af nye råstoffer.

Figur
2

Principperne for bæredygtig råstofforvaltning. Principperne fremsætter seks arketyperiske idealtilstande, og adresser jordens naturlige begrænsninger for økonomiske aktiviteter og de implementeringstilgange der skal sikre en effektiv omstilling.

IMPLEMENTERING



TRANSPARENS

Råstofforvaltningen gør data og viden åbent tilgængeligt, og samarbejder aktivt med relevante interessenter på tværs af værdikæder og landegrænser.



RESILIENS

Råstofforvaltningen understøtter at virksomheder og ansatte i indvindingssektoren og berørte sektorer, bliver klar til omstillingen til en cirkulær økonomi.



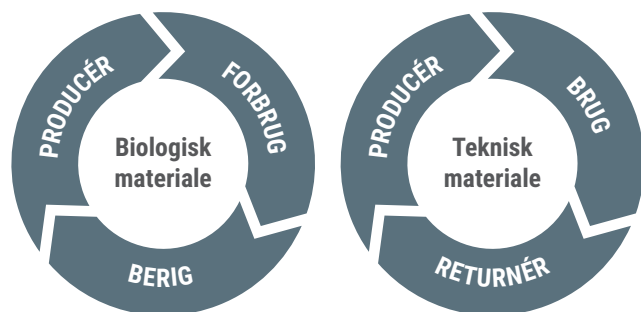
BORGERRETTIGHEDER

Råstofforvaltningen sikrer en demokratisk og gennemsænkkelig proces med henblik på effektiv varettagelse af samfundsmæssige behov.

CIRKULÆR ØKONOMI

Denne rapport anvender perspektiver fra cirkulær økonomi til at identificere udfordringer og muligheder for råstofforvaltningen. Cirkulær økonomi er et koncept indenfor bæredygtighed, der anvender systemtænkning. I denne rapport anvender vi cirkulær økonomi til at udpege problematikker, såvel som at identificere initiativer der kan drive omstillingen til en bæredygtig råstofforvaltning.

Cirkulær økonomi er en ny økonomisk model for vores samfund. Den er formuleret som et bæredygtigt alternativ til den nuværende lineære 'tag, brug og smid væk'-model. I en cirkulær økonomi skabes værdi ved at holde materialer og produkter i 'cirkulation' så længe som muligt. Derved maksimeres udnyttelsen af dem. Samtidig minimeres negative eksternaliteter, såsom forurening, tab af næringsstoffer og klimaforandringer drastisk. Foruden at adressere globale miljøproblemer, skaber denne model også nye væsentlige muligheder for virksomheder; gennem blandt andet innovation, øget indtægt på det enkelte produkt, reduktion af ressourceafhængighed og lignende.



Figur 3 To materialekredsløb.

I en cirkulær økonomi skelnes mellem biologiske og tekniske materialer. Biologiske materialer kan indgå i det naturlige kredsløb igen efter brug, men det kan de tekniske ikke og vil derfor forblive i økonomien. I det tekniske kredsløb vil man derfor også gå fra at 'forbruge' til at 'bruge' materialer.

CIRKULÆRE STRATEGIER I PRIORITERET RÆKKEFØLGE

Gentænk

- 0 Undgå unødvendigt forbrug.** Eliminer efterspørgslen på produktet ved at opfylde pågældende behov gennem alternative løsninger eller omprioriteret planlægning.
- 1 Reducér behovet for nyt.** Maksimer produktets brugsrate og reducér derved behovet for nye produkter. Dette kan man f.eks. gøre ved at 'dele' brugsretten til et produkt gennem nye servicebaserede virksomhedsmodeller.
- 2 Design produktet bedre.** Design produktet så der bruges færre materialer eller materialer med færre negative effekter. Derudover indtænker designet hele produktets livscyklus, så mere effektivt brug, vedligehold, genbrug og genanvendelse understøttes.

Forlæng produktets levetid

- 3 Vedligehold.** Produktet beholder dets funktionelle værdi, f.eks. ved reparation eller opdatering med bedre komponenter.
- 4 Find ny anvendelse.** I stedet for at kassere eller skille produktet ad, finder man en anden anvendelse for produktet med samme funktionelle værdi. F.eks. en gammel industribygning bliver til boliger eller kontorer.
- 5 Genbrug.** Produktet eller dets komponenter bruges igen, uden at disses funktionelle værdi forringes synderligt. Det kan være gamle bygningskomponenter, der indgår i en ny bygning.

Forlæng materialets levetid

- 6 Genanvend.** Produktet skilles ad og materialerne bruges igen ved samme funktionelle værdi.
- 7 Nyttiggør.** Produktets materialer bruges igen, men med en lavere funktionel værdi.

Udfas generelt materialespild som er forbundet med overforbrug, downcycling, forbrænding og deponering.

DENNE RAPPORT

Denne rapport har til formål at klarlægge nuværende aktiviteter relateret til råstoffer i Region Syddanmark, og at identificere initiativer der kan drive omstillingen til en bæredygtig råstofforvaltning.

Analysen anvender et systemisk værdikæde-perspektiv, som har til formål at skabe et holistisk billede af, hvor de største udfordringer og muligheder ligger. Det betyder, at analysen undersøger miljøeffekter og mulige løsninger ved selve indvindingen såvel som i resten af værdikæden. Rapporten indeholder tre analysedele:

1

Forsyning og forbrug

I dette afsnit kortlægges indvindingsaktiviteterne indenfor Region Syddanmark, samt værdikæden for de råstoffer der indvindes i regionen. Herudover undersøges forventningen til det fremtidige behov og de primære drivkræfter for forbruget af råstoffer.

2

Effekter i værdikæden

Her undersøges hvilke råstofaktiviteter på tværs af værdikæden, der har størst miljøeffekt. Dermed undersøger vi de direkte miljøeffekter ved råstofindvinding (inklusive transport), samt de indirekte effekter, der er forbundet med brug af råstoffer i det næste led, f.eks. ved produktion af beton.

3

Initiativer i værdikæden

I dette afsnit undersøges hvilke initiativer, der er væsentlige for at drive omstillingen til en bæredygtig forvaltning af råstoffer. Afsnittet indeholder en dybdegående analyse af, hvordan forbruget af råstoffer kan blive mere cirkulært. Dette fokus er valgt, da forbruget er den væsentligste drivkraft i systemet. Til sidst gives en oversigt over andre væsentlige initiativer, som kan implementeres andre steder i værdikæden.



De seks principper for bæredygtig råstofforvaltning er interrelaterede, men af forskellige karakter. I figur 4 inddeles principperne i to kategorier: 'Miljø og ressourcer' der sætter rammen for tilladelige miljøeffekter af økonomisk aktivitet. 'Implementeringstilgange' der sætter rammen for, hvordan man driver en fair og effektiv omstilling.

Figur
4

De seks principper for bæredygtig råstofforvaltning

Systemtænkning: 2+2=5

Systemtænkning er en holistisk tilgang til at foretage analyser. Et system (f.eks. jorden, en sø, en virksomhed m.v.) består af mange enkeltdele der alle påvirker hinanden, direkte eller indirekte. Summen af systemet er derved dets enkeltdele og deres gensidige afhængigheder. Hermed er den grundlæggende præmis, at intet kan forstås isoleret, men bør betragtes i den større sammenhæng det indgår i.



ANALYSE

Forsyning og forbrug

FORSYNING OG FORBRUG

I dette afsnit kortlægges indvindingsaktiviteter indenfor Region Syddanmark og værdikæden for de råstoffer, der indvindes i regionen. Herudover undersøges forventningen til det fremtidige behov samt de primære drivkræfter for forbruget af råstoffer undersøges.

Første del af analysen fokuserer på behovet for råstoffer i vores økonomi, og fordelene ved at være lokalt selvforsynende. Først og fremmest dannes et overblik over den nuværende tilgang til indvinding af råstoffer, og hvad råstofferne bruges til.

Gennem en materialestrømsanalyse kortlægges råstoffernes værdikæde fra indvinding til anvendelse. Denne kortlægning giver en overordnet forståelse for råstoffernes funktion og værdi, og vil danne grundlaget for de efterfølgende analyser og overvejelser i denne rapport. Resultaterne fra materialestrømsanalysen opsamles i et Sankey-diagram.

Hvad er råstoffer?

I denne rapport refererer begrebet 'råstoffer' til sand, grus, sten og ler. Begrebet anvendes således mere snævert end vanligt. Desuden er råstoffer indvundet til havs ikke inkluderet i analysen.



SAND



GRUS



STEN

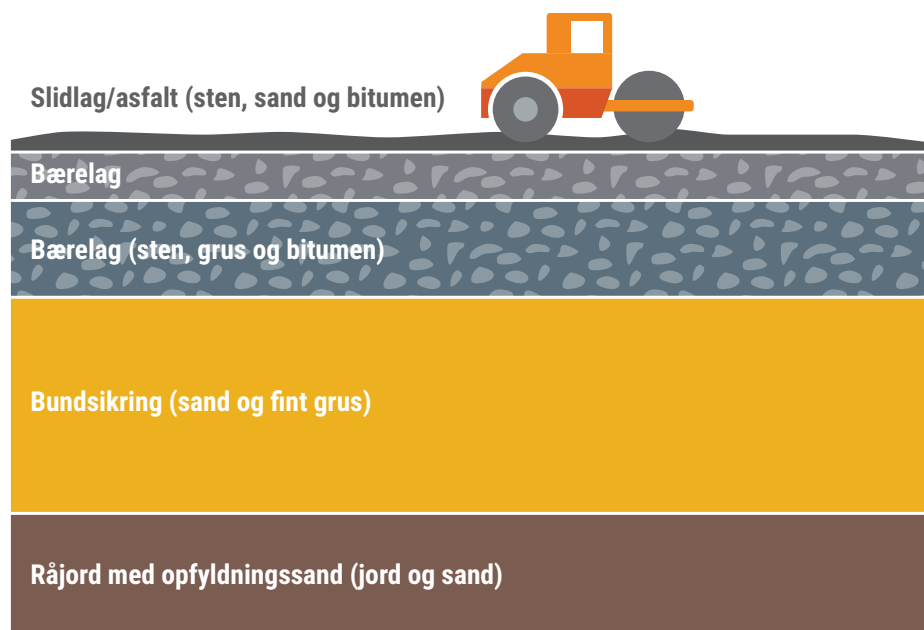


LER

HVAD BRUGER VI RÅSTOFFER TIL?

Sand, grus, sten og ler er essentielle for vores økonomi, da de indgår i veje, broer, anlæg og bygninger.

En almindelig tommelfingerregel er, at omkring 30 procent af råstofferne bliver brugt til bygninger. De resterende 70 procent af råstofferne anvendes i veje og anlæg. Men som det vil fremgå senere, er det billede dog ikke helt så simpelt.

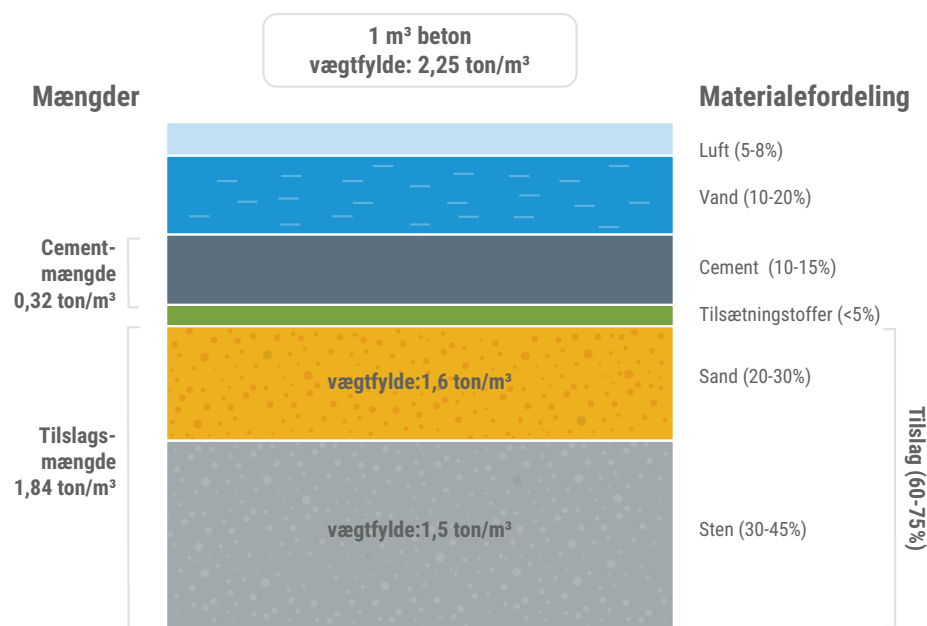


Figur
5

Materialsammensætningen for en vej. Kilde: Vejdirektoratet 2020.

I bygninger indgår de fleste råstoffer i form af betontilslag, dvs. som 'ingredienser' i beton. Bygningernes fundament og struktur er de elementer, der indeholder størstedelen af betonen. Ler indgår også ofte, dog i mindre mængder i form af tegl og mursten til tag og facade.

I veje indgår råstoffer oftest som oparbejdet sand, grus og sten til vejstabilisering i vejaksen under asfalten. Beton indgår også i veje og andre anlæg, men står her for en mindre andel af forbruget.



Figur
6

Materialsammensætningen for beton. Kilde: Vejdirektoratet 2020.

ET LAND BESTÅENDE AF SAND, GRUS, STEN OG LER - INDTIL VIDERE

Danmark er et land med mange råstoffer, og vi er stort set selvforsynende. I 2014 var selvforsyningsgraden i Danmark på 95 procent (GEUS, 2016). På næste side er der et oversigtskort over hvor sand, grus, sten og ler typisk forefindes i Danmark og i Region Syddanmark. Som det fremgår af kortet, er der forekomster af råstoffer de fleste steder i Danmark.

Sand, grus og sten står for 84 procent af indvundne råstoffer på land, men er ulige fordelt med en overvægt i Vestdanmark (DST RST01, 2020). Forekomsterne af sand, grus og sten er størst i den vestlige del af landet, hvorimod ler er mere hyppigt forekommende på landets østvendte kyster samt på Sjælland og Lolland-Falster.

Vi kender ikke til den samlede mængde råstoffer i undergrunden - ej heller deres kvalitet og tilgængelighed. Med det nuværende datagrundlag er det ikke muligt at sige noget om områdernes forsyningshorisont, men det kan give en indikation af hvilke områder i Danmark, der først kommer til at mangle.

Med de nuværende udlagte grave, anslår de danske regioner at der er råstoffer tilbage til mellem 10 og 39 års indvinding (Danske Regioner, 2017). Hinsides denne horisont, vides

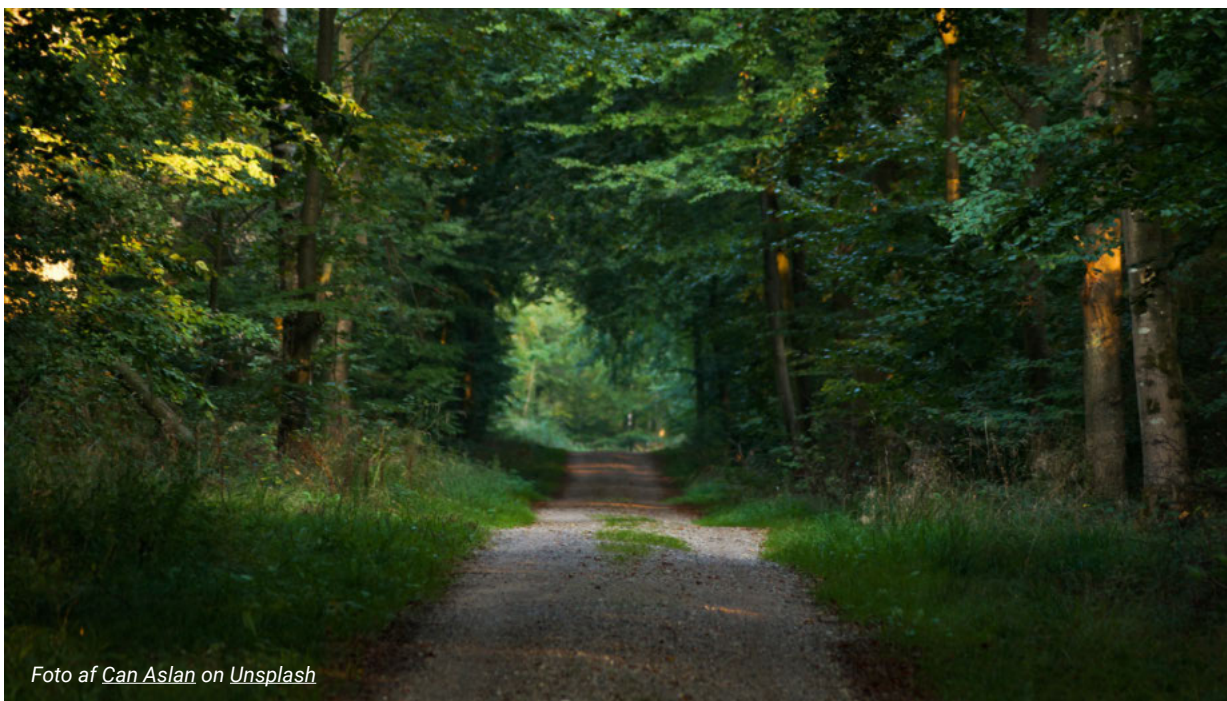
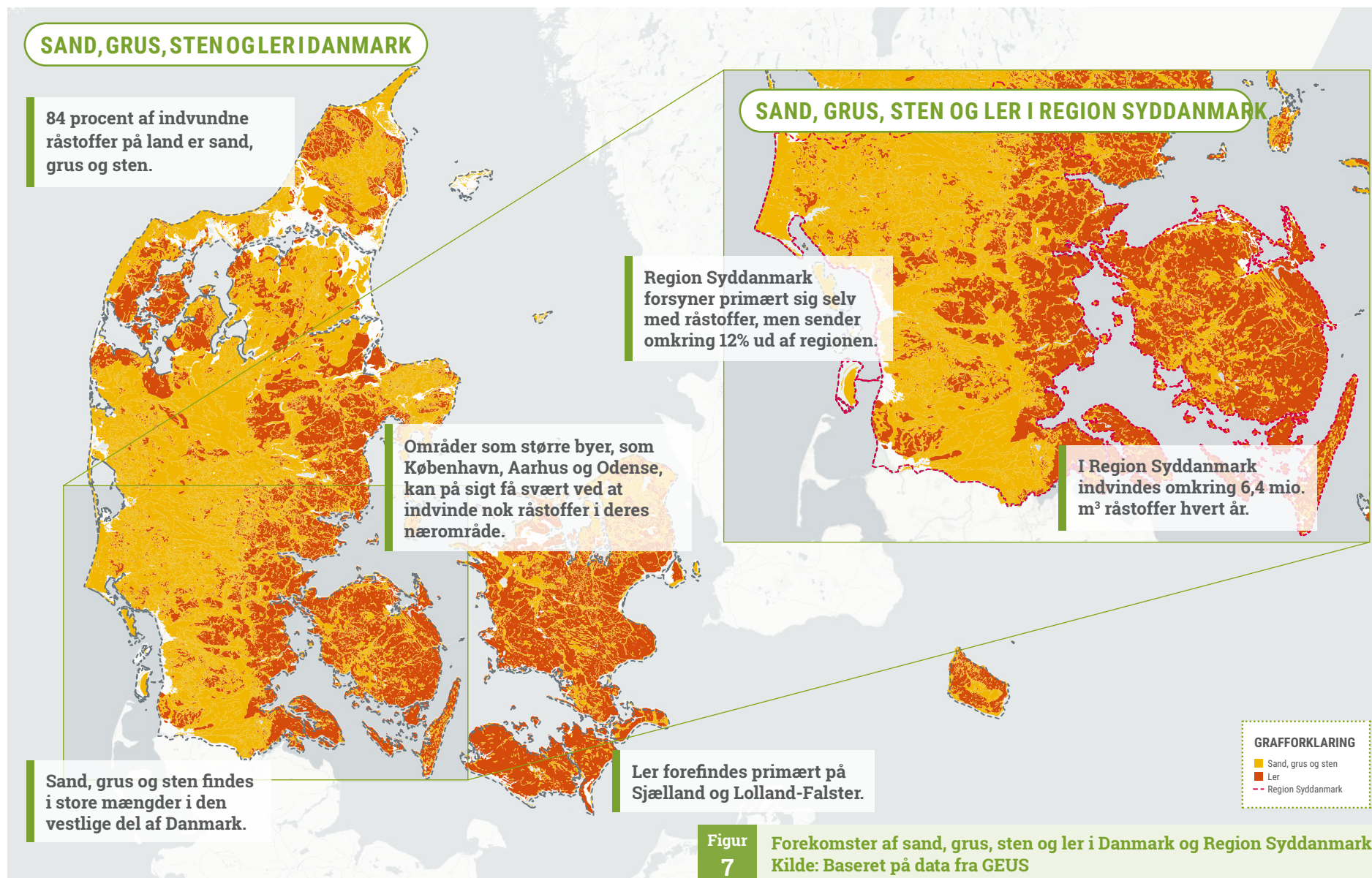


Foto af Can Aslan on Unsplash

det ikke hvor længe endnu, de ikke-kortlagte områder kan møde den danske efterspørgsel. For at klarlægge dette kræver det reelle geologiske undersøgelser af hele den danske undergrund.

Med de nuværende udlagte grave estimeres det at regionerne vil løbe tør for sand, grus og sten i de følgende år (DR, 2018):

- Region Hovedstaden: 2030
- Region Sjælland: 2035
- Region Syddanmark: 2040
- Region Midtjylland: 2053
- Region Nordjylland: 2059



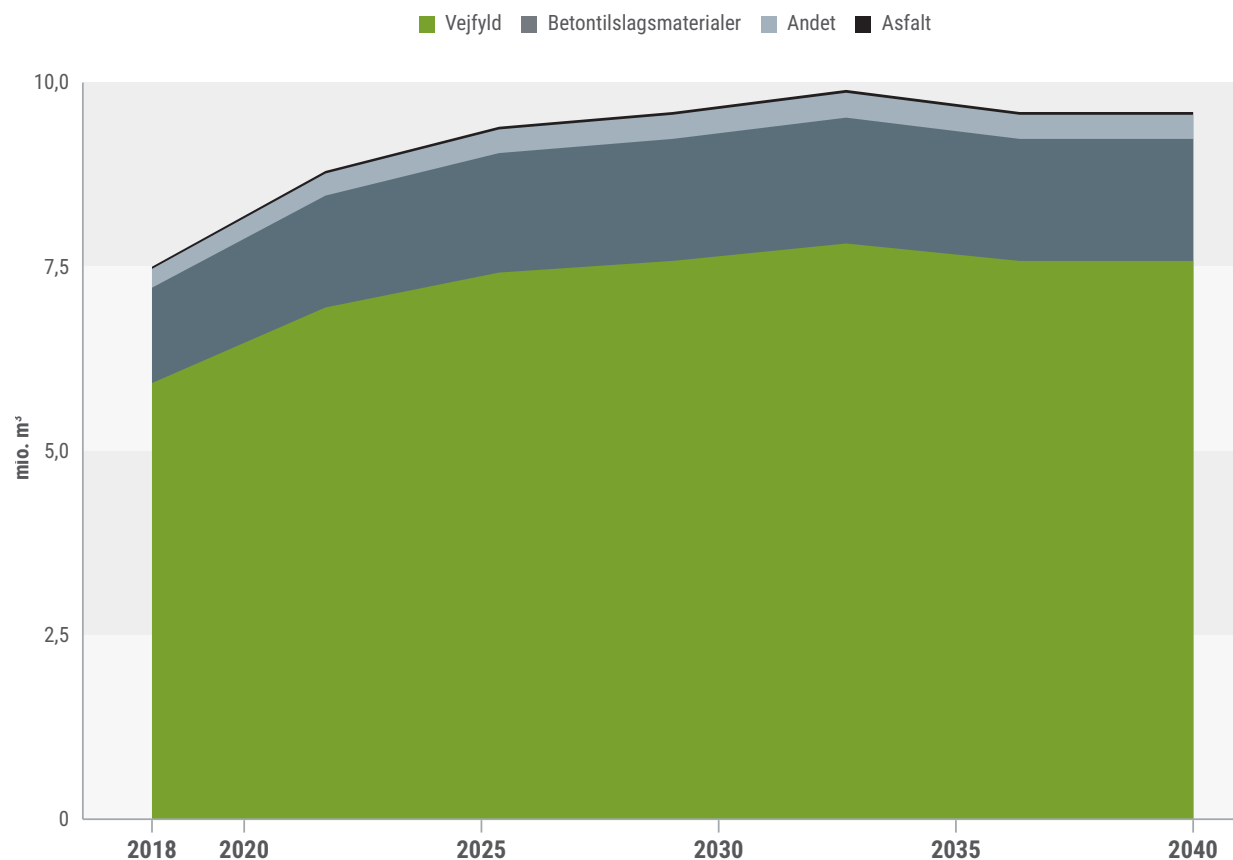
TENDENSEN ER ET FORTSAT ØGET FORBRUG

Forbruget af råstoffer i Danmark og Region Syddanmark er primært knyttet til bygge- og anlægsopgaver, hvor både forbruget og indvindingen af disse råstoffer er styret af de økonomiske konjunkturer (Danske Regioner 2018).

Forbruget af råstoffer vil fortsat stige over de kommende årtier, hvis vi følger det nuværende forbrugsmønster præget af vores lineære økonomi. Ifølge de seneste fremskrivninger af forbruget regnes der med, at økonomien fortsat vil vokse. Vi vil fortsætte vores lineære forbrug af råstoffer i bygninger, veje og anlæg, som primært er baseret på forbruget af jomfruelige mineralske materialer (Niras, 2018b).

Men kurven kan knækkes. Vi kan gennem en række cirkulære initiativer reducere behovet.

Dette kunne inkludere øget genanvendelse og genbrug af byggematerialer, optimeret bygningsdesign, såvel som større strukturelle omprioriteringer ift. arealanvendelse, transportformer og bygningskrav. Disse muligheder vil blive undersøgt yderligere i rapportens tredje del, 'Initiativer i værdikæden'.

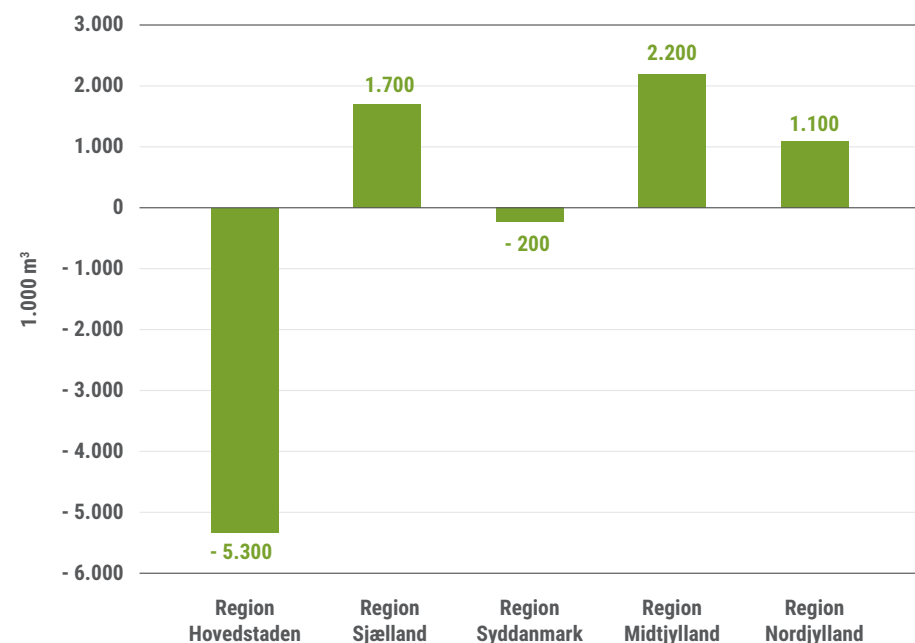


Figur 8 Fremskrevet forbrug af sand, grus og sten fordelt på anvendelse i Region Syddanmark. Dette inkluderer råstoffer invundet på land, på havet og genanvendte råstoffer. Kilde: Baseret på Niras, 2018b og COWI, 2020.

STIGENDE NATIONAL ASYMMETRI

På nationalt plan er der stor asymmetri. Særligt Region Hovedstaden har et stort behov for import. Hovedstadsregionen optager et relativt lille areal, men huser cirka en tredjedel af landets indbyggere. Med en væsentligt mindre grad af sand, grus og sten i undergrunden i forhold til regionens behov, er der en stor uligevægt mellem lokal forsyning og forbrug. Med tiden vil denne asymmetri øges.

Med stigende asymmetri øges transportafstanden, hvilket betyder yderligere omkostninger samt miljø- og klimapåvirkning. Effekten ved transport uddybes yderligere i afsnittet 'Effekter i værdikæden'.



Figur
9

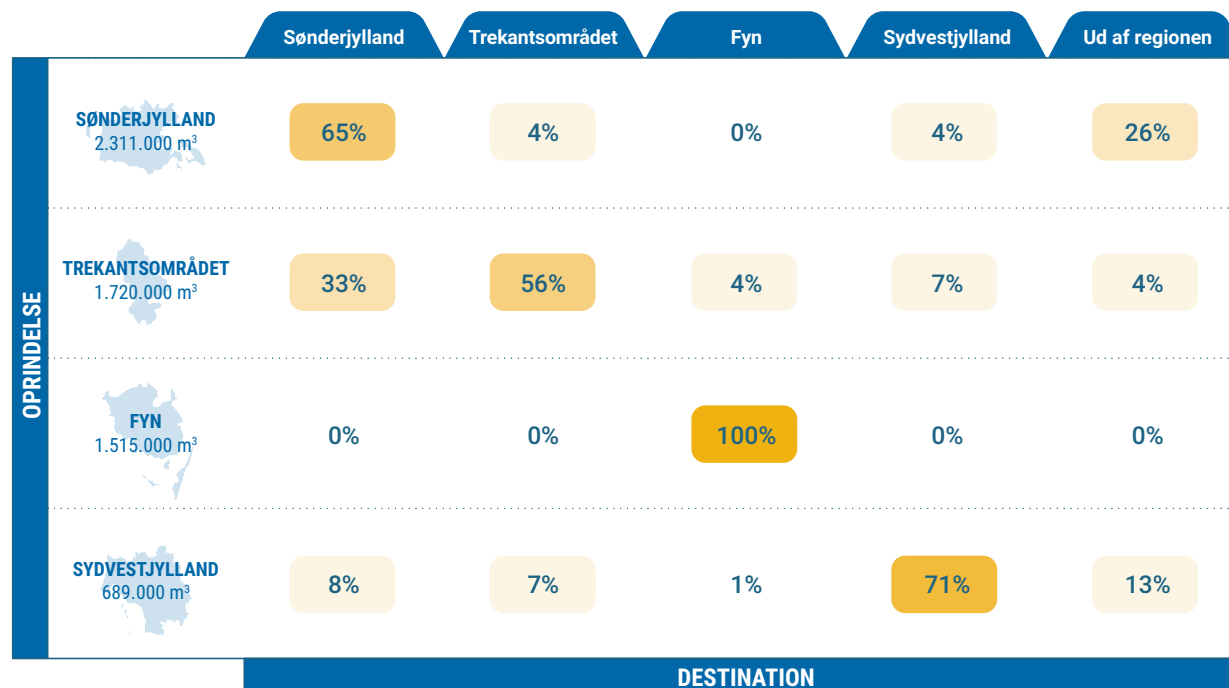
Balancen mellem indvinding og forbrug af sand, grus og sten i de danske regioner. Kilde: Licitationen (2018); DST RST01 (2020).

SELVFORSYNENDE LOKALOMRÅDER

Lokal selvforsyning er en prioritet. Danmark er samlet set selvforsynende med råstoffer, og hver af de danske regioner har fokus på at sikre deres selvforsyning lokalt. I Region Syddanmarks tidligere råstofplaner er det også en ambition, at de enkelte delområder er selvforsynende. Dette har både til formål at styrke det lokale erhvervsliv, ved at sikre stabil og billig forsyning, såvel som at minimere de negative effekter der er relateret til transporten af råstoffer.

Asymmetrisk fordeling af råstoffer og forbrug sætter lokal selvforsyning under pres. Region Syddanmarks delområder opfylder langt hen ad vejen ambitionen om lokal selvforsyning. Som det ses af figur 10, leverer de enkelte delområder primært råstoffer til sig selv.

Sønderjylland er det område, der har den største forekomst af råstoffer, hvilket betyder at de eksporterer til andre delområder og regioner, såsom Nordtyskland. Til gengæld sender Trekantsområdet omkring en tredjedel af sine råstoffer sydpå til Sønderjylland.



Figur
10

Hvor råstoffer fra regionen transporteres til. Kilde: Baseret på COWI, 2020.

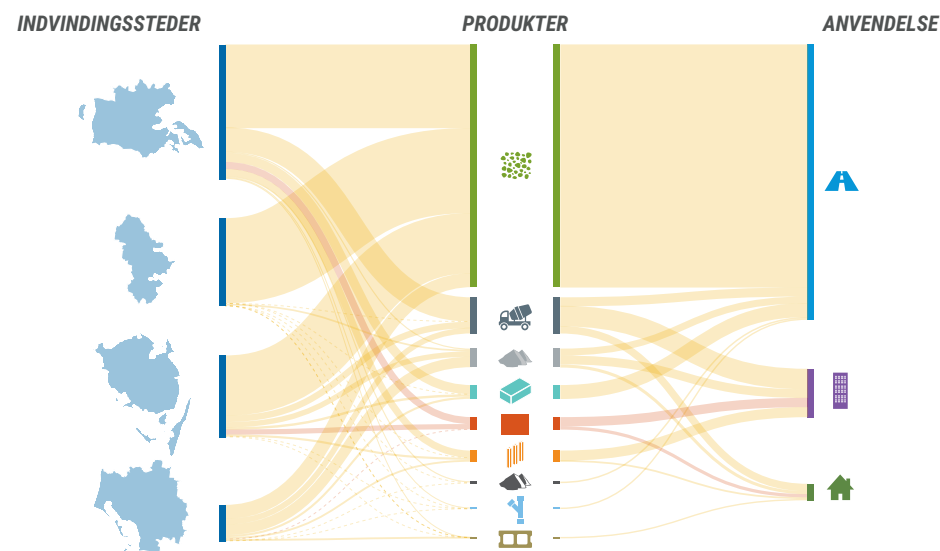
MATERIALESTRØMSANALYSE - FRA INDVINDING TIL ANVENDELSE

SÅDAN LÆSES DIAGRAMMET

På næste side vises resultatet af materialestrømsanalysen, der illustrerer hvor råstofferne indvindes, hvor de forbruges, og hvordan de anvendes. Diagrammet består af tre knudepunkter, som er forbundet med råstofstrømme. Diagrammet læses fra venstre mod højre. Længst til venstre giver det et overblik over mængderne af de forskellige råstofstyper, der bliver indvundet i regionens forskellige delområder. I midten ses hvilke materiale eller produkttyper råstofferne indgår i. Længst til højre ses hvilke anvendelsesområder disse produkter og materialer indgår i (f.eks. veje eller bygninger).

Diagrammet viser hvordan råstoffer bevæger sig gennem værdikæden, men det viser ikke når masser reduceres (f.eks. i forbindelse med teglproduktion) eller når flere materialer tilføjes (som med betonvarer). Der tages heller ikke højde for tab og svind igennem værdikæden.

Diagrammet er baseret på data for indvundne mængder af råstoffer (DST RST01, 2020), regionens transportanalyse (COWI, 2020) og en opgørelse af forbrug af beton fra Dansk Beton (2014).



Figur
11

Fra indvindingssteder til anvendelse.

INDVINDINGSSTEDER

SØNDERJYLLAND
2.450.100 m³

TREKANTSSOMRÅDET
1.720.000 m³

FYN
1.617.000 m³

SYDVESTJYLLAND
695.000 m³



- 34% Sønderjylland
- 26% Fyn
- 19% Trekantsområdet
- 12% Ud af regionen
- 8% Sydvestjylland

PRODUKTER

Vejfyld
4.419.900 m³

Fabriksbeton
726.500 m³

Andet
370.300 m³

Belægningssten
273.800 m³

Tegl
247.000 m³ ler

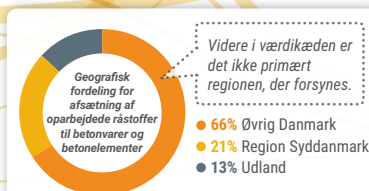
Betonelementer
243.100 m³

Asfalt
145.600 m³

Afløb og brønde
28.000 m³

Betonblokke
28.000 m³

Mængden af "Andet" er steget markant i den nye transportanalyse, og det udgør nu en vigtig del af forbruget.



- 66% Øvrige Danmark
 - 21% Region Syddanmark
 - 13% Udland
- Videre i værdikæden er det ikke primært regionen, der forsynes.

ANVENDELSE

Vej- og anlægsbyggeri
5.183.100 m³

Større byggeri
962.100 m³

Mindre byggeri
337.000 m³

68% af råstofferne går direkte i vejfyld.

I sidste ende ender ca. 80% af produkterne fra regionens råstoffer i veje og anlæg.

37% af betonprodukter går til anlæg.

FORKLARING

- - - Under 50.000 m³
- Sand, grus og sten
- Ler

Figur
12

Sankey-diagram over Region Syddanmarks råstoffer - fra indvinding til anvendelse (2019).

ET INDBLIK I VÆRDIKÆDEN

Region Syddanmark leverer råstoffer til sig selv og til Tyskland

Sønderjylland står for den største andel af råstofindvindingen, og Trekantsområdet er den andenstørste indvinder. Ler bliver hovedsageligt indvundet i Sønderjylland og på Fyn, hvor der er teglværker.

88 procent af de indvundne råstoffer bliver i regionen i første led af værdikæden, men fordeles i nogen grad mellem de forskellige delområder.

10,5 procent eksporteres til Tyskland hovedsageligt - primært fra Sønderjylland - og kun **1,5 procent** bliver sendt videre til de øvrige regioner.

Fyld til veje og anlæg er den største drivkraft for forbruget

Cirka **68 procent** af råstofferne bliver brugt direkte til fyld under veje og anlæg. Det tal ligger tæt på den almindelige tommelfingerregel om 70 procent til veje og anlæg. Medtages den endelige anvendelse i værdikæden, fremgår det, at **80 procent** af råstofferne i sidste ende ender i veje og anlæg.

Nederst i værdikæden forsyner regionen kun i lille grad sig selv

Når man ser på oparbejdede produkter længere nede i værdikæden, er markedet mere nationalt og endda internationalt. Kun **21 procent** af de råstoffer, der oparbejdes til betonvarer og betonelementer, sælges videre indenfor regionen. **65 procent** af disse produkter sendes til andre danske regioner og **13 procent** sendes ud af landet, med Tyskland og Storbritannien som de største aftagere.



Andel af råstofforbruget



80%

Infrastruktur og anlæg



20%

Bygninger



ET INDBLIK I VÆRDIKÆDEN

Tegl er en stor produktkategori

Ler til tegl udgør kun en lille del af den samlede indvinding, men hvis det sammenlignes med andre forarbejdede produkter fra råstoffer, er det faktisk blandt de største kategorier med 247.000 m³.

“Andet” er nu en betydelig kategori

Ligesom tegl er kategorien “andet” også blevet en forholdsvis stor andel af de råstoffer, der ikke anvendes direkte i vejfyld. Denne kategori blev i 2018 opgjort til 0,8 procent af den samlede indvinding (DST, 2018), men med den seneste opgørelse er det steget til **5,7 procent** af det samlede forbrug. Dette forbrug går til blandt andet sandkasser, kosand og golfbaner.

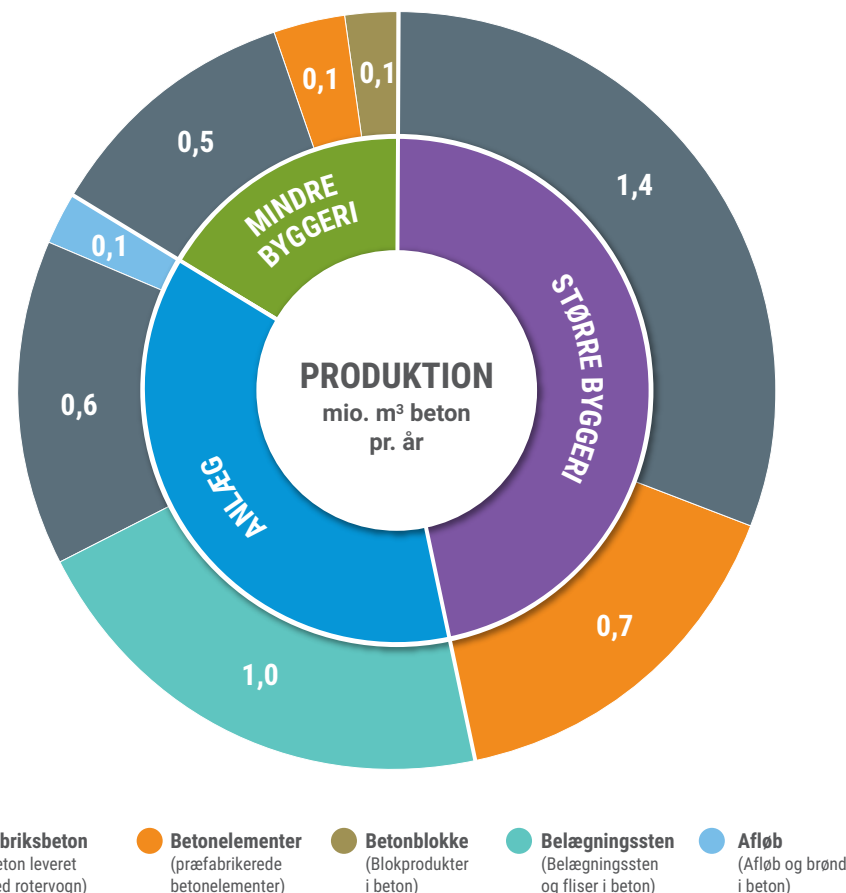
Der er dog behov for at forstå dette forbrug bedre, så muligheder for cirkulære løsninger kan afklares.

Fabriksbeton er det mest brugte betonprodukt

Cirka **21 procent** af regionens råstoffer bruges som betontilslag for at producere forskellige betonprodukter. Blandt disse er fabriksbeton, belægningssten og betonelementer de største - se figur 13 til højre.

Belægningssten står for et stort forbrug

57 procent af den beton, der går til veje og anlæg bliver brugt i form af belægningssten. Belægningssten står derved for **4,2 procent** af det samlede forbrug af råstoffer. Som det fremgår senere i rapporten, er der et behov for at finde cirkulære løsninger for disse produkter.



Figur 13

Forbrug af beton i Danmark fordelt på produkttyper og anvendelsesområder. Kilde: Baseret på Dansk Beton (2014).

OPSAMLING: FORSYNING OG FORBRUG

I dette afsnit er forbruget af råstoffer blevet undersøgt, og vi har set på hvad, der driver forbruget, samt hvordan efterspørgslen forventes at udvikle sig i fremtiden. Desuden har vi set på værdikæden for råstofferne i Region Syddanmark.

Tilgængeligheden af råstoffer er usikker

Overordnet set er der mange råstoffer i Danmark, også i Region Syddanmark. Der er dog stor usikkerhed omkring, hvor mange råstoffer der er tilbage udenfor de nuværende udlagte graveområder. For at lave sådan et overblik vil det kræve yderligere geologiske undersøgelser.

Forsyningssikkerheden er under pres

Ifølge den nyeste fremskrivning estimeres det, at Region Syddanmarks udlagte graveområder kan forsyne regionen frem til 2040. Det vil sige, at der snart skal findes nye områder til råstofindvinding, og vi nærmer os fortsat punktet hvor alle råstoffer er opbrugt - vi ved bare ikke hvornår dette punkt indtræffer.

Stigende asymmetri mellem indvinding og forbrug

Råstoffernes fordeling er naturligt spredt og særligt afhængig af den seneste istid. Det betyder de er ulige fordelt, hvilket giver en stigende asymmetri mellem der hvor råstofferne indvindes og hvor de bruges. Det vil øge transportbehovet, hvis de nuværende forbrugsmønstre ikke ændres.



Veje og anlæg står for et større forbrug end først antaget

Anvendelse af råstoffer til veje og anlæg står for det lang største forbrug - hele 80 procent. Normalt antages dette område at aftage 70 procent.

Byggeriet står for det største forbrug af forarbejdede produkter

Forbruget af mere forarbejdede byggematerialer som beton og tegl ligger hovedsageligt hos byggesektoren, der anvender 63% af disse.

Regionen er selvforsynende - i det første led

I denne analyse har vi ikke udelukkende fokuseret på indvindingsleddet, der traditionelt hører under råstofplanlægningen. Vi har også inkluderet de næste led i værdikæden, for at undersøge hvor og hvordan råstoffer bliver anvendt senere hen.

Her fremgår det, at regionen er stort set selvforsynende i værdikædens første led, men i næste led også forsyner de øvrige danske regioner og udlandet med de byggematerialer, som råstofferne indgår i.

Hvad dette betyder for økonomi og miljø vil blive undersøgt næste afsnit, 'Effekter i værdikæden'.



ANALYSE

Effekter i værdikæden

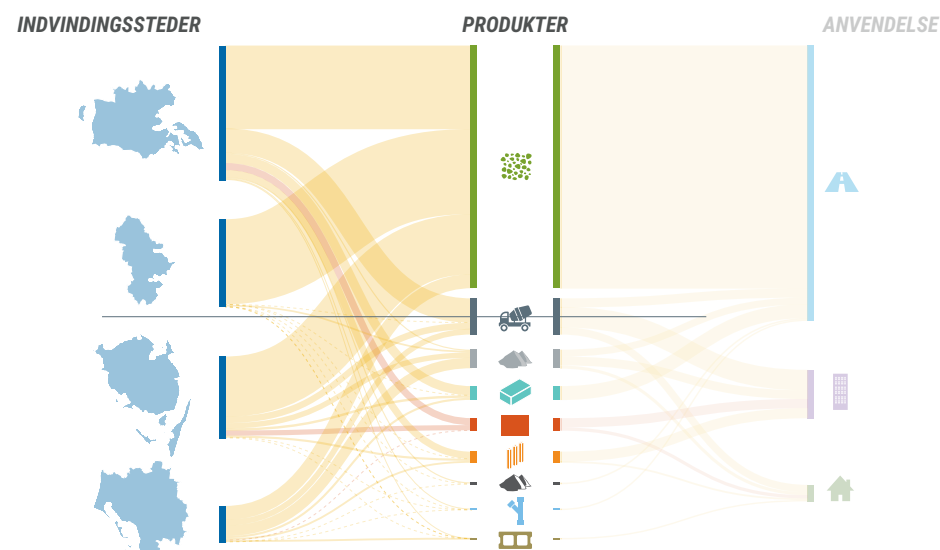
EFFEKTER I VÆRDIKÆDEN

I dette afsnit undersøges hvilke råstofaktiviteter på tværs af værdikæden, der har størst miljøeffekt. Dermed undersøges de direkte miljøeffekter ved selve råstofindvindingen, ved transporten af råstoffer, samt de indirekte effekter, der er forbundet med brug og oparbejdning af råstoffer i det næste led af værdikæden - f.eks. ved produktion af beton. Den ramme svarer til de to første led i værdikæden, som er vist i figuren til højre.

Analysen fokuserer på Klima og Levesteder. Hvor det foregående afsnit fokuserede på princippet Forbrug, vil dette afsnit se nærmere på de to øvrige miljøorienterede principper for bæredygtig råstofforvaltning: Klima og Levesteder.

Analysen dækker også effekter længere ude i værdikæden, som ligger hinsides regionens kontrol. En bæredygtig råstofforvaltning indebærer ikke blot at integrere bæredygtighedsmål, men også et skifte tilgang. Forvaltningen indtager en endnu mere proaktiv rolle, og involverer sig i hele værdikæden for råstoffer for at fremme en omstilling til cirkulær økonomi.

Denne analysedel fokuserer på de første to led i værdikæden.



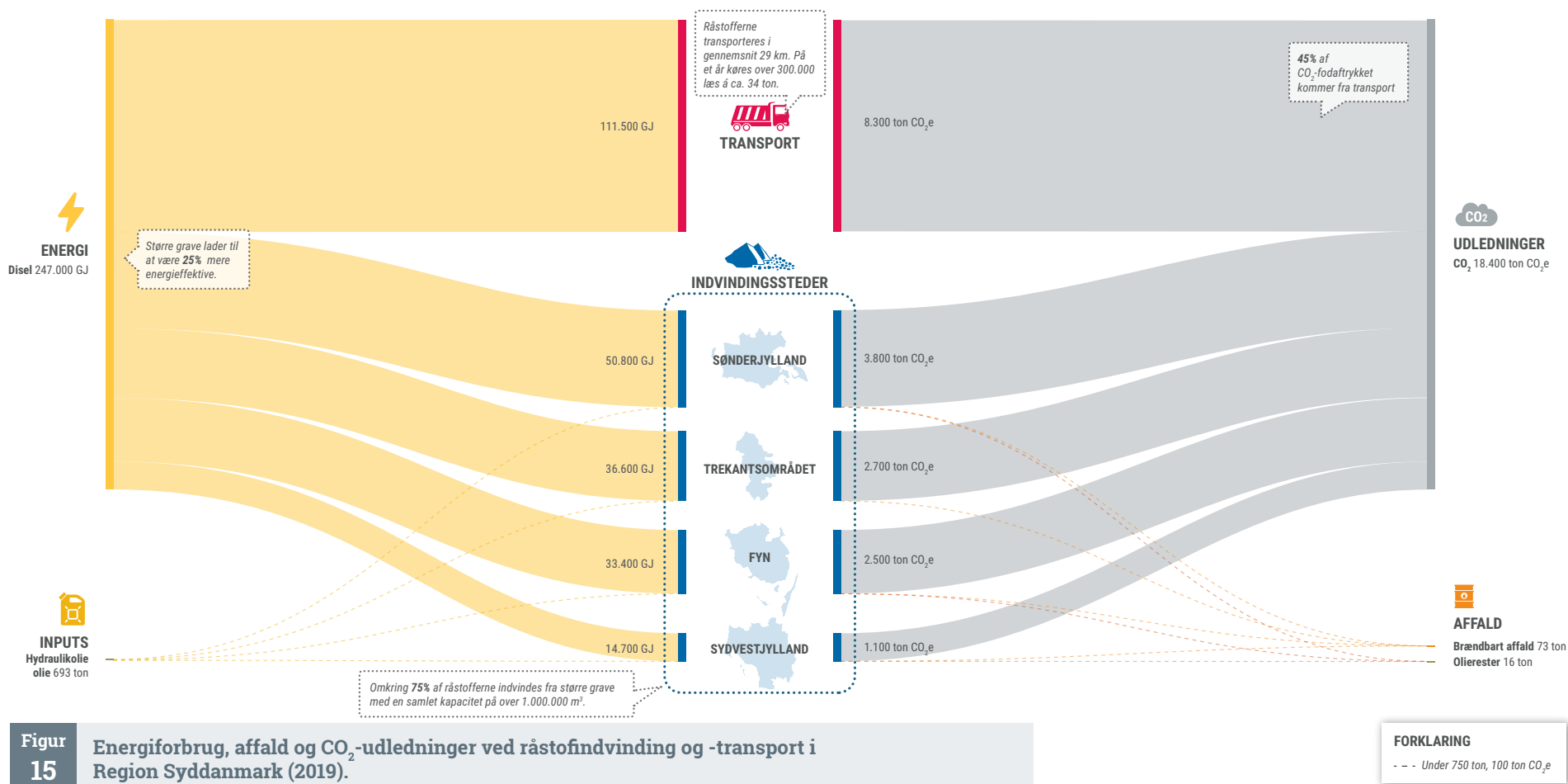
Figur
14

Fokus på indvindingssteder og produkter.

ENERGI OG KLIMA VED INDVINDING OG TRANSPORT

Dette Sankey-diagram giver et billede af det første led i råstoffernes værdikæde. Det illustrerer forbruget af energi og hydraulikolie til indvinding og transport samt affaldsproduktion og CO₂-udledninger fra disse aktiviteter.

Diagrammet er baseret på blandt andet DST RST01 (2020), COWI (2020) samt en analyse af data fra indvindere om forventet forbrug til nye grave.



ENERGI OG KLIMA VED INDVINDING OG TRANSPORT

Diesel og olieforbrug til maskiner og lastbiler

Råstofindvinding er i høj grad en maskinel process, som primært bruger diesel. I 2019 var energiforbruget til indvinding 135.500 GJ. Maskinerne i gravene forbruger også hydraulikolie på knap 700 ton.

Transporten har et stort aftryk

Transport står for **45 procent** af CO₂-fodafttrykket. Dog kan transportens bidrag hurtigt komme til at overstige de samlede udledninger fra indvinding, hvis den gennemsnitlige transportlængde øges. Hvis transportlængden stiger til 70 km i gennemsnit, vil transport have en dobbelt så stor udledning som selve indvindingen.

Større grave lader til at være mere energieffektive

Baseret på den tilgængelige data lader det til at større grave har et energiforbrug, der er cirka 25 procent lavere per indvundet m³ råstof*. Det er også de store grave med en samlet volumen på over 1 millioner m³, der står for størstedelen af de indvundne råstoffer (cirka 75 procent).

Der er behov for et bedre overblik

Datagrundlaget for at analysere miljøeffekterne ved selve indvindingen er begrænset, og der er brug for at regionen begynder at indsamle og centralisere data, for i fremtiden at kunne skabe et endnu bedre overblik.

** Dette skal kun læses som en indikation, da datagrundlaget ikke er tilstrækkelig til at kunne sige dette med statistisk signifikans.*

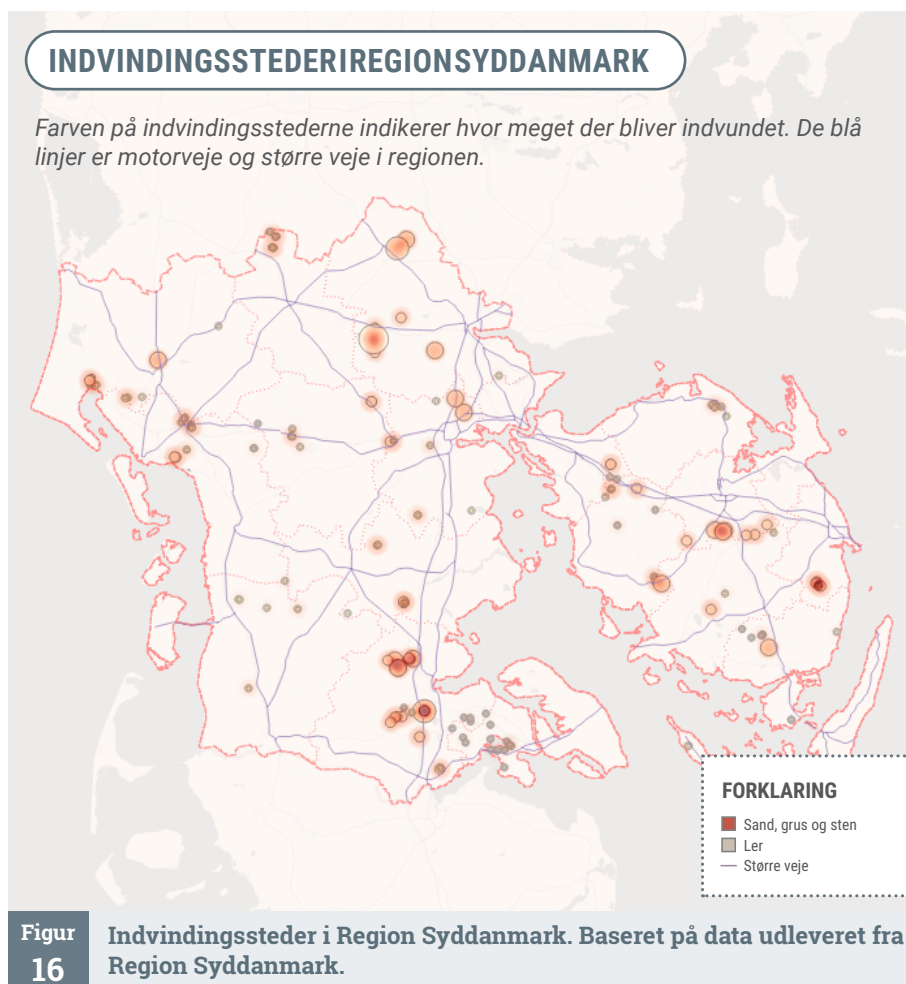


TRANSPORT AF RÅSTOFFER ER DYRT FOR ERHVERV OG SAMFUND

Markedsprisen for at transportere råstoffer er omkring 1 kr/km. Da råstofferne i sig selv har en relativt lav værdi i forhold til deres volumen, betyder det, at adgangen til lokale råstoffer er væsentlig for at holde omkostningerne nede (Copenhagen Economics, 2017). Det er en prioritet i råstofplanlægningen at minimere transportafstandene, og som det ses af kortet til højre ligger råstofgravene i Region Syddanmark generelt tæt på byområder og større veje.

INDVINDINGSSTEDER I REGION SYDDANMARK

Farven på indvindingsstederne indikerer hvor meget der bliver indvundet. De blå linjer er motorveje og større veje i regionen.



Figur
16

Indvindingssteder i Region Syddanmark. Baseret på data udleveret fra Region Syddanmark.

TRANSPORT AF RÅSTOFFER ER DYRT FOR ERHVERV OG SAMFUND

I 2019 kostede det samfundet 34 millioner kroner at transportere Region Syddanmarks råstoffer. Som det ses i tabel 1 dækker de samfundsmæssige omkostninger blandt andet vejslid, støj, luftforurening, øget trængsel og CO₂-udledninger. Tallet er baseret på at råstofferne i gennemsnit bliver transporteret 29 km fra graven til første anvendelsessted. I alt blev det i 2019 til omkring 9 millioner km.

Alternative brændselstyper hjælper, men er ikke hele løsningen. For at minimere de negative effekter kan fragtbilerne overgå til el eller biobrændsel. Eldrevne lastbiler ville reducere udledningerne af CO₂ og partikelforurening med omkring 70 procent, men vil ikke løse problemet med vejslid og transportforstyrrelser. Markedsprisen for fragt vil fortsat også være en erhvervsmæssig udfordring. En reduktion af råstoftransport hænger derfor stadig sammen med at minimere forbruget og at udsætte tidspunktet for udlægning af nye grave så lang tid som muligt.

Tabel 1 Samfundsomkostninger ved transport af råstoffer til beton.
Kilde: Baseret på data fra Region Midtjylland (2018).

Samfundsomkostninger ved transport af råstoffer til beton	kr/km	Samfundsomkostning i mio kr.
Infrastruktur slid	1,29	12
Færdselsuheld	1,22	11
Trængsel	0,56	5
Luftforurening	0,45	4
Klimaforandring	0,1	1
Støj	0,09	1
TOTAL		34

CO₂-FODAFTRYKKET FOR VEJFYLD OG BETON

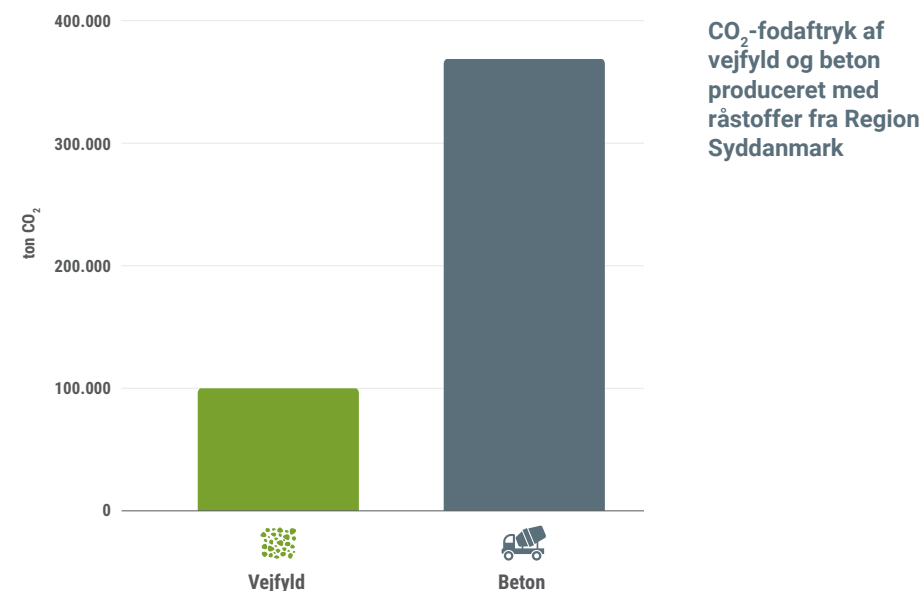
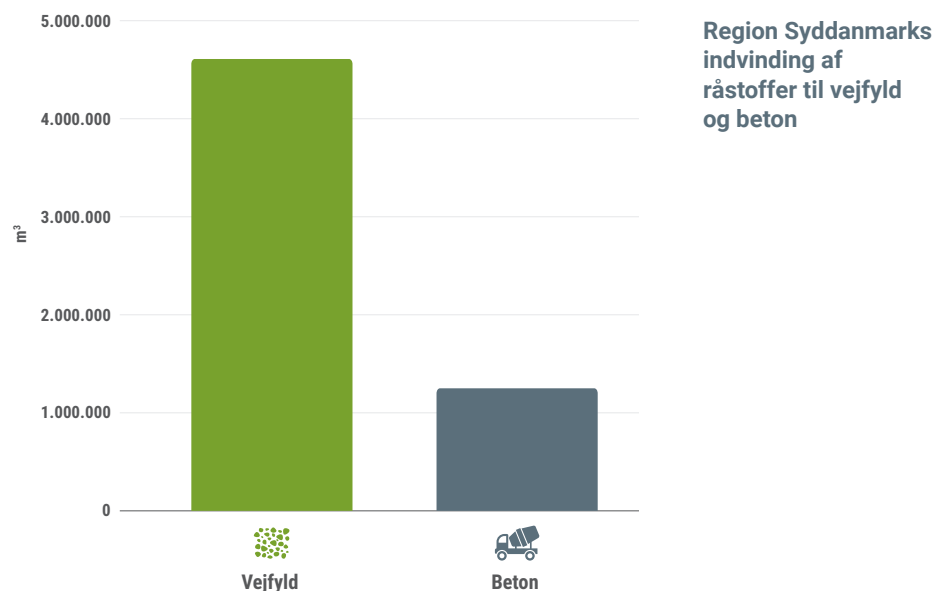
Det samlede CO₂-fodaftryk for råstoffer afhænger af, hvordan de bruges.

Størstedelen af regionens råstoffer bliver brugt som vejfyld, og vejene kan derfor umiddelbart ligne det mest kritiske indsatsområde. Som det fremgår af figur 17, anvendes 68 procent af regionens råstoffer som vejfyld, og 20 procent bliver brugt som tilslag i beton. Men anlægges et værdikædeperspektiv på klimaeffekterne, fortælles en anden historie.

Det samlede CO₂-fodaftryk for beton er 3,7 gange større end for al vejfyld.

Ved at sammenligne vejfyld og betons CO₂-fodaftryk bliver det tydeligt, at brugen af råstoffer har en stor klimamæssig betydning. Det skyldes, at cementfremstilling medfører stor udledning af CO₂ i forbindelse med opvarmningen af kalk.

På næste side vises, hvordan dette billede ser ud for regionens samlede råstofværdikæde.



Figur 17

Sammenligning af ressourceforbrug og CO₂-fodaftryk for vej og beton. Kilde: Baseret på Vejdirektoratet (2016) og EcoInvent (2019).

CO₂-FODAFTRYKKET AF PRODUKTER

Det samlede CO₂-fodafttryk for slutprodukter er 30 gange større end for indvinding og transport. Det samlede CO₂-fodafttryk for slutprodukter er omkring 590.000 ton CO₂, hvilket svarer til knap 67.000 danskeres CO₂-fodafttryk (DST, 2019). Det er godt 30 gange så stort som det samlede CO₂-fodafttryk for indvinding og transport på 18.400 ton CO₂.

Beton står for 64 procent af det samlede CO₂-fodafttryk i råstofferne værdikæde. Grundet den CO₂-intensive proces ved cementfremstilling, står betonprodukterne for en signifikant andel af CO₂-fodafttrykket i råstofferne værdikæde. Til sammenligning, står vejfyld for 68 procent af de indvundne mængder, men kun for 17 procent af CO₂-fodafttrykket.

Tegl har et relativt stort CO₂-fodafttryk. Tegl står kun for 3,8 procent af de indvundne mængder, men for 16 procent af fodafttrykket. Det vil sige, at tegl fra et klimaperspektiv er interessant, da det er en forholdsvis lille produktmængde, som har en relativt stor effekt.

Vej- og anlægsbyggeri står for 65 procent af det samlede CO₂-fodafttryk blandt alle oparbejdede produkter fra regionens råstoffer. Byggeriet er den største aftager af beton, men fordi en betragtelig mængde beton også går til anlægsbyggeri, er det stadig vej- og anlægsbyggeriet, der aftager den største del af det samlede CO₂-fodafttryk. Mindre byggeri står for ca. 14 procent af CO₂-fodafttrykket og større byggeri for 31 procent.



CO₂-fodafttryk sammenlignet



18.400

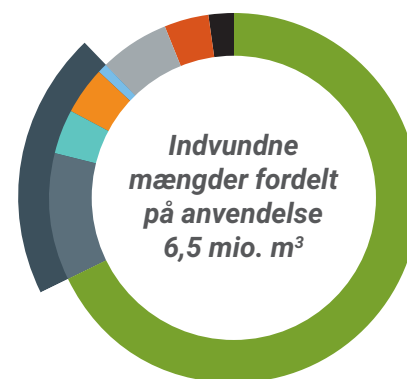
Ton CO₂ fra indvinding og transport

x30



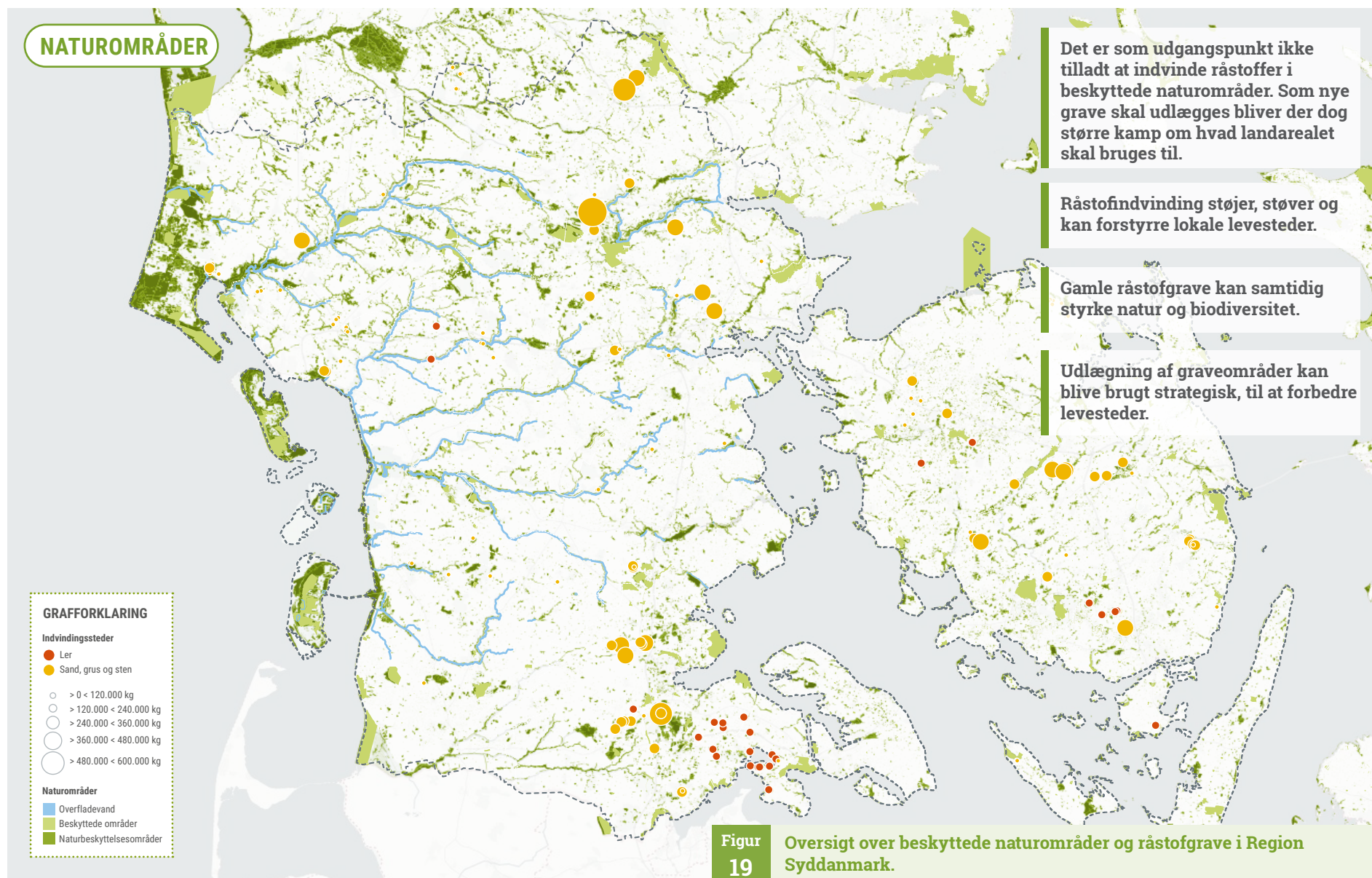
590.000

Ton CO₂ fra slutprodukter



Figur 18

Sammenligning af indvundne mængder og CO₂-fodafttryk for slutprodukter. Kilder: Baseret på EcoInvent (2019), DST RST01 (2020), COWI (2020).



POTENTIALE FOR AT STYRKE DEN LOKALE NATUR

Råstofindvinding støjer, støver og kan forstyrre det lokale dyre- og planteliv samt skabe visuelle ændringer i landskabet. Udlægning af nye graveområder kan derfor møde modstand fra lokale beboere og naturfredningsorganisationer.

Lovgivningen fastslår at der skal tages hensyn til natur- og kulturinteresser, men prioriteringen af disse interesser kan komme under pres, når der bliver behov for nye graveområder.

I udgangspunktet må der ikke indvindes i beskyttede naturområder. Ved udlægningen af graveområder skal der også gennemføres en miljøvurdering for at tage hensyn til særlig natur- og kulturinteresser. Men som nye grave skal udlægges, bliver der større kamp om, hvad landarealet skal bruges til, og områder med natur og kulturel værdi risikerer at blive inddraget.

Tidligere råstofgrave kan dog også ofte udvikles til spændende og mangfoldige naturområder.

Grusgravenes foranderlige og næringsfattige naturmiljø giver ofte gode forudsætninger for at skabe et attraktivt miljø for truede dyre- og plantearter. Sker råstofindvindingen f.eks. på landbrugsjord, er der potentiale for, at indvindingen kan blive en naturgevinst, så snart indvindingen ophører. Dette kan lade sig gøre hvis efterbehandlingsplanen tilgodeser hensynet til naturen; f.eks. er udglatning med næringsrig overskudsjord godt for landbruget, men ikke til naturens fordel (DN, 2016; NCC, 2020).



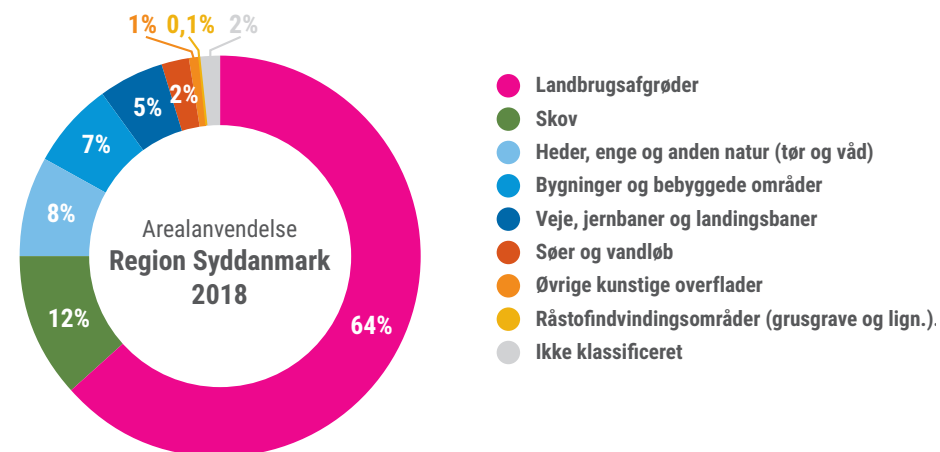
Pederseje grusgrav er et eksempel på et tidligere naturfattigt landsbrugsareal, der er blevet omlagt og har et rigt plante og dyreliv (NCC, 2020). Foto: NCC

NATURPÅVIRKNING VED AREALANVENDELSE

Råstofindvinding i Danmark optager 0,1 procent af landarealet. Til sammenligning optager infrastruktur og bygninger, som råstofferne indgår i, 12 procent af Danmarks landareal. Når råstoffer tages op af jorden og lægges som f.eks. motorvej, bruges cirka 9 gange så meget overfladeareal. Desuden bliver råstofgrave over tid lukket og genudlagt til landbrug, natur eller rekreativt brug indenfor 10-30 år, mens veje og bygninger akkumuleres, og kan optage det samme land i meget længere tid.

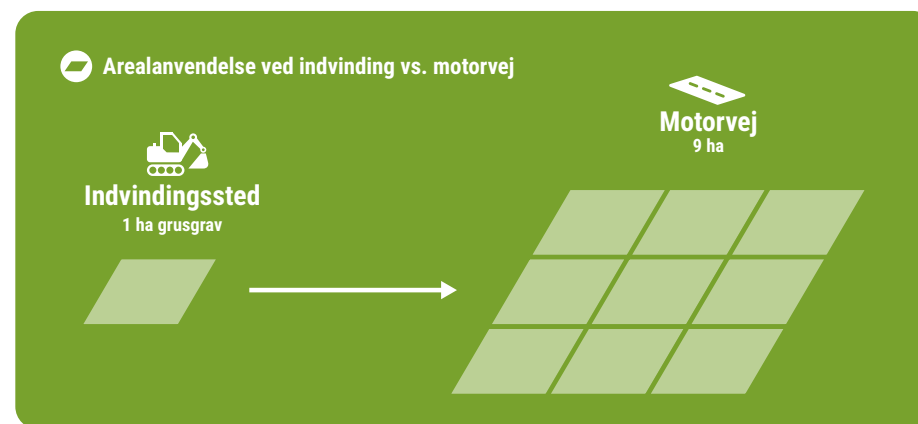
Der bliver kun indvundet lidt over en tredjedel af de mængder, der ansøges om. Indvindere vil ofte ikke indvinde den fulde tilladte årlige mængde for den enkelte grav, men i stedet grave mindre over længere tid og genansøge om en ny indvindingsperiode. Råstofgravene bliver derved i praksis liggende i væsentlige længere tid end de ti år, tilladelserne typisk dækker.

Antallet af grusgrave kan reduceres, men det risikerer at gå ud over transportlængden. Færre råstofgrave med mere intens indvinding, kunne have den fordel, at råstofindvindingen optager et mindre areal, og råstofgravene vil hurtigere kunne blive lukket og omdannet til naturområder. Dog kan færre grave også have den ulempe, at kørselslængden øges. Et mere distribueret net af råstofgrave kan være et middel til at reducere den gennemsnitlige afstand.



Figur 20

Arealanvendelse i Region Syddanmark, 2018. Kilde: DST (2018).



OPSAMLING

I dette afsnit har vi undersøgt hvilke råstofaktiviteter på tværs af værdikæden, der har størst miljøeffekt. Parametrene, vi er gået i dybden med, er CO₂-udledninger og naturpåvirkning ved arealanvendelse, som relaterer sig til de to principper 'Klima' og 'Levesteder'.



KLIMA

Transport står for 45 procent af CO₂-udledningerne fra råstofindvindingen. En omstilling til grøn transportenergi ville minimere dette, men ikke andre væsentlige negative effekter såsom støj, øget trængsel og vejslid.

CO₂-fodafttrykket af de oparbejdede materialer i næste led af værdikæden er 30 gange så stort som de direkte udledninger i forbindelse med indvinding og transport. Hvis forvaltningen af råstoffer også skal bidrage til regionens klimamål, er det væsentligt at dette led i råstoffernes værdikæde også adresseres. Mulighederne for at gøre dette vil blive undersøgt i næste afsnit.

En lastbil læsset med råstoffer slider lige så meget på vejen som 20.000 personbiler



x 1
Lastbil

=



x 20.000
Personbiler

Kilde: Dansk Beton, 2014



LEVESTEDER

De direkte effekter af indvindingsaktiviteterne er relativt små i sammenligning med råstoffernes vigtighed og andre økonomiske sektorer. Det betyder ikke, at man ikke skal forsøge at minimere effekterne ved indvinding. Men foruden indsatser ved selve indvindingen, er det yderst vigtigt at minimere effekten af de aktiviteter, der foregår senere i værdikæden.

Udvælgelsen af graveområder kan være et værktøj til at skabe mere biodiversitet og lokal værdi. Hvis gamle råstofgrave efterbehandles korrekt, kan de styrke den lokale biodiversitet og skabe mere spændende rekreative områder. Hvis man udvælger områder, som på nuværende tidspunkt har en lav natur- eller kulturværdi, kan råstofindvindingen direkte forbedre disse områder.

Potentiale for at øge udnyttelsen af nuværende grave som skal opvejes mod effekten på transport. Der indvindes typisk kun en tredjedel af den tilladte årlige mængde råstoffer, og råstofgrave bliver derfor ofte liggende i årtier. Hvis man havde færre råstofgrave, ville de blive udtømt hurtigere, og disse områder ville hurtigere kunne omlægges til anden brug. Dette skal dog undersøges i sammenhæng med effekten på transporten af råstoffer, der risikerer at øges, hvis antallet af aktive råstofgrave mindskes.



ANALYSE

Initiativer I værdikæden

INITIATIVER I VÆRDIKÆDEN

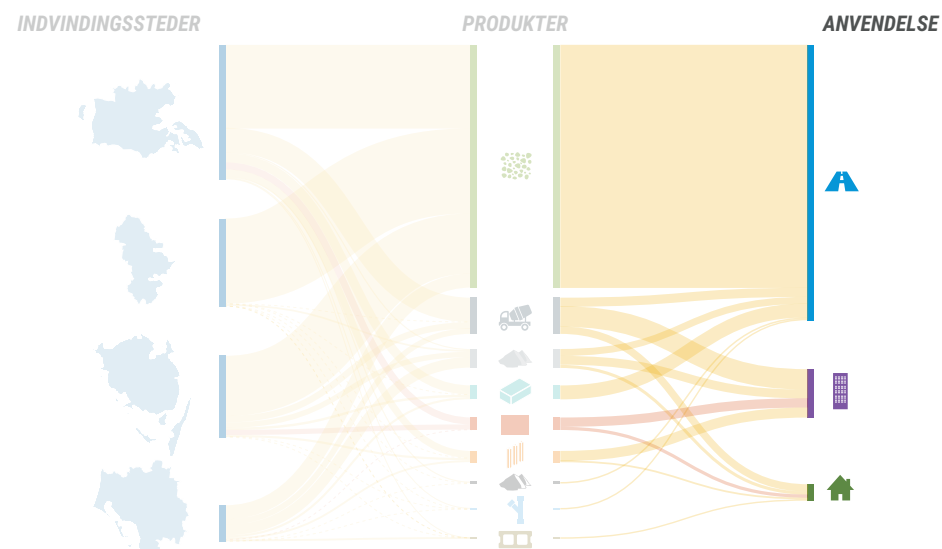
I dette afsnit undersøges hvilke initiativer, der er væsentlige for at drive omstillingen til bæredygtig forvaltning af råstoffer.

Dette afsnit indeholder en dybdegående analyse af, hvordan forbruget af råstoffer kan blive mere cirkulært. Som udlagt i tidligere afsnit er råstoffers direkte og indirekte negative effekter drevet af forbruget. Derfor indeholder dette afsnit en analyse af, hvordan forbruget kan reduceres eller omlægges i anvendelsesleddet i råstoffernes værdikæde (se illustrationen til højre).

De to sektorer, vej- og anlægsbyggeri og husbyggeri, bliver behandlet separat. Udfordringerne og mulighederne i disse sektorer er vidt forskellige, og kræver derfor særskilte analyser. I veje og anlæg fokuseres desuden primært på veje, da disse står for 90 procent af det samlede råstofforbrug.

Til slut gives der en samlet oversigt over initiativer, der er relevante i forhold til at implementere alle seks principper for en bæredygtig råstofforvaltning i hele værdikæden. Potentialet af alle disse initiativer er ikke kvantificeret. Initiativernes relevans og vigtighed er dog diskuteret og prioriteret, da nogle initiativer øger muligheden for andre initiativer kan muliggøres.

Dette afsnit indeholder en dybdegående analyse, af hvordan forbruget af råstoffer kan blive mere cirkulært ved at fokusere på det sidste led i værdikæden.



Figur
21

Fokus på anvendelsesmuligheder.

CIRKULÆRE MULIGHEDER I VEJE OG ANLÆG

Infrastrukturprojekter som veje, broer og andre anlæg, står for omkring 80 procent af det samlede forbrug af sand, grus og sten. At omstille produktionen af veje og anlæg til en cirkulær model er derfor afgørende for at følge princippet om at afkoble forbrug af nye råstoffer fra økonomisk aktivitet.



FORBRUG

Råstofforvaltningen understøtter, at økonomisk aktivitet i regionen afkobles fra indvinding af nye råstoffer.

En cirkulær omstilling af veje og anlæg medfører både, at man øger udnyttelsen af de materialer, der indgår i dem, såvel som at man ser på hvordan man kan reducere forbruget af råstoffer i det hele taget. Potentialet for at håndtere veje og anlæg cirkulært undersøges ved at besvare følgende spørgsmål:

1. Er der potentiale for at reducere forbruget til veje og anlæg?
2. Er der potentiale for at erstatte forbruget med andre materialer?
3. Er der potentiale for at genbruge råstofferne i fremtiden?

Disse spørgsmål bliver diskuteret og besvaret på de næste fire sider.

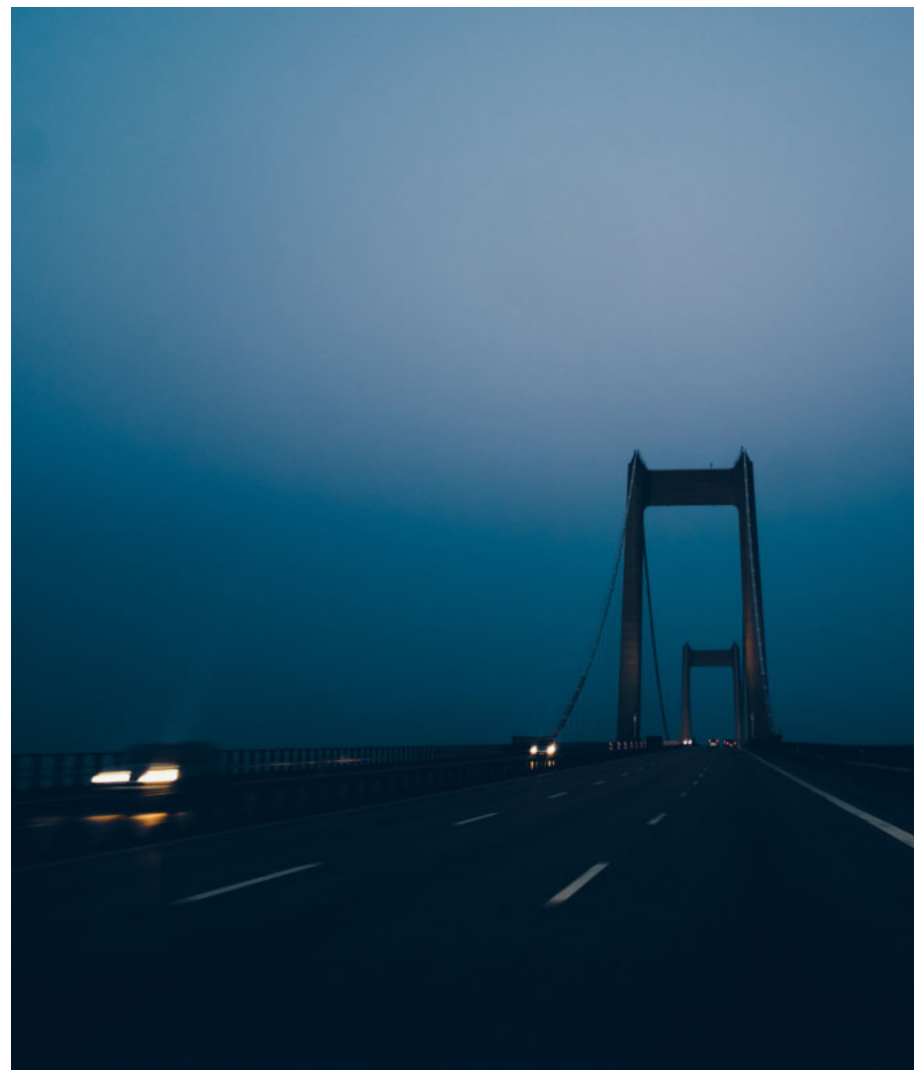


1. ER DER POTENTIALER FOR AT REDUCERE FORBRUGET TIL VEJE OG ANLÆG?

Potentiale for tyndere bundsikringslag undersøges. Bundsikringslaget i vejene skal være tilstrækkeligt tykt, så vejen er stabil, og har behov for minimal vedligeholdelse. Vejdirektoratet undersøger muligheden for at reducere bundsikringslaget i statslige veje med op til 10 procent (Thøgersen, 2020). Samlet set ville det reducere råstofforbruget i motorveje med 4 procent. Lignende undersøgelser for de kommunale veje kan også være relevante.

Der er et potentiale for at minimere behovet for et større vejnet ved at omprioritere i mobilitetsplanlægningen. Udvidelse af det danske vejnet er den største drivkraft bag forbruget og indvindingen af råstoffer. Modsat byggesektoren, er infrastrukturprojekter stort set altid politisk bestemte, og følger ikke en direkte efterspørgsel i markedet - men i stedet bredere samfundsinteresser (Litman, T., 2020). Omstillingen til en bæredygtig råstofforvaltning, med et reduceret forbrug af nye råstoffer, bør derfor i langt højere grad tænkes sammen med politiske overvejelser om nye infrastrukturprojekter.

Udvidelser af vejnettet bør vurderes i forhold til flere andre muligheder. Det er ofte kutyme at udvide vejnettet for at mindske trængsel og kødannelser. Erfaringer viser dog, at sådanne udvidelser fører til øget trafik, og at trængselsproblemet derfor blot bliver forskubbet. Trængsel kan modvirkes ved at fremme andre transportformer som cykling og offentlig transport, der er mere pladseffektive og desuden er fordelagtige for sundhed og miljø (VPTI, 2020).



2. ER DER POTENTIALE FOR AT ERSTATTE FORBRUGET MED ANDRE MATERIALER?

Forbruget af råstoffer til vejfyld kan erstattes med byggeaffald, slagger og kalk, men potentialet har sine begrænsninger.

Byggeaffald: 90 procent af dansk byggeaffald bliver genanvendt - primært i nedknust form til vejfyld (Danske Regioner, 2018). Potentialet er således stort set udfyldt. Fra et klimaperspektiv er det derudover ikke den bedste anvendelse af gamle byggematerialer, da det er mere hensigtsmæssigt, at disse erstatter nye byggematerialer, der har et signifikant højere CO₂-fodaftryk end vejfyld (jævnfør forrige afsnit).

Slagger: Slagger fra kraftværker og forbrændingsanlæg bliver i høj grad allerede nyttiggjort som vejfyld for at reducere mængden, der deponeres på lossepladser (Affald.dk, 2013). Mængden af slagger vil desuden mindskes i fremtiden, eftersom affaldsforbrænding står til at blive reduceret. Potentialet for at udnytte slagger er derfor allerede udnyttet. Endelig kan erstatning med slagger være problematisk, da det kan komme til at kontaminere andre vejmaterialer. Hvis slagger og andet farligt affald skal bruges som vejfyld, bør vejen designs således, at det ikke bliver blandet med rene råstoffer, som har højere genanvendelsespotentiale.

Brændt kalk: I områder med de rette lerforekomster, kan forbruget af grus reduceres ved at stabilisere råjorden med brændt kalk. Ifølge et studie af Vejdirektoratet kan denne praksis reducere forbruget af grus med 31 procent (Vejdirektoratet 2012). Dette giver dog ingen CO₂-besparelse, da fremstillingen af brændt kalk udligner andre besparelser i anlægsfasen. Brændt kalk er et forarbejdet produkt, der bliver indkøbt ligesom cement, og det derfor ikke klart, hvor kalken kommer fra. Substituering af grus med brændt kalk vil dog under alle omstændigheder resultere i import af kalk, da der ikke indvindes kalk i regionen. Substituering med brændt kalk, kan dermed være relevant at overveje i områder, hvor der er passende lerlag i undergrunden, men det har ingen klimagevinst, og det skal afvejes i forhold til ikke at blive mindre selvforsynende med råstoffer.



3. ER DER POTENTIALER FOR AT GENBRUGE RÅSTOFFERNE I FREMTIDEN?

Veje kan betragtes som fremtidige råstofdepoter. Dette fordrer dog en række handlinger, og retfærdiggør stadig ikke nødvendig udbygning af vejnettet.

Når råstoffer anvendes som vejfyld, er der kun en ganske lille eller ingen forringelse af råstoffernes funktionelle værdi. Råstoffer, der bruges til vejfyld bliver ikke 'spildt', da de vil kunne genvindes og genbruges et nyt sted med samme funktionelle værdi. For øjeblikket er det et teoretisk potentiale, da ingen veje bliver fjernet. Men tanken om veje som råstofdepoter giver et nyt perspektiv i forhold til veje i en cirkulær økonomi: Reduktion er stadig vigtig, men derudover bør fokus være at sikre muligheden for genanvendelse i fremtiden.

Det er vigtigt at dokumentere, hvad vejene indeholder og sikre at de er sammensat på en sådan måde, så materialerne nemt kan genvindes. Et lignende potentiale er der allerede stor fokus på i byggeriet. Her arbejdes der med at udvikle såkaldte 'materialepas' for de enkelte bygninger, så man nemmere kan skille dem ad og genbruge elementer og materialer. Det samme kunne være relevant for veje og anden infrastruktur.

Design skal tilstræbe, at råstofferne i vejfyldet ikke bliver kontamineret. F.eks. hvis slagter og byggeaffald blandes i vejfassen, kan der forekomme et tab af råstoffernes funktionelle værdi. Der er således behov for at undersøge kontamineringsrisici nærmere, og indtænke det i regulering omkring vejenes design, hvis det bliver nødvendigt.

Der ligger 379 km motorvej i Region Syddanmark, dette svarer til 1,6 års forbrug af sand, grus og sten (baseret på nuværende forbrug på 6,4 mio. m³).



3. ER DER POTENTIAL FOR AT GENBRUGE RÅSTOFFERNE I FREMTIDEN?

En tilgang til veje som råstofdepoter retfærdiggør ikke, at vejnettet udbygges uhensigtsmæssigt. Indvinding af råstoffer og anlægning af veje er forbundet med negative effekter, og råstofferne kunne muligvis bruges bedre andetsteds. Desuden vil råstofferne i vejene, ikke nødvendigvis være nemme at tilgå, når man på et senere tidspunkt har brug for dem. Genvinding afhænger af, at vejen ikke længere er i brug, og man skal derfor sikre, at der fortsat også er adgang til nye råstoffer i undergrunden. Endelig er produktionen af asfalt energiintensiv, og selvom asfalt i reglen kan genanvendes, kan de råstoffer, der er bundet i asfalt, i det øverste lag af vejen, ikke renses ud og bruges til andre formål i fremtiden.

Potentialet for genbrug af betonfliser bør undersøges og udnyttes bedre.

Veje og anlæg står for 37 procent af betonforbruget, herunder står belægningssten for cirka 57 procent, fabriksbeton 37 procent, mens afløb og brønde bruger 6 procent. Da genanvendelse af beton ofte har minimale CO₂-gevinster, er genbrug mere interessant. Belægningssten er især interessante, da de har mindre funktionelle krav, og derfor nemmere burde kunne genbruges. Indenfor byggeriet er der allerede gode eksempler på genbrug af tegl og mursten, og lignende løsninger kunne man forestille sig for veje og anlæg. Barriererne for dette skal dog klarlægges yderligere. Blandt andet kan der være behov for specifikke krav om design og måden, hvorpå stenene lægges og vedligeholdes.



Foto: Clay Banks, Unsplash

CIRKULÆRE MULIGHEDER I BYGNINGER

Her undersøges potentialet for at håndtere produktionen af bygninger på en mere cirkulær måde. Bygninger står kun for 20 procent af råstofforbruget, men gennem det store forbrug af beton, står de for 45 procent af det samlede CO₂-fodaftryk fra de produkter, der oparbejdes med regionens råstoffer. At omstille produktionen af bygninger til en cirkulær model er afgørende for at følge princippet om at afkoble økonomisk aktivitet fra forbruget af nye råstoffer, samt at minimere klimapåvirkningen i råstoffernes værdikæde.



FORBRUG

Råstofforvaltningen understøtter, at økonomisk aktivitet i regionen afkobles fra indvinding af nye råstoffer.



KLIMA

Råstofforvaltningen er CO₂-neutral, og samarbejder aktivt med aktører i hele forsyningskæden om klimatilpasning, og at reducere udledninger.

Kvantificering af reduktionspotentialet for betontilslag

Råstoffer der ender i bygninger som beton, er langt sværere at genvinde eller bibeholde med en høj funktionel værdi, da råstofferne blandes med andre materialer. På nuværende tidspunkt er bygninger dermed længere fra, at kunne betragtes som 'materialedepoter', end veje er. I denne analyse beregnes derfor reduktionspotentialet for beton, der kan opnås gennem en række forskellige initiativer.

Disse initiativer inkluderer:

- Reduktion af det gennemsnitlige boligareal
- Optimeret brug af kontorer
- Genbrug af betonelementer
- Substitution af beton med træ

Resultatet af analysen opsamles i et vandfaldsdiagram i slutningen af afsnittet. Først gives dog et overblik over, hvordan regionens byggede areal er fordelt på bygningstyper, samt relevante tendenser.

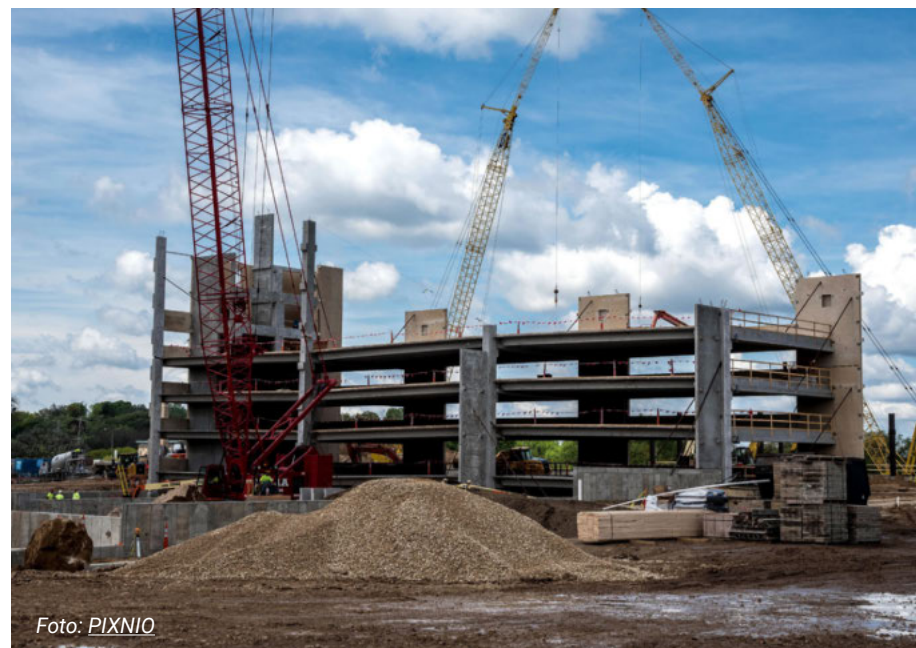
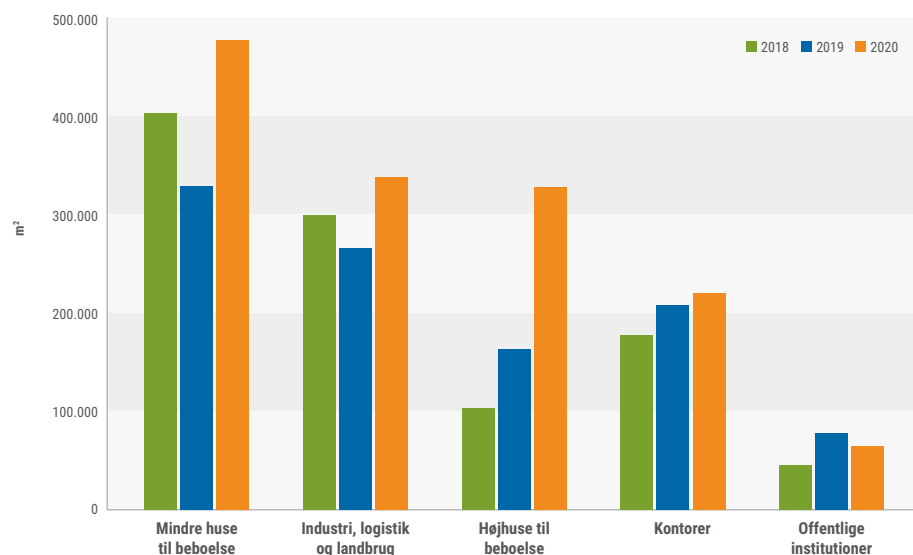


Foto: PIXNIO

OVERBLIK OG UDVIKLING I DET BYGGEDE AREAL

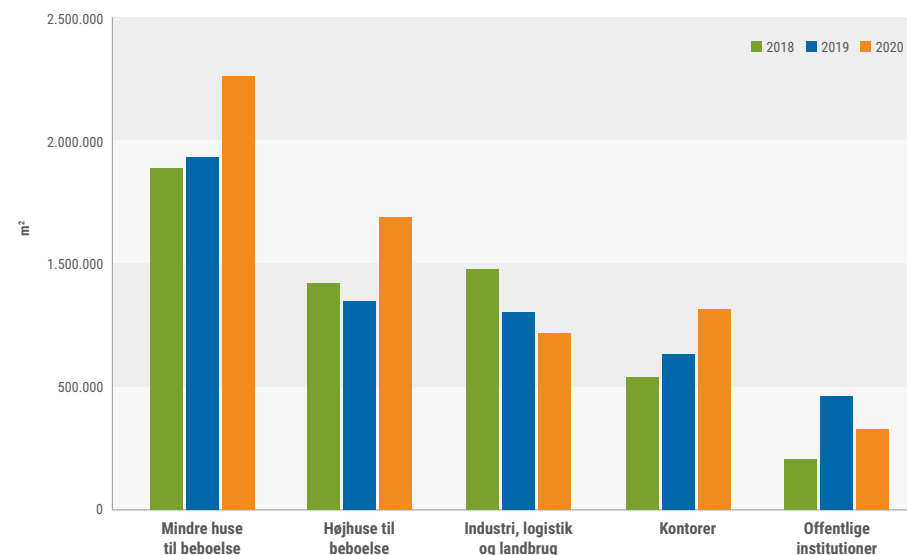
Graferne nedenfor giver et overblik over det samlede boligareal i Region Syddanmark og Danmark over de sidste tre år. Graferne kan ikke sammenlignes 1-1, da der selvfølgelig bliver bygget mere på nationalt plan, men man kan aflæse generelle tendenser såvel som relative forskelle.

Både regionalt og nationalt er mindre huse til beboelse den boform, der optager den største andel af boligarealet. Typisk har beboere i denne boform flere kvadratmetre til rådighed per person. Det lader dog til, at der bygges stadig flere højhuse både regionalt og nationalt.



Figur 22 Nye bygningskvadratmeter fordelt på typer i Region Syddanmark (2018-2020). Kilde: Baseret på DST BYGB34 (2020).

Relativt til den nationale udvikling, øger regionen bygningsmassen betragteligt for industri, logistik og landbrug. Typen af de bygninger der tilføjes, har betydning for hvilke initiativer, der er mest effektive. På den næste side præsenteres og kvantificeres det mulige reduktionspotentiale af forbruget af beton fordelt på de forskellige bygningstyper.



Figur 23 Nye bygningskvadratmeter fordelt på typer i Danmark (2018-2020). Kilde: Baseret på DST BYGB34 (2020).

REDUKTIONSPOTENTIALE FOR BETON

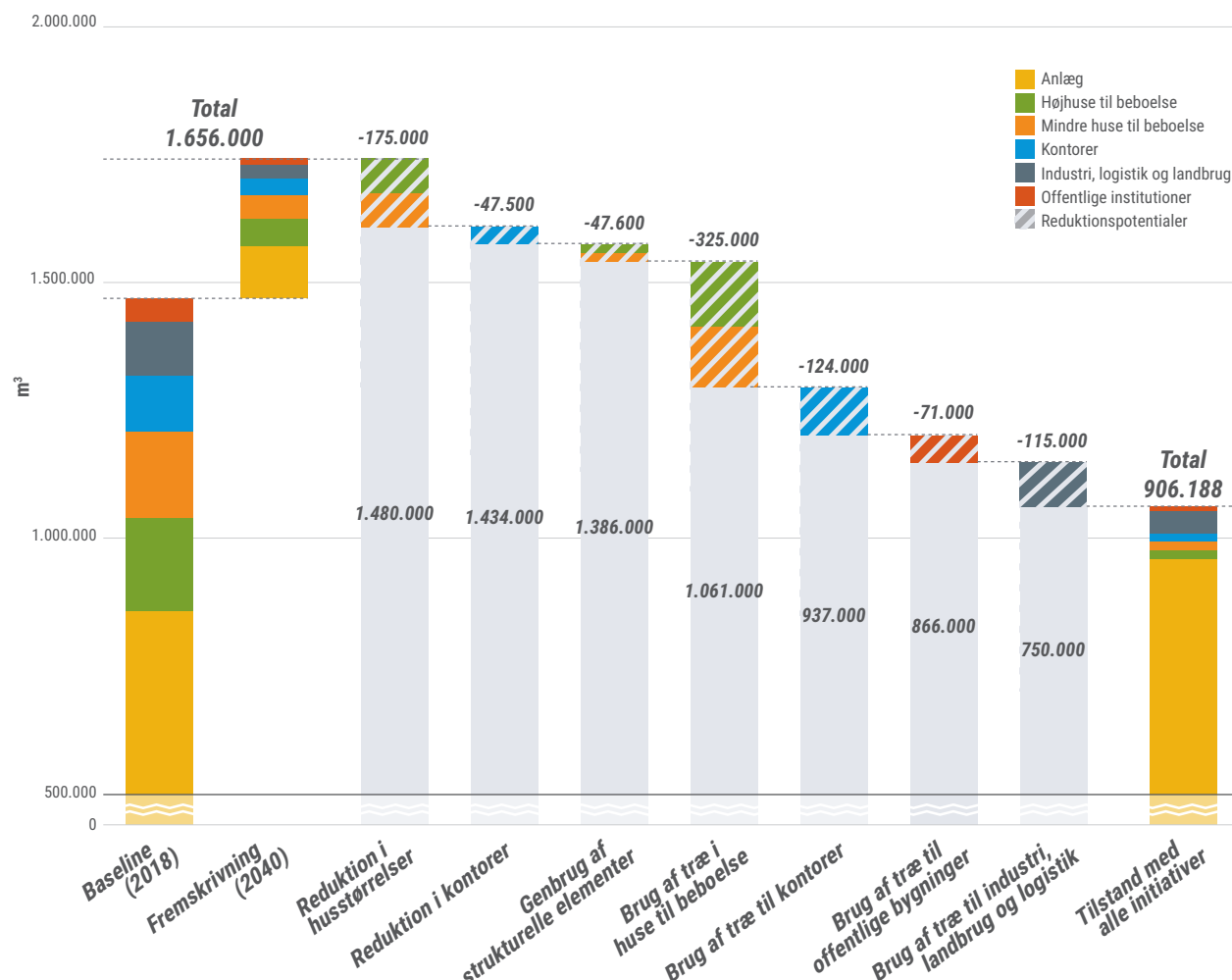
Sådan læses diagrammet

Diagrammet til højre illustrerer resultaterne fra analysen af reduktionspotentialt for brugen af beton. Resultaterne uddybes på næste side. Den første kolonne fra venstre illustrerer forbruget i 2018 fordelt på bygningstyper. Den næste kolonne medtager det fremskrevne forbrug for 2040 baseret på regionens fremskrivning - det vil sige et business-as-usual scenarie.

Herfra illustreres reduktionspotentialt for de forskellige initiativer fordelt på forbrugsområder, som modregnes det forventede årlige forbrug af betontilslag.

Den sidste kolonne indeholder de resterende mængder, som stadig vil forbruges i 2040 hvis alle initiativer implementeres. På de følgende sider diskuteres, hvordan denne mængde yderligere kan blive adresseret.

En stor del af analysen er baseret på en model udarbejdet på basis af hollandske typehuse. Der findes ikke en tilsvarende model præcist for danske huse, men vi har fundet at forskellen er lille nok, til at vi kan bruge modellen i denne analyse. Læseren skal blot have for øje, at det er et estimeret resultat.



Figur
25

Forbrug af betontilslag til anlæg og byggeri og reduktioner ved mulige initiativer fordelt på forbrugsområder (m³).

MINDRE BOLIGER - FÆRRE RÅSTOFFER

Danmark er blandt de lande i Europa, der har de største boliger, og der er et potentiale for at reducere boligstørrelsen. I Danmark er der 51 m² per person i nye bygninger (Centre for Housing and Welfare, 2007), og tal fra Danmarks statistik indikerer, at det muligvis er endnu højere i Region Syddanmark (DST BYG34, 2020). Til sammenligning er det nationale gennemsnit i Finland 36 m², der ellers har en tilsvarende levestandard.

I analysen anvendes et scenarie, hvor nye boliger (mindre huse og højhuse) har samme størrelse som de finske. Dette initiativ medfører en reduktion af boligstørrelsen på 29 procent og den næststørste besparelse af betontilslag på 175.000 m³.

Bedre liv på færre kvadratmeter

Over 350.000 danskere føler sig svært ensomme, hvilket koster samfundet omkring 8 milliarder kr og 800.000 sygedage årligt (Sundhedsstyrelsen, 2016).

Med flere ældre, singler og skilte familier, er der flere danskere som bor alene, og dermed har mere plads men mindre fællesskab.

Omkring 75 procent af danskerne har en overfladisk eller slet ingen relation til deres naboer (Boliu, 2019), men nye boformer, hvor man inkorporerer fælles brug af egnede arealer (haver, fællesstue, gæsteværelse, værksted, hjemmekontor mv.), bliver nu i stigende grad udbudt og efterspurgt.

Ved at indtænke behovet for fællesskab i bygningsdesignet, er der dermed mulighed for at forbedre beboernes livskvalitet, samtidig med at man udnytter boligarealet bedre (Realdania, 2019).



CASE: Generationernes Hus

Generationernes Hus er et socialt, innovativt byggeprojekt under opførelse i Aarhus. Projektet er det første af sin slags, og blander alle typer af boliger for ældre, unge, familier, handicappede, almene boliger og bofællesskaber med det formål at skabe et tæt knyttet lokalmiljø. Fælles faciliteter skal bl.a. sikre at alle beboere kan mødes og interagere på tværs (Braband Boligforening, n.d.).

ØGET KONTORUDNYTTELSE

Kontorareal er typisk underudnyttet, og et studie viser, at omkring 50 procent af kontorarealet i Europa ikke er i brug i arbejdstiden (EMF, 2015). Kontorer vil altid have en fluktuerende udnyttelsesgrad, og det er vigtigt at have kapacitet til 'peak-perioder'. Derfor vil der altid være behov for en grad af strukturel overkapacitet. Men gennem løsninger som hot-desking, co-working, modulært og fleksibelt design, hjemmearbejde og bedre planlægning kan kapaciteten deles, og udnyttes meget bedre. Det vil resultere i et reduceret behov for nye kontorer.

I analysen antages at andelen af nybyggede kontorer reduceres med 25 procent, hvilket langsomt vil reducere den samlede kapacitet. Det vil sige at i stedet for de forventede 280.000 m² nye kontorer i Region Syddanmark i 2040, anlægges i scenariet kun 210.000 m².



Kilder: [Pop-up city](#)

CASE: Hoffice - crowdsourced fælles hjemmearbejdsplads i Sverige

Hoffice har skabt en platform, der gør det muligt for brugere at udbyde deres eget hjem som fælles kontorplads for andre. På den måde crowdsourcer Hoffice og dens brugere kontorplads i store dele af Europa ved at anvendeliggøre uudnyttede kvadrater i folks hjem.

GENBRUG AF STRUKTURELLE ELEMENTER

De strukturelle elementer af beton og stål i byggerier, der skal nedrives, kan genbruges i nye bygninger. Genanvendelse af knust beton som tilslag i ny beton er mindre udbredt - blandt andet fordi denne produktionsform på nuværende tidspunkt medfører øget brug af cement, hvilket øger betonens klimabelastning (Rambøll, 2020). Knust beton bliver i stedet typisk nyttiggjort som vejfyld, fremfor at blive brugt i nye bygninger.

I stedet for at bruge knust beton som erstatning for grus, er bevaring og genbrug af bærende betonkonstruktioner en bedre praksis (Rambøll, 2020) - både målt på undgået CO₂ og samfundsøkonomisk gevinst, idet der også kan være penge at spare i sammenligning med brug af nye betonelementer.

Genbrug af strukturelle elementer giver også besparelser på tegl, stål og andet. I analysen regnes på et scenarie hvor 10 procent af den nedrivningsparate bygningsmasse i Region Syddanmark (ca. 0,3 procent af regionens samlede bygningsmasse) genbruges, så strukturelle elementer bliver stående og anvendes i nye byggerier. Det giver en besparelse i forbruget af ny beton på omkring 47.000 m³. Med dette initiativ forventes desuden en besparelse på nye mursten på ca. 10.000 ton samt 4.500 ton stål og jern.

Dette er dog forholdsvis lidt sammenlignet med de andre initiativer. Det skyldes til dels at potentialet er beregnet konservativt, fordi der er usikkerhed om hvad den relevante tilgængelige bygningsmasse kan forventes at være i 2040. Yderligere undersøgelser på dette område, kan muligvis påvise et større potentiale.



Foto: RENOVER.prisen

CASE: Fra gammel industrisilo til prestigebyggeri.

The Silo er en 62 meter høj betonsilo fra 1962 i København, der er blevet omdannet til energivenlige lejligheder og kontorer. Bygningens 2.740 m³ betonkonstruktion med 380 tons indlejret CO₂ blev bibeholdt og genbrugt. Restbeton fra vinduer, dæk og døre er blevet genbrugt til at skabe siddepladser og podier i landskabet omkring bygningen. Bygningen modtog bl.a. Realdanias RENOVER-pris i 2018 (Cobe, 2020).

ERSTAT MED TRÆ

Ud fra et ressource- og klimaperspektiv er det relevant at overgå til materialer fra vedvarende kilder. I denne analyse fokuseres udelukkende på træ, da det allerede bruges som en kommerciel løsning i alt fra højhuse til industrihaller.

På basis af en beregningsmodel for byggematerialer i bygninger (Arnoldussen et al., 2020) er potentialet for at anvende træ blevet estimeret for nybyggeri til beboelse, kontorer og offentlige institutioner. I scenarierne antages en fuld implementering, hvilket vil sige, at alle nye bygninger i regionen antages at blive bygget med træ i 2040. Det er et optimistisk scenarie, da beton i 2040 stadig forventes at blive anvendt som primært byggemateriale, men formålet har været at vise potentialer, og derfor vises scenarierne med fuld implementering.

Selv når der primært bygges med træ, er beton stadig nødvendigt, og analysen viser en reduktion af betonforbruget på næsten 90 procent. Knap 570.000 m³ betontilslag bliver således sparet på tværs af de tre bygningstyper.

For bygningstyper indenfor industri, logistik og landbrug fastsættes en implementeringsgrad på 75%, da anvendelsen af træ for dette område teknisk set er mulig, men ikke i samme grad er bevist i praksis endnu. Det scenarie reducerer forbruget af betontilslag med 115.000 m³.

Erstatning med træ står for godt 70 procent af de samlede reduktioner i analysen. Potentialet for at anvende mere træ i byggeriet er uden tvivl stort, og træ vil også kunne erstatte andre vigtige materialer som stål. Desuden har træ et potentiale for at binde CO₂, hvilket resulterer i et negativt CO₂-fodafttryk (Rambøll, 2020), men dette potentiale afhænger i høj grad af, hvor langt træet skal transporteres samt hvor bæredygtigt, det er blevet dyrket. Endelig vil en omstilling til byggeri med træ i Danmark forårsage en markant øget efterspørgsel efter træ, som på nuværende tidspunkt slet ikke kan mødes med nationalt skovbrug.



Foto: 3XN

CASE: T3 Bayside i Toronto

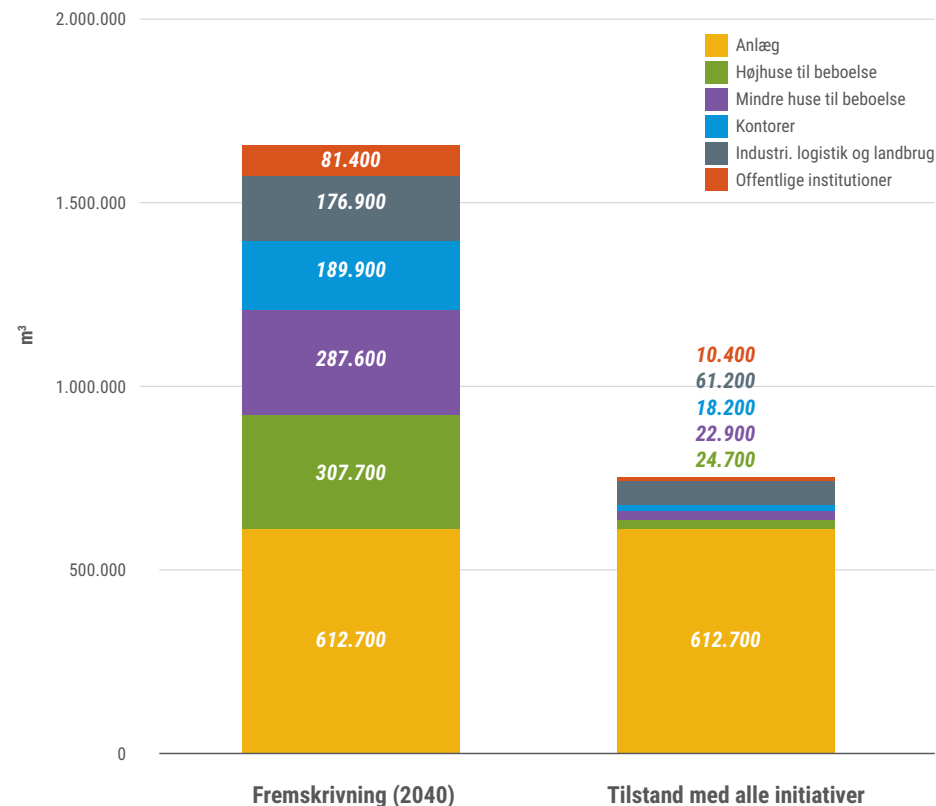
T3 Bayside er et 10-etagers kontorbyggeri, og dermed Nordamerikas højeste kontorbygning af træ. Brugen af træ som bærende struktur har en række fordele. Blandt andet reducerer det konstruktionstiden og transportlængden. Samtidig er det nemmere at skille bygningen ad, når engang den har udtjent sin nuværende funktion. Bygningen er designet til at omfavne forskelligartet og skiftende brug, der gør det muligt at udnytte bygningen mere effektivt, samtidig med at interaktioner inden- og udenfor bygningen øges (Building, 2019).

DET RESTERENDE POTENTIALE: BETON I ANLÆG

De beskrevne initiativer har påvist et potentiale for at designe og bygge bygninger mere bæredygtigt med langt mindre beton. Selv med forbehold for usikkerheden omkring de data, der ligger til grund for analysen, er det tydeligt, at man med nuværende teknologi og viden, kan reducere forbruget af beton, og dermed de råstoffer som indgår i form af betontilslag.

Der er et stort potentiale i at reducere forbruget af ny beton til anlæg, men for lidt viden om hvordan. Når den sidste kolonne med det resterende forbrug inspiceres, er anlæg en iøjnefaldende stor andel. Som det fremgår af figur 13, består betonforbruget i anlæg primært af belægningssten (57%) og fabriksbeton (37%). Selvom anlæg står for 37 procent af betonforbruget, er der langt færre teknologier og løsninger til at reducere dette forbrug sammenlignet med byggeri.

Fabriksbeton går både til broer og veje, men har et mindre sikkert reduktionspotentiale, da især beton i broer har meget høje funktionalitetskrav. Der bliver dog også udviklet nye designløsninger for broer, som det kunne være interessant at undersøge nærmere. Blandt andet bygges i Norge en 1,4 km motorvejsbro på et gitterspær af træ. Grundet det lavere forbrug af beton kommer broen til at veje 17 procent mindre og udlede 39 procent mindre CO₂ (Ingeniøren, 2020).



Figur
25

Til venstre ses en fremskrivning af forbruget af betontilslag i m³ i 2040 og til højre forbruget i 2040 ved implementering af alle foreslåede initiativer.

BEDRE DATA KAN STYRKE OMSTILLINGEN

Analysen har hjulpet med at identificere data, der enten mangler, burde blive forbedret eller som blot kan udnyttes bedre. Ved at indsamle og anvende data mere aktivt, og ved at dele den når det er relevant, kan regionen understøtte princippet Transparens, der sammen med de fem andre principper udgør fundamentet for en bæredygtig råstofferforvaltning.

Vi bør kende den totale mængde af tilgængelige råstoffer i Danmark. Den tilgængelige mængde af råstoffer i de eksisterende udlagte grave kendes allerede, men det vides ikke hvor mange flere råstoffer Danmark har tilgængelig i undergrunden. samt hvilken kvalitet de har, og hvor tilgængelige, de kan forventes at være.

I en cirkulær økonomi er det afgørende at vide, hvor mange råstoffer der er til rådighed, så omstillingen af økonomien kan planlægges, uden fare for pludseligt at løbe tør for materialer. Det er ikke muligt at få et præcist tal, men et estimat over om Danmark har råstoffer til de næste 50, 100 eller 1.000 år er relevant.



TRANSPARENS

Råstofferforvaltningen gør data og viden åbent tilgængeligt, og samarbejder aktivt med relevante interessenter på tværs af værdikæder og landegrænser.

Der kan skabes bedre overblik over miljøeffekterne af selve indvindingen. Når virksomheder søger tilladelse til at indvinde råstoffer, skal de beskrive forventet forbrug af maskiner, olie, diesel og andet samt deres forventede affaldsproduktion.

De data bør blive konsolideret og samlet i en central database, som så kan bruges til at sammenligne effektiviteten i gravene samt til at monitorere udviklingen af forbrug og affaldsproduktion over tid.

De selvrapporterede mængder kan naturligvis ikke uden videre tages for pålydende, men kan undervejs forbedres med indberetninger eller stikprøveundersøgelser i gravene.



BEDRE DATA KAN STYRKE OMSTILLINGEN

En bæredygtig råstofforvaltning har brug for et endnu bedre overblik over værdikæden. De vigtigste effekter ved brugen af råstoffer knytter sig ikke til selve indvindingen, men til aktiviteter der forekommer længere nede i råstoffernes værdikæde. Derfor er transparens et afgørende princip for en bæredygtig råstofforvaltning.

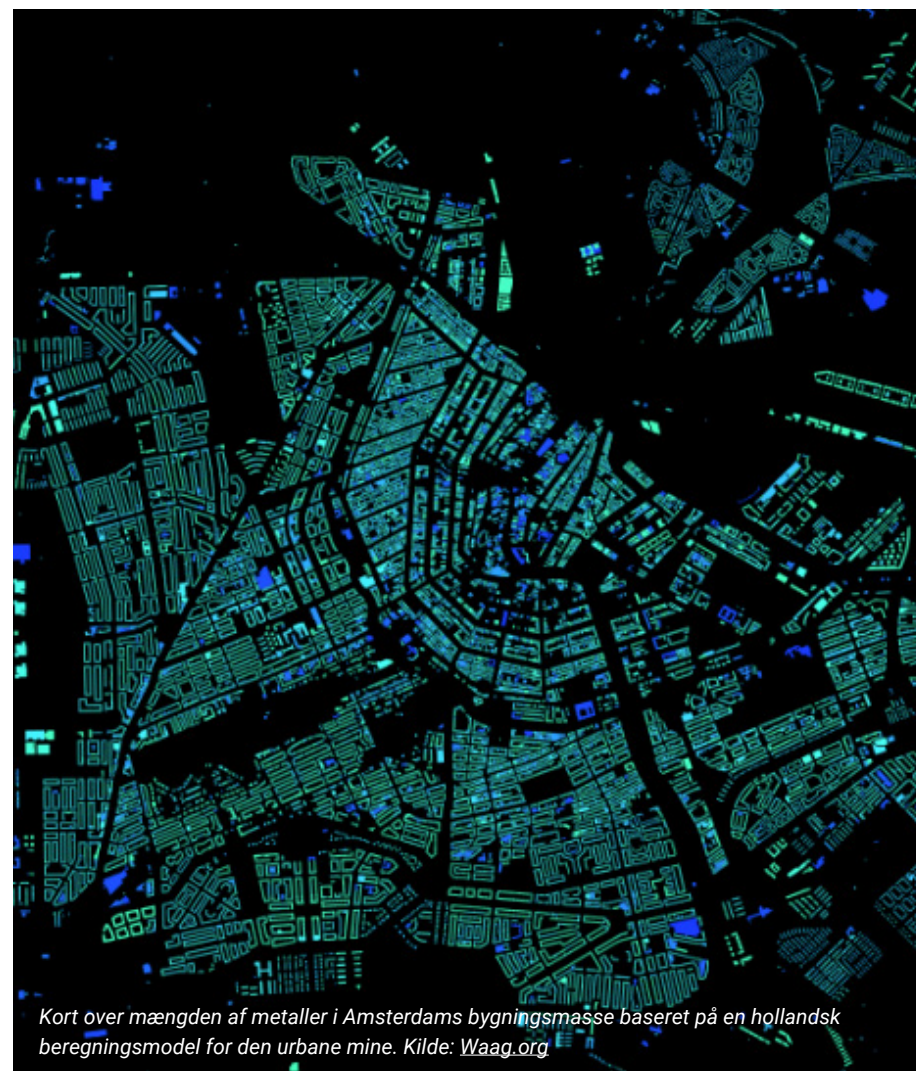
Regionens seneste transportanalyse fra COWI (2020), er et godt skridt på vejen. Dog bør regionen på sigt arbejde mod at skabe et databaseret overblik, der kan opdateres jævnligt.

Sådan et overblik kunne også indeholde mere specifik data for CO₂-udledningerne i forbindelse med oparbejdning af råstoffer fra danske virksomheder, så fodaftrykket af de råstofbaserede produkter kan opgøres mere præcist.

En kortlægning af potentielt tilgængelige materialer i den eksisterende bygningsmasse, kan gøre det nemmere at planlægge for genbrug. Analysen viste et potentiale for at genbruge materialer fra bygninger direkte ind i nye bygninger.

Det er derfor relevant at udvikle en beregningsmodel, der kan estimere de materialer, der er bundet i den danske bygningsmasse, og som kan skelne mellem forskellige bygningstyper og bygningsår.

Dermed vil man blive i stand til at estimere den mængde af materialer, der vil blive gjort tilgængelige gennem fremtidige renovation og nedrivning. Den viden kan bruges til at indtænke de tilgængelige materialer i planlægningen og designet af nye bygninger.



Kort over mængden af metaller i Amsterdams bygningsmasse baseret på en hollandsk beregningsmodel for den urbane mine. Kilde: Waag.org

INITIATIVER I HELE VÆRDIKÆDEN

Dette afsnit har indtil nu fokuseret på initiativer relateret til forbrug i anvendelsesfasen samt mulighed for at styrke arbejdet med data. Her gives en bredere række eksempler på initiativer, der kan fremme omstillingen til en bæredygtig råstofforvaltning.

TEMA	INITIATIV	MÅL	RELEVANT FOR ANDRE TEMAER
 LEVESTEDER	Identificér områder der kan drage fordel af råstofindvinding. Ved udvælgelsen af graveområder bør regionen tilstræbe at vælge områder, som har lav biodiversitet eller rekreativ værdi med henblik på at øge værdien af disse områder, når gravene lukkes. Det kræver langsigtet samarbejde med blandt andet kommuner og lodsejere omkring de specifikke efterbehandlingsstrategier.	Regionens graveområder har en netto-positiv effekt på det naturlige miljø, når de lukkes.	     
 KLIMA	Progressiv kørselsafgift. Regionen igangsætter sammen med andre regioner en undersøgelse af muligheden for og effekterne ved at lave en progressiv afgift for kørsel med råstoffer. Afgiften kunne f.eks. være 0 kr/km for de første 25 km, hvorefter den stiger støt ved hvert 25 km-interval. Grønnere fragt. Regionen etablerer et samarbejde med vognmænd for at opnå en CO ₂ -neutral råstoftransport. Det kan ske ved at vognmændene omstiller til grøn energi og en mere energieffektiv bilpark. F.eks. ville en lastbil udlede 70 procent mindre CO ₂ hvis den kører på el fremfor diesel (baseret på Teslas lastbil Semi og den nuværende andel af bæredygtig energi i nettet).	Reducerede kørselsafstande og derved transportbelastning. CO ₂ -neutral råstofkørsel.	     
 FORBRUG	Udarbejd et langsigtet råstofbudget. Regionen igangsætter en national analyse for at kortlægge den totale forventede mængde af tilgængelige råstoffer i Danmark og undersøger, hvad denne forsyningshorisont betyder for økonomien fremadrettet. På baggrund af dette udarbejdes et overordnet budget over råstofforbruget til vej og anlæg samt byggeri.	Et samlet prioriteret budget for den totale mængde råstoffer.	     

INITIATIVER I HELE VÆRDIKÆDEN

TEMA	INITIATIV	MÅL	RELEVANT FOR ANDRE TEMAER
 TRANSPARENS	Offentlig database for råstofforvaltningen. Regionen etablerer en central database, hvor eksisterende og nye datasæt for råstofforvaltningen samles og vedligeholdes. Nogle af disse data bør gøres offentlig, så virksomheder og iværksættere kan bruge denne information til at udvikle optimeringsløsninger, der kan understøtte en bæredygtig råstofforvaltning. Derudover er gennemsigtighed overfor borgerne om råstoffernes brug og miljøpåvirkninger en del af grundlaget for bæredygtig råstofforvaltning.	Skab bedre overblik og styringsredskaber for den bæredygtige råstofforvaltning gennem data.	
 RESILIENS	Sårbarhedsanalyse. Regionen kortlægger sektorer, der bliver berørt af en omlagt råstofforvaltning og vurderer deres afhængighed af jomfruelige råstoffer. På baggrund af dette igangsættes initiativer som træning og efteruddannelse til berørte regionale virksomheder for at minimere negative effekter.	Afbøde negative konsekvenser for erhverv og arbejdskraft.	
 BORGER-RETTIGHEDER	Database for klager og gener. Regionen systematiserer behandlingen af klager ved at lave en løbende opgørelse og database over indberettede klager og generelle gener for borgere fra råstofgravene. Det vil gøre det muligt at holde øje med udviklingen af gener for borgere.	Få et systematisk overblik over gener for borgere.	
	Beregning af reelle sociale omkostninger ved indvinding. Regionen beregner de samfundsøkonomiske omkostninger, der er forbundet med borgergener som støj, udledninger, støv og andet.	Skabe et kvantificeret overblik over negative sociale effekter.	

INITIATIVER I VÆRDIKÆDEN

I dette afsnit blev det undersøgt hvilke initiativer, der er væsentlige for at drive omstillingen til en bæredygtig råstofforvaltning. Afsnittet præsenterede en analyse af, hvordan forbruget af råstoffer kan reduceres gennem initiativer i anvendelsesfasen - det vil sige ved anlæg af veje og bygninger. Det er de områder, der driver forbruget af råstoffer, og det har derfor været nødvendigt at undersøge, om det overhovedet er muligt at reducere behovet for råstoffer.

Der er nogle tekniske muligheder for at reducere forbruget af råstoffer i veje, men trade-offs skal modregnes. En reduktion kan opnås ved at mindske fyldelaget, men dette potentiale skal gennemgå yderligere tests. Man kan også bruge alternative materialer som knust beton, men det anbefales ikke, da gevinsterne ved at genbruge beton i byggeriet er langt større. Brug af brændt kalk har det største reduktionspotentiale, da det kan reducere forbruget af grus med op til 31 procent. Dette bør dog sammenholdes med at regionen ikke har brugbare lokale forekomster kalk. Derudover skal man også sikre at dette ikke medfører et øget CO₂-fodafttryk, f.eks. ved lang transport af kalken.

Det væsentligste potentiale ligger i at undgå at anlægge veje og anlæg, der ikke er strengt nødvendige. Projekter, der har en lav samfundsøkonomisk gevinst bør undgås. Derudover bør den samfundsøkonomiske omkostning af at udtømme råstoffer medregnes, for at få en mere holistisk vurdering af hvorvidt et projekt reelt er samfundsøkonomisk rentabelt.

Vejene som fremtidens råstofdepoter? Råstoffer, der anvendes i vejfyld, kan genvindes og genbruges. Det bør dog sikres at råstofferne under veje ikke kontamineres ved sammenblanding med forurenede affaldsmaterialer. Veje og anlæg står for 65 procent af CO₂-fodafttrykket i de slutprodukter, som råstoffer indgår i. Byggeriet er den største aftager af beton, men fordi en betragtelig mængde beton også går til veje og anlæg, er det stadig vej- og anlægsbyggeriet, der er ansvarlig for den største del af det samlede CO₂-fodafttryk.

Fra et klimaperspektiv er det afgørende at reducere forbruget af beton, da det står for 64 procent af det samlede CO₂-fodafttryk i råstoffernes værdikæde. Grundet den CO₂-intensive proces ved cementfremstilling, står betonprodukterne for en signifikant andel af CO₂-fodafttrykket i råstoffernes værdikæde. Til sammenligning, står vejfyld for 68 procent af de indvundne mængder, men kun for 17 procent af CO₂-fodafttrykket.

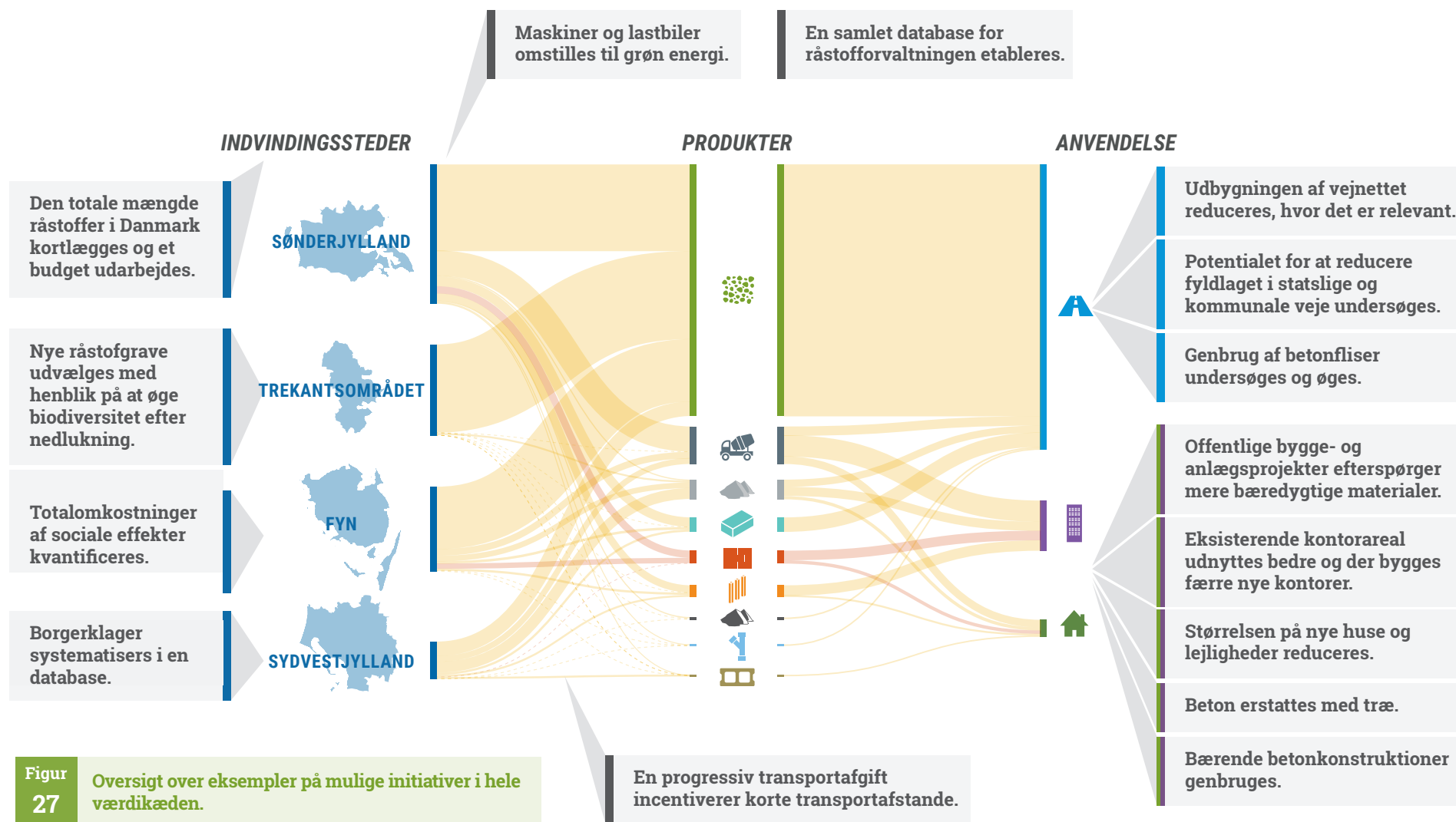
Bygninger står for 63 procent af forbruget af beton, men det kan reduceres markant. I denne analyse beregnes fire typer af initiativer, der kan reducere forbruget af beton i byggeriet. Derved reduceres forbruget af de råstoffer, som indgår i betonen i form af betontilslag.

Sammenlagt kan initiativerne mere end halvere forbruget af beton i byggeriet. Det inkluderer tiltag som reduktion af det gennemsnitlige boligareal, genbrug af betonelementer, optimeret brug af kontorer og substitution af beton med træ. Dette resultat er et estimat, som giver en antydning af potentialerne.

Andre væsentlige materialer reduceres også. I denne analyse er der kun beregnet reduktionspotentialet for beton grundet rapportens fokus på råstoffer. En sidegevinst af de fleste initiativer er dog at forbruget af andre materialer i byggeriet også reduceres, såsom stål og andre metaller.

Yderligere initiativer på tværs af værdikæden kan minimere de negative effekter forbundet med råstoffer. Der er en lang række initiativer på tværs af hele værdikæden, der også bør overvejes. De foreslåede initiativer er blandt andet at omstille transporten til el; at efterbehandle gamle graveområder således at de forøger områdernes biodiversitet; samt at understøtte omstillingen i erhvervslivet gennem træning og efteruddannelse. På næste side gives en ikke-udtømmende oversigt over mulige initiativer, der kan understøtte omstillingen til en bæredygtig råstoføkonomi.

EKSEMPLER PÅ INITIATIVER I VÆRDIKÆDEN



KONKLUSION & ANBEFALINGER

KONKLUSION OG ANBEFALINGER

I denne rapport er de nuværende aktiviteter relateret til råstoffer i Region Syddanmark blevet kortlagt, og initiativer der kan drive omstillingen til en bæredygtig råstofforvaltning, er blevet udpeget.

Region Syddanmark indvinder omkring 6,4 millioner m³ sand, grus, sten og ler årligt og regionen er stort set selvforsynende, dog med en intern asymmetri. Grundet råstoffernes geologiske placeringer er der en vis asymmetri i hvor råstofferne forbruges, og hvor de indvindes. Det gælder både i regionen og på landsplan, hvor især byområder i stigende grad må importere råstoffer fra fjerntliggende råstofgrave.

Det vigtigste udgangspunkt for den bæredygtige råstofforvaltning er, at råstoffer ikke er fornybare. Som de nuværende udlagte graveområder tømmes, skal nye områder udvælges. Nye graveområder vil til stadighed blive lagt mindre fordelagtige steder, som kan komme til at øge transporten eller optage områder, hvor der f.eks. kan være særlige natur- eller kulturinteresser. På nuværende tidspunkt er den samfundsøkonomiske omkostning ved råstoftransport i regionen 34 millioner kroner årligt. Hvis de nuværende tendenser fortsætter forventes denne omkostning at stige.

Initiativer rettet mod veje og anlæg er yderst vigtige for at reducere forbruget. Veje og anlæg står for 80 procent af råstofforbruget i regionen, hvoraf vejfyld står for de 68 procent, betontilslag står for 7 procent og "andet" og asfalt står for resten.

Udbygning af vejnettet er hovedsageligt politisk bestemt, og beslutningsgrundlaget bør inkludere råstofhensyn. Forbruget af råstoffer i veje og anlæg kan reduceres gennem forskellige anlægsløsninger. Det væsentligste reduktionspotentiale for veje og anlæg er knyttet til den politiske beslutningsproces. Blandt andet bør der inkluderes beregninger af hvad det betyder at øge udtømningen af ikke-fornybare råstoffer.

Råstoffer i veje kan genvindes, men reduktion bør stadig være en prioritet.

Råstoffer i vejfyld kan, under de rette omstændigheder, genvindes og genanvendes direkte, hvis veje nedlægges i fremtiden. Det betyder, at råstofferne ikke går til spilde. Men da anlæg af veje har en række andre negative konsekvenser, vil reduktion af udbygningen stadig være en prioritet.

Reduktion i forbruget af beton er en kerneprioritet i forhold til at mindske råstofforbruget og klimaeffekter. Betonproduktion står for 1/5 af råstofforbruget, men for omkring 3/5 af CO₂-fodafttrykket af slutprodukterne fra regionens råstoffer. Derfor er det et vigtigt strategisk fokuspunkt at gøre hele værdikæden for råstoffer mere bæredygtig.

Bygninger står for 63 procent af betonforbruget og er derfor yderst vigtige. Selvom veje og anlæg står for størstedelen af råstofforbruget, er bygninger et vigtigt område. Råstoffer der indgår i bygninger, er næsten umulige at genvinde, da de ofte blandes med cement til produktion af beton.

Beton genanvendes allerede i veje, men burde erstatte ny beton. Omkring 90 procent af byggeaffald i Danmark genanvendes ved, at betonen knuses og bruges som vejfyld. Dermed formindskes brugen af nye råstoffer i vejfyld, men det reducerer ikke forbruget af ny beton, der har et langt større CO₂-fodafttryk.

Forbruget af beton i byggeriet kan reduceres gennem bedre planlægning, design og ved anvendelse af nye materialer. Den mest effektive reduktionsløsning er at formindske nybyggeri. Derudover er der også potentiale for at udnytte byggede kvadratmetre mere effektivt, genbruge betonelementer og at bruge andre materialer såsom træ.

Denne analyse beregner syv initiativer, der samlet set mere end halverer forbruget af betontilslag. Yderligere reduktioner kan blandt andet opnås ved at designe og digitalt kortlægge bygninger, så de kan skilles ad og genbruges. Andre biobaserede materialer end træ bør også undersøges for at differentiere materialeefterspørgslen. Forbruget af beton i veje og anlæg, der står for 37 procent af det samlede betonforbrug, bør også adresseres.

KONKLUSION OG ANBEFALINGER

Yderligere undersøgelser samt indsamling af data og dokumentation, er væsentlige skridt mod at accelerere omstillingen til en bæredygtig råstofindvinding. Denne analyse peger også på en række områder, der kunne drage fordel af mere og bedre data. Forbedret data skal være målrettet mod at give:

- **Overblik over hele landets råstofmængde**
- **Detaljeret og kontekstspecifik information om hvor råstoffer anvendes og effekten heraf**
- **Udvikling af materialepas for både veje, anlæg og bygninger, der kan understøtte fremtidig genbrug og genanvendelse.**

Rapportens overordnede konklusion er, at råstofforvaltningen bør udvide sit fokusområde og medtage råstoffernes værdikæde for at fremme en bæredygtig omstilling. I dag fokuserer råstofforvaltningen hovedsageligt på det første led i råstoffernes værdikæde: Hvor må der indvindes råstoffer og hvor meget må der indvindes? Denne rapport peger dog på, at en bæredygtig råstofforvaltning bør anlægge et værdikædeperspektiv. På den måde kan den reelle effekt af råstofferne vurderes, hvilket skaber en mere holistisk forståelse af, hvordan de forvaltes mest effektivt.

Derved udvides råstofforvaltningens rolle også, da det kræver en proaktiv tilgang at påvirke aktiviteter på tværs af værdikæden. På den måde kan regionen sikre en bæredygtig håndtering af råstoffer - både gennem regulering, men også gennem samarbejde med andre myndigheder og markedsaktører.

Hvordan kan principperne for bæredygtig råstofforvaltning realiseres?

I starten af dette projekt blev der opsat seks principper for en bæredygtig råstofforvaltning. Aspekter af hvordan disse principper kan realiseres, delvist eller fuldt ud, blev undersøgt i analysen. Nedenfor opsummeres de væsentligste konklusioner og refleksioner for hvert princip.

Levesteder

“Råstofforvaltningen understøtter, at levesteder for planter, dyr og mennesker beskyttes, og forbedres.”

Råstofgrave optager kun 0,1 procent af Region Syddanmarks areal, og har derfor en relativ lille direkte negativ effekt på naturområder. Som behovet for nye graveområder stiger, vil der opstå et større pres for at indvinde i naturområder. Indvindingsaktiviteter kan også genere borgere i området. Råstofgrave kan dog, hvis de efterbehandles korrekt, øge den lokale biodiversitet og styrke områdets generelle attraktivitet. Hvis dette princip skal realiseres, bør regionen udvælge områder, der på denne måde kan drage fordel af råstofindvinding. For øjeblikket er det ikke indenfor regionens handlerum at stille specifikke krav til naturforøgende efterbehandling. Det må derimod sikres gennem samarbejde med kommuner og lodsejere.

Når råstoffer indgår i veje og bygninger, optager de et langt større areal (12 procent), da disse områder er spredt mere ud, og akkumuleres over tid. De negative effekter af råstoffer senere i værdikæden kan minimeres ved blandt andet at lave vildtdyrskorridorer under vejene og grønne korridorer i byerne. Det væsentligste initiativ som regionen bør søge at påvirke gennem samarbejder, er at undgå en unødigt udbygning af veje og byer.

Klima

“Råstofforvaltningen er CO₂-neutral og samarbejder aktivt med aktører i hele forsyningskæden om klimatilpasning og at reducere udledninger.”

Direkte klimaeffekter af råstofindvinding er knyttet til selve indvindingsarbejdet (ca. 10.100 ton) og transporten af råstoffer (ca. 8.400 ton). CO₂-neutralitet kan teoretisk opnås gennem omlægning til grønne

KONKLUSION OG ANBEFALINGER

energikilder, såsom el og biodiesel, samt off-setting ved at plante træer eller på anden måde binde en mængde CO₂, som tilsvarende udledningerne ved indvindingsprocessen.

Indirekte klimateffekter som forekommer længere nede i råstoffernes værdikæde ved produktion af byggematerialer, er ca. 30 gange større end udledningerne fra indvindingen. Heraf står beton for 62 procent af CO₂-fodaftrykket. CO₂-neutralitet i råstoffernes værdikæde, skal derved opnås gennem reduktion af især betonforbruget, samt erstatning med andre mere bæredygtige materialer. Der er behov for yderligere viden om, hvordan man kan reducere forbruget af beton; blandt andet i veje og anlæg.

Forbrug

“Råstofforvaltningen understøtter, at økonomisk aktivitet i regionen afkobles fra indvinding af nye råstoffer.”

Råstoffer er ikke-fornybare ressourcer, og vi vil således løbe tør på et tidspunkt. Derfor er det et grundlæggende princip, at økonomisk velstand kun kan sikres på sigt hvis det afkobles fra forbruget af nye råstoffer. Det vil tage lang tid at realisere dette princip fuldt ud, da de forbrugende sektorer - veje og anlæg samt byggesektoren - i meget høj grad er afhængige af nye råstoffer.

Genanvendelsesraten for gamle byggematerialer er allerede på 90 procent, men disse materialer bliver primært brugt som vejfyld, og erstatter kun en minimal del af forbruget af nye råstoffer. Økonomisk afkobling skal altså opnås gennem en bredere vifte af løsninger, som råstofforvaltningen primært kan understøtte gennem samarbejder. Det inkluderer blandt andet: reducere udbygningen af vejnettet og størrelsen på nye boliger, samt at bæredygtige biobaserede byggematerialer anvendes langt mere. For at fastlægge det fulde potentiale af en omstilling til biologiske materialer bør der foretages yderligere undersøgelser af muligheder og barrierer.

Slutteligt skal det sikres at råstoffer, der indgår i nye veje, anlæg og bygninger kan genvindes og genbruges med den samme funktionelle værdi. For veje er det relativt set nemmere, da råstofferne typisk ikke blandes med andre materialer, der forringer deres potentiale for genbrug. Dog behøves en bedre forståelse af, i hvor høj grad råstofferne kontamineres ved brug, og hvordan det kan undgås. I bygninger bliver råstofferne typisk blandet med cement, hvilket gør det markant sværere at genbruge eller genanvende materialerne på et højt niveau. Der er således behov for innovation indenfor bygningsdesign, dokumentation, monitorering og genbrug af byggeelementer.



Transparens

“Råstofforvaltningen gør data og viden åbent tilgængeligt, og samarbejder aktivt med relevante interessenter på tværs af forsyningskæder og landegrænser.”

Dette princip kan, og bør, realiseres løbende. Mange data er allerede tilgængelige, men burde samles i en overskuelig og brugervenlig database. Visse informationer kan være sværere at indhente, såsom oplysninger om private virksomheders salg af råstoffer. Derudover bør man identificere hvilke data, der er brugbare for andre aktører og tilstræbe at gøre dem offentligt tilgængelige i et passende format, for at understøtte innovation i og omkring råstofsektoren. Sådanne aktiviteter kan i høj grad ledes og gennemføres af råstofforvaltningen selv, men indhentning af visse data kræver dog også samarbejde, blandt andet med virksomheder.

Efterhånden som mere data genereres, og som råstofsektoren udvikler sig, bør princippet om transparens skærpes og tilpasses til de nye omstændigheder.

KONKLUSION OG ANBEFALINGER

Resiliens

“Råstofforvaltningen understøtter, at virksomheder og medarbejdere i indvindingssektoren og berørte sektorer bliver klar til omstillingen til en cirkulær økonomi.”

Realiseringen af dette princip er indenfor rækkevidde, hvis den politiske vilje er til stede. Først og fremmest kræver det langsigtede politiske mål, som kan kommunikeres til markedet. Formuleringen af sådanne målsætninger bør informeres af en grundig kortlægning af berørte aktører i hele værdikæden. Kapacitetsopbygning af virksomheder og ansatte kan for eksempel foregå i samarbejde med brancheorganisationer, kommuner og kommunale jobcentre.

Borgerrettigheder

“Råstofforvaltningen sikrer en demokratisk og gennemsænkkelig proces med henblik på effektiv varetægelse af samfundsmæssige behov.”

Dette princip er realiserbart. Der eksisterer allerede initiativer i regionen, som håndterer borgerklager. Denne proces kan optimeres ved, at regionen systematiserer behandlingen af klager og laver en løbende opgørelse og database over indberettede klager og generelle gener for borgere fra råstofgravene. Derudover bør regionen igangsætte en undersøgelse af de sundhedsmæssige effekter og samfundsøkonomiske omkostninger af råstofindvinding, for at få en klarere forståelse af, hvordan borgere påvirkes, og hvordan dette yderligere kan minimeres.

Litteratur:

1. **Affald.dk** (2013) D. Slagge <https://www.affald.dk/da/7-10/forbraending/artikler/210-slagge-7-10.html>
2. **Arnoldussen et al.** (2020) Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw, <https://www.metabolic.nl/publication/materiaalstromen-milieu-impact-en-energieverbruik-in-de-woning-en-utiliteitsbouw/>
3. **Bolius** (2019) Danskerne i det byggede miljø
4. **Brabrand Boligforening** (n.d.) Om Generationernes Hus, <https://www.brabrand-boligforening.dk/brabrand-boligforening/generationernes-hus/om-generationernes-hus/>
5. **Building** (2019) 3XN-designed timber office building in Toronto aspires to be tallest in North America, <https://building.ca/3xn-designed-timber-office-building-in-toronto-aspires-to-be-tallest-in-north-america/>
6. **Centre for Housing and Welfare** (2007) Housing in Denmark, http://boligforskning.dk/sites/default/files/Housing_130907.pdf
7. **Cobe** (2020) The Silo <https://www.cobe.dk/place/the-silo#0>
8. **Copenhagen Economics** (2017) Råstoffer - Er der behov for en national strategi?
9. **Dansk Beton** (2014) Betonbelægninger - anvendelse, udførelse og vedligeholdelse af belægninger, trapper og støttemure, <https://www.rc-beton.dk/wp-content/uploads/2015/12/belaegningshaandbogen.pdf>
10. **Danske Regioner** (2018) Råstoffer - En regional opgave
11. **Danske Regioner** (2017) Råstoffer - Er der behov for en national strategi? https://www.regioner.dk/media/5365/copenhageneconomics_raastofferer-der-behov-for-en-national-strategi_2017.pdf
12. **DN** (2016) Danmarks Naturfredningsforening, Råstofindvinding på land, <http://old.dn.dk/Default.aspx?ID=47091>
13. **DR** (2018) Danmark er ved at løbe tør for grus, <https://www.dr.dk/nyheder/indland/danmark-er-ved-loebe-toer-grus-et-af-de-vigtigste-raastoffer-verden-har>
14. **DST** (2019): Fakta om Danmarks udledning af drivhusgasser samt energiforbrug (opdateret), <https://www.dst.dk/da/Statistik/bagtal/2018/2018-12-06-fakta-om-danmarks-udledning-af-drivhusgasser-samt-energiforbrug>
15. **DST VEJ11** (2019) Danmarks Statistik, VEJ11: Vejnet efter vejtype, tid og landsdel, <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/selectvarval/saveelections.asp>
16. **DST RST01** (2020) Danmarks Statistik, RST01: Råstofindvinding (1.000 m³) efter område og råstofstype, <https://www.statistikbanken.dk/RST01>
17. **DST BYGB34** (2020) Danmarks Statistik, BYGB34: Bygningsbestandens areal efter område, anvendelse, arealtype og opførelsesår, <https://www.statistikbanken.dk/BYGB34>
18. **DST AREALDK** (2020): Areal efter arealdække, område og enhed, <https://www.statistikbanken.dk/AREALDK>
19. **EcolInvent** (2019) EcolInvent 3.6 - LCA database, <https://www.ecoinvent.org/home.html>
20. **Energistyrelsen** (2018) Danske nøgletal 2018, <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/noegletal-og-internationale-indberetninger>
21. **GEUS** (2016a) MiMa rapport 2016/1, Indvinding af danske mineralske råstoffer – en geografisk sammenstilling
22. **GEUS** (2016b) MiMa rapport 2016/2, Råstofforsyning: Fra sand og sten til betonbyggeri <http://mima.geus.dk/wp-content/uploads/Beton-rapport-final-170117.pdf>
23. **Hærvejskomiteen** (n.d.) En stærk investering for samfundet, <http://haervejskomiteen.dk/sitemap/en-staerk-investering-for-samfundet/>
24. **Ingeniøren** (2020) 1.400 meter lang motorvejsbro skal bygges på gitterspær af træ
25. **Kalvig et al.** (2017) Råstofforsyning: Fra sand og sten til betonbyggeri
26. **Licitationen** (2018) Råstofbehov stiger med over 50 procent, <https://www.licitationen.dk/article/view/635790/rastofbehov-stiger-med-over-50-procent?ref=rss>
27. <https://www.licitationen.dk/article/view/635790/rastofbehov-stiger-med-over-50-procent?ref=rss>
28. **NCC** (2020) Biodiversiteten blomstrer i Pederseje Grusgrav, <https://www.ncc.dk/medier/pressrelease/e6b4fce2ea-b6ebff/>
29. **Niras** (2018a) Fremskrivning af råstofforbruget 2016-2040 Landsdækkende resultater, https://www.miljoegressourcer.dk/media/materialer/29/Fremskrivning_af_rastofforbruget_i_Danmark_2016-2040_Endelig.pdf
30. **Niras** (2018b) Fremskrivning af råstofforbruget 2016-2040 Region Syddanmark
31. **Rambøll** (2020) Cirkulær økonomi i byggeriet - Analyse af potentialer ved øget genbrug og genanvendelse af byggeaffald
32. **Realдания** (2019) Kan man bygge ensomhed væk?, <https://realdania.dk/nyheder/debatartikler/2019/almenboligforum-29-08-2019>
33. **Region Midtjylland** (2018) Bedre råstoffer til beton.
34. **Region Syddanmarks** (2016) Råstofplan 2016 for Region Syddanmark
35. **Region Syddanmark** (2017) Miljøvurdering af Råstofplan 2016 for Region Syddanmark,
36. **Region Syddanmark** (2018) Redegørelse for råstofområdet i Region Syddanmark
37. **Sundhedsstyrelsen** (2016) Sygdomsbyrden i Danmark, Risikofaktorer, https://www.sst.dk/da/sygdom-og-behandling/-/media/Udgivelser/2016/Sygdomsbyrden-i-Danmark_2016.ashx
38. **Thøgersen** (2020) Interview med Finn Thøgersen, Fagkoordinator i Vejdirektoratet, i forbindelse med dette projekt
39. **Transport- og Boligministeriet** (2020) Ekstern kvalitetssikring af VVM-undersøgelse Midtjyske Motorvej, <https://www.ft.dk/samling/20191/almdel/TRU/bilag/198/2142099/index.htm>
40. <https://www.ft.dk/samling/20191/almdel/TRU/bilag/198/2142099/index.htm>
41. **Vejdirektoratet** (2012) Livscyklusvurdering af Kalkstabilisering af Motorvejsstrækninger, https://www.vejdirektoratet.dk/api/drupal/sites/default/files/publications/livscyklusvurdering_af_kalkstabilisering_af_motorvejsstrækninger.pdf
42. **Vejdirektoratet** (2016) Råstofbehov til store infrastrukturprojekter, http://rs.viewer.dkplan.niras.dk/media/193171/VD_2016_Raastofbehov-til-store-projekter.pdf
43. **Vejdirektoratet** (2020a) Sådan bygger vi vejene, <https://www.vejdirektoratet.dk/tema/sadan-bygger-vi-vejene>
44. **Vejdirektoratet** (2020b) Ny Midtjysk Motorvej fra Give til Haderslev VVM-undersøgelse Sammenfattende rapport, https://api.vejdirektoratet.dk/sites/default/files/2020-01/Ny%20Midtjysk%20Motorvej_VVM-unders%C3%B8gelse.pdf
45. **Vejdirektoratet** (2020c) Sådan bygger vi vejene, <https://www.vejdirektoratet.dk/tema/sadan-bygger-vi-vejene>
46. **VPTI** (2020) Victoria Transport Policy Institute, Generated Traffic and Induced Travel Implications for Transport Planning, <https://www.vtpi.org/gentraff.pdf>



+31 (0) 203690977
info@metabolic.nl
www.metabolic.nl

Holland
Klimopweg 150
1032 HX Amsterdam

Danmark
Enghavevej 80
2450 København