

Et nationalt overblik over de reelt tilgængelige råstofressourcer i Danmark

Rapport udarbejdet for
Miljøministeriet og Danske Regioner

Jørgen O. Leth, Rune Clausen, Claus Ditlefsen,
Jakob Kløve Keiding, Mette Hilleke Mortensen,
Bjarni Pjetursson & Anne-Sophie Høyer

Et nationalt overblik over de reelt tilgængelige råstofressourcer i Danmark

Rapport udarbejdet for
Miljøministeriet og Danske Regioner

Jørgen O. Leth, Rune Clausen, Claus Ditlefsen,
Jakob Kløve Keiding, Mette Hilleke Mortensen,
Bjarni Pjetursson & Anne-Sophie Høyer

Indhold

1.	Resumé	5
2.	Indledning	8
3.	Forudsætninger og baggrundsdata	10
4.	Delopgave A: Konverteringsnøgle for råstoffer på land og hav	12
4.1	Råstoklassifikation	12
4.2	En kornstørrelsesbaseret harmonisering af råstofressourcerne.....	14
4.3	Metode og datagrundlag	15
4.3.1	Anvendelsesområder	15
4.4	Datamæssige usikkerheder	16
4.5	Nationalt estimat af gennemsnitlige kornstørrelsesfordelinger og restvoluminer .	17
4.5.1	Oversigtskort.....	18
4.5.2	Nøgletal.....	18
4.6	Tolkningsmæssige forbehold	21
5.	Delopgave B: Nationalt overblik over reelt tilgængelige råstofressourcer	22
5.1	Definition af reelt tilgængelige ressourcer	22
5.2	Fremgangsmåde ved udarbejdelse af et nationalt overblik	23
5.2.1	Råstofmængder	23
5.2.2	Sammensætning	24
5.2.3	Grovkornede materialer.....	24
5.2.4	Sand.....	25
5.3	Fordelingen af de reelt tilgængelige råstofressourcer på land	25
5.3.1	Region Hovedstaden.....	26
5.3.2	Region Sjælland	28
5.3.3	Region Syddanmark.....	29
5.3.4	Region Midtjylland	31
5.3.5	Region Nordjylland	32
5.4	Fordelingen af de reelt tilgængelige råstofressourcer på havet	33
5.4.1	Nordsøen	33
5.4.2	Nordlige Kattegat	35
5.4.3	De indre farvande.....	36
5.4.4	Bornholm.....	38
5.5	Nationalt overblik over ressourcernes egnethed	40
5.5.1	Grovkornede materialer til stabilgrus og betontilslag m.m.....	40
5.5.2	Sand til beton	40
5.5.3	Fyldsand og bundsikring	41
5.5.4	Specialprodukter	41

6.	Delopgave C: Forslag til rammer for en dynamisk råstofdatabase	42
6.1	Eksisterende dataflows	42
6.2	Krav og ønsker fra relevante interessenter	43
6.3	Skitse af datamodel	44
6.4	Eksempel på fact-sheet	46
7.	Perspektivering og anbefalinger	47
7.1	Konverteringsnøgle og harmonisering af råstofklasser på land og til havs	47
7.2	De opgjorte tilgængelige råstofressourcer	47
7.3	Behov for bedre scenarier for fremtidigt råstofforbrug.....	49
7.4	Sekundære materialer	49
7.5	Behovet for en national råstofdatabase	50
8.	Referencer og datagrundlag	52
	Bilag 1: Anvendt råstofmængde fordelt på produkttype	57
	Bilag 2: Vurdering af andelen af grovkornede materialer	63
	Bilag 3: Behovsanalyser for infrastrukturprojekter	66

Definitioner og forkortelser

- Betontilslag** En fællesbetegnelse for sand og sten/grus, der tilsættes i beton eller asfalt. Tilslaget udgør typisk ca. 60 % af betonens volumen, og kvaliteten af tilslaget har derfor stor betydning for kvaliteten på den færdige beton.
- Danmarks Miljøportal** Et fællesoffentligt partnerskab ejet af staten, kommunerne og regionerne, der har til formål at understøtte digital miljøforvaltning i Danmark <https://www.miljoportal.dk/>
- Down-cycling** En proces, hvor man tager et materiale og laver noget ud af det, som har mindre værdi end den oprindelige genstand.
- Filler** Kornstørrelser < 0,25 mm, der bl.a. anvendes som betontilslag.
- GEUS** De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland.
- Governance** IT-governance er defineret som de processer, der sikrer en effektiv og korrekt brug af IT til at understøtte en organisations opgaveløsning og målsætninger. Eksempler på governance kunne være etablering af procedurer, vejledninger og digitaliseringsklar lovgivning.
- Grovkornede materialer** Samlet betegnelse for kornstørrelser større end 2 mm.
- Havplanen** En helhedsorienteret fysisk planlægning for det danske havområde. Havplanen har hjemmel i Lov om maritim fysisk planlægning (Havplanloven), der gennemfører EU-direktivet 2014/89/EU. <https://havplan.dk/da/om-havplanen>
- Hovedopholdslinjen** En sammensat israndslinje fra sidste istid, som går gennem Jylland.
- JUPITER** GEUS' fællesoffentlige, database for grundvands-, drikkevands-, råstof-, miljø- og geotekniske data. <https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=jupiter>
- Kornstørrelsesskala** Klassificering af sedimenter efter partikelstørrelser: Ler: < 0,002 mm; silt: 0,002 – 0,06 mm; Sand: 0,06 – 2 mm; grus: 2 – 6 mm; sten > 6 mm.
- MARIS** Det Marine Råstofindberetningssystem, der drives af Miljøstyrelsen. Link: <https://raastofindvinding.dk/>
- MARTA** Den marine råstofdatabase indeholdende data om de marine råstoffer på den danske havbund <https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=marta>
- MiMa** Videncenter for mineralske råstoffer og materialer under GEUS mhp. at opbygge viden om råstoffernes betydning for samfundet og komme med løsninger på fremtidens råstofudfordringer.
- Prækvartær** Den geologiske periode forud for kvartærtiden, der er de sidste ca. 2,6 mio. år af jordens historie med flere istider.
- Reaktive korn** De alkalireaktive korn (porøs opalfint), som findes i danske grusforekomster.
- RIT** Råstof IT. Anvendes i de fem danske regioner til administration af råstofområdet. Systemet består af moduler til råstofplanlægning, sagsbehandling af råstofindvinding samt en offentlig tilgængelig side, som kan anvendes af virksomheder til brug for ansøgning om råstofindvinding.
- Råstofbekendtgørelsen** Bekendtgørelse, der regulerer efterforskning og indvinding af råstoffer fra søterritoriet og kontinentalsoklen
- Råstofplan** Den overordnede plan for, hvor der kan indvindes råstoffer i regionerne.
- VVM** Vurdering af Virkninger på Miljøet. Miljøvurdering af planer, programmer og projekter, som kan få væsentlig indvirkning på miljøet.

1. Resumé

Et nationalt overblik over de tilgængelige råstofressourcer i Danmark har længe været efterspurgt, både politisk og af råstofbranchen. Som et første skridt i den retning udbød Miljøministeriet og Danske Regioner i juni 2023 opgaven: "*Et nationalt overblik over de reelt tilgængelige råstofressourcer i Danmark*". Dette initiativ skaber et samlet, statisk overblik over de tilgængelige sand- og grusråstoffer på tværs af land og hav. GEUS blev tildelt projektet, og nærværende rapport er resultatet af denne analyse. Analysen giver et øjebliksbillede over de tilgængelige råstofressourcer og deres anvendelse og leder frem til en national, dynamisk råstofdatabase.

De reelt tilgængelige råstofressourcer er til enhver tid afhængige af politiske prioriteringer, private lodsejere og den tekniske kunnen. Efter dialog med regionerne blev de på land defineret som ressourcerne i de graveområder, der er udlagt af regionerne. På havet blev det i dialog med Miljøstyrelsen besluttet at inddrage de kortlagte påviste og sandsynlige ressourcerområder samt de områder, hvor der er udstedt indvindingstilladelser (fællesområder, auktionsområder og bygherreområder) indenfor Havplanen udviklingsområder for råstofindvinding. Opgørelsen af de reelt tilgængelige råstoffer i denne rapport er baseret på data, der var tilgængelige fra regionerne og Miljøstyrelsen i 2023, hvilket giver et statisk overblik over de råstoffer, der er tilgængelige for indvinding i dag.

Projektet består af 3 delopgaver, der hver især bidrager med informationer, der kan føre til en national dynamisk råstofdatabase. I delopgave A foretages en overordnet analyse af, hvilke kornstørrelser der forventes at være til rådighed i de enkelte geografiske enheder (regioner og havområder), og hvordan kornstørrelser kan konverteres til produkttyper. I delopgave B udarbejdes et første nationalt overblik over voluminer og beliggenheden af de reelt tilgængelige ressourcer. Overblikket bygger for land på opgørelser af restvoluminer foretaget af regionerne i forbindelse med deres løbende råstofplanlægning samt på havet på mængder angivet i MARTA-databasen suppleret med opgørelse af indvinding på havet fra Miljøstyrelsen. Det er i opgørelsen tilstræbt at benytte nyeste opgørelser foretaget omkring 2020. Tidspunkterne for de modtagne opgørelser varierer dog, da indvinding i 2021 og 2022 er modregnet i nogle af de modtagne opgørelser. Det vurderes dog ikke at påvirke de overordnede konklusioner i rapporten væsentligt. Imidlertid har tre regioner fået deres senest råstofplaner hjemvist til revision af Miljø- og Fødevareklagenævnet, hvilket betyder at de anvendte restvoluminer fra de tre regioner ikke svarer til de p.t. gældende restvoluminer. Region Sjælland forventer dog, at planen snart kan godkendes uden større ændringer, mens udsigten til godkendelse for Region Midtjylland og Region Hovedstaden stadig er uvis.

Da kornstørrelsesanalyser kun var til rådighed i et begrænset omfang samt på mindre tilgængelige formater, har det i praksis ikke været muligt at lave en fuldt kornstørrelsesbaseret opgørelse inden for rammerne af den nuværende opgave. Der er derfor i nærværende overblik i stedet skelnet mellem grovkornede materialer > 2 mm (grus, ral og sten) og to klasser af sand: *Sand med få reaktive korn*, som forventes egnet til beton og *Andet Sand* egnet til andre produkttyper. Disse forbehold gør, at opgørelsen kun giver et meget overordnet billede af de til rådighed værende råstoffer. Andelen af grove materialer er i mange forekomster blot løseligt anslået og kornstørrelsesvariationer i sandet er ikke kortlagt. Indholdet af reaktive

korn er alene anslået indirekte ud fra produktionsdata. For mere systematisk at kunne udpege og reservere efterspurgte forekomster er der behov for digitalisering og samlet lagring af både eksisterende og nye kornstørrelsesanalyser og for at gøre dem tilgængelige via en national råstofdatabase.

Opgørelserne viser store regionale forskelle i fordelingen og kvaliteten af ressourcerne. De største ressourcemængder findes i Region Syddanmark, mens Region Hovedstaden har den mindste restressource og de færrest grove materialer. Råstofressourcerne på havet er opgjort på farvandsområder, og viser ligeledes udprægede forskelle på ressourcemængder og kvaliteter fra store mængder i Nordsøen til færre i de indre farvande.

De samlede estimerede reelt tilgængelige danske råstofressourcer er i projektet opgjort til knap 8.000 mio. m³, beregnet som en fremskrivning af indvindingen i 2022. Det dækker minimum 30 års forbrug for selv den mest knappe, grovkornede råstofkvalitet. Det skal dog påpeges, at der er betydelig usikkerhed knyttet til denne opgørelse. Ressourcevurderinger på regions- og kommuneniveau viser store variationer og uens fordeling både mht. ressourcemængder og andelen af grovkornede materialer. Dette kan give problemer ift. forsynings-sikkerhed. Hertil kommer, at omkring 80 % af de opgjorte ressourcer befinder sig til havs indenfor Havplanens råstofzoner. Mens størstedelen af indvindingen i dag sker på land, udgør den marine indvinding kun omkring 25 % af forsyningen. En af forklaringerne på dette, kan være at transportafstandene for sømaterialer generelt er stigende, i takt med at flere af de havnepladser, hvor sømaterialerne landes, bliver opsagt.

Konverteringen fra ressourcer til produkter og anvendelsesområder er meget kompleks, da salgsprodukter typisk består af råstoffer blandet af forskellige råstofforekomster for at leve op til kravsspecifikationer. Mange produkter har overlappende kornstørrelsesfordeling, hvorfor en optimal udnyttelse og opgørelse af ressourcerne ift. anvendelse ikke har været mulig. I stedet er der beregnet kornkurver for typiske produkter inden for de fem anvendelsesområder. Tilgangen er nyttig til at sammenligne ressourcer, indvinding og forbrug i overordnede kornstørrelsesintervaller mhp. at vurdere forsynings-sikkerhed af råstofkvalitet ift. kornstørrelse.

I projektets delopgave C opstilles rammerne og perspektiverne for udarbejdelsen af en mulig fremtidig, dynamisk råstofdatabase. Krav og ønsker til en fremtidig råstofdatabase er blevet kortlagt gennem interviews af de væsentlige interessenter. Råstofdatabase skal kunne opgøre råstofressourcerne til havs og til lands på en ensartet måde efter statistiske egenskaber som lokalitet, volumen, påvisningsgrad og råstofkvalitet. Database skal til enhver tid kunne give et retvisende og opdateret billede af de reelt tilgængelige råstofressourcer, i takt med at der sker ændringer i de politiske prioriteringer, miljømæssige begrænsninger, råstofpriser, ressourceforbrug, arealanvendelser, teknologier, markedsudvikling mv. Der bør tilstræbes genbrug af eksisterende løsninger, som f.eks. den nationale råstofdatabase, Marta. Det anbefales, at der opbygges en samlet råstofdatabase for både marine og landbaserede ressourcer baseret på et ensartet klassifikationssystem, så råstofplanlægning og forvaltning af Danmarks primære og sekundære forekomster af sand, grus og sten i fremtiden kan baseres på et så opdateret grundlag som muligt. De eksisterende komponenter (RIT, der primært rummer tilladelser og indberetninger fra erhvervet på land) og MARTA (der primært rummer kortlægning og analyse af forekomster til havs), vurderes til sammen at kunne udgøre store

dele af dataflowet i en kommende råstofdatabaseløsning. Projektet opstiller en skitse til en generisk datamodel, der tilgodeser de opridsede krav og behov.

Det anbefales, at en fremtidig klassificering primært er kornstørrelsesbaseret. Et forbedret kendskab til kornstørrelsesfordelingen af ressourcerne vil skabe det bedst mulige grundlag for vurderingen af råstofkvaliteter ift. kornstørrelse. Forbedringer kan opnås ved digitalisering af allerede eksisterende kornstørrelsesanalyser, men bør suppleres med nye kornstørrelsesanalyser for dårligt undersøgte råstofressourcer. Andre kvalitetsparametre som materialets petrografiske sammensætning (mineralogi) og mekaniske egenskaber kan også være af betydning i forhold til høj kvalitetsprodukter.

Det anbefales, at der fremover udarbejdes mere detaljerede behovsanalyser, som ikke kun undersøger det samlede råstofbehov for sand, grus og sten, men også mere specifikke forsyningsbehov for forskellige kvaliteter af råstoffer såvel til bygge- og anlægssektoren generelt som til større, planlagte infrastrukturprojekter. Erfaringsmæssigt kan der opstå forsyningsrisiko eller mangel for særlige kornstørrelser og høj kvalitetsprodukter.

En eventuel næste fase af råstofressourcekortlægningen bør også inddrage de sekundære ressourcer, da genanvendelse er et voksende krav i alle former for anvendelsesområder jf. den grønne omstilling og bæredygtighedsdagsordenen.

2. Indledning

I takt med at tilgængeligheden af råstoffer i Danmark svinder, stiger behovet for at kunne planlægge indvindingen og optimere anvendelsen af de tilgængelige råstofressourcer. Et nationalt overblik over de tilgængelige råstoffer i Danmark har således længe været efterspurgt såvel politisk som af råstofbranchen. En dynamisk ressourceopgørelse baseret på en national råstofdatabase vil i høj grad kunne være med til at sikre en stabil forsyning til et forbrug, der forventes at være stigende. Samtidig vil en national råstofdatabase kunne bidrage til en bæredygtig og mere effektiv udnyttelse af råstofressourcerne, så man i højere grad kan planlægge og økonomisere med ressourcerne på et overordnet nationalt niveau. Udnyttelsen af råstofferne er i stigende grad udfordret af konflikter med andre arealinteresser såvel på land som på havet. Desuden domineres råstofforbruget af byområder, som oftest er langt væk fra indvindingsområderne.

Som et første skridt udbød Miljøministeriet og Danske Regioner i juni 2023 i fællesskab opgaven *"Et nationalt overblik over de reelt tilgængelige råstofressourcer i Danmark"*, som bl.a. har til hensigt at skabe et samlet statisk overblik over de tilgængelige sand- og grusråstoffer på tværs af land og hav. GEUS blev tildelt projektet i september 2023 og nærværende rapport er resultatet af denne analyse. Projektet giver et øjebliksbillede over de tilgængelige råstofressourcer, der kan lede frem til en dynamisk råstofdatabase.

Indvinding af råstoffer i Danmark foregår både på landjorden og på havet. På land tilhører råstofferne private lodsejere. Regionerne er ansvarlige for kortlægning og vurdering af ressourcerne i den enkelte region og har samtidig de tilhørende data lagret i egne systemer og hjemmesider. Regionernes råstofgeologiske kortlægning bruges til udpegnings af interesse- og graveområder i de regionale råstofplaner. Råstofplanerne skal dække forsyningsbehovet inden for regionen i en 12-årig periode med mulighed for revision hvert fjerde år. På havet tilhører råstofferne staten og Miljøstyrelsen er ansvarlig for administrationen. Den overordnede kortlægning og råstofplanlægning varetages af Miljøstyrelsen, men råstofvirksomhederne foretager også kortlægning i forbindelse med deres ansøgninger om tilladelser til indvinding. Havplanen sætter rammerne for, hvor der kan indvindes på havet i fremtiden. Som udgangspunkt gælder havplanen for en 10-årig periode. Data vedrørende de marine ressourcer lagres i den marine råstofdatabase, MARTA, der drives af GEUS.

På grund af forskellige måder at opgøre råstofressourcerne på land og på havet fandtes der forud for dette projekt ikke en samlet landsdækkende ressourceopgørelse, der omfatter råstoffernes kvalitet, kvantitet og beliggenhed med samme målbarhed. De tilgængelige råstofers lokaliteter og kvaliteter i Danmark kunne derfor vanskeligt estimeres og sammenlignes på et nationalt niveau, og råstofplanlægningen ikke koordineres på tværs af land og hav.

I dette projekt fokuseres på tre overordnede formål:

- 1) At udarbejde en konverteringsnøgle, der dels muliggør sammenligning af råstoffer på tværs af land og hav, dels kan konvertere råstoffer fra de kortlagte kategorier til deres mulige anvendelse.

- 2) At udarbejde et nationalt overblik over de reelt tilgængelige råstofressourcer på såvel et kornstørrelsesniveau som et anvendelsesniveau.
- 3) At beskrive rammen for at udarbejde en dynamisk råstofdatabase på længere sigt. Et dynamisk værktøj, der baseret på grunddata og forskningsanalyser kan sikre, at ressourceopgørelsen kontinuerligt opdateres med ny viden og nye fund af ressourcer under hensyntagen til skiftende arealinteresser.

Projektet inkluderer udelukkende de primære råstoffer (sand, grus, ral og sten), som reguleres i Råstofloven. Ler og kalk mm. samt de sekundære og alternative råstofressourcer i form af byggeaffald og jord mm. er derfor ikke en del af denne opgørelse.

Projektet er gennemført i tæt dialog med Miljøstyrelsen, regionerne og råstofbranchen. Informationer om råstofmængder og -kvaliteter på land er i projektet baseret på meget varierende opgørelser fra de enkelte regioners råstofplaner og produktionsdata indberettet af branchen, mens de tilsvarende informationer for marine råstoffers vedkommende er baseret på informationer i den marine råstofdatabase, MARTA. Råstofbranchen har velvilligt bidraget med informationer om råstofkvaliteter og produktionsdata.

Interessentinddragelse har fra starten af projektet været et nøglepunkt for at sikre datainput og korrekt anvendelse af eksisterende data samt sikre konsensus om de anvendte fremgangsmåder. Der blev derfor ved projektets start afholdt separate møder med samtlige regioner for at få et indblik i fremgangsmåder ved kortlægningen og vurdere regionernes mulige dataleverancer og dataformater. Ud over at delagtiggøre regionerne i projektet skaffede møderne et overblik over, hvilke resourcedata fra land, der var til rådighed for projektet. Tilsvarende blev der i starten af projektet afholdt dialogmøde mellem GEUS og Miljøstyrelsen for at afklare brugen af de marine råstofdata.

GEUS har fra starten været opmærksom på at involvere råstofbranchen i projektet. Dialogmøder og virksomhedsbesøg dels med Nymølle Stenindustrier, dels med NCC, der også repræsenterer brancheorganisationen Danske Råstoffer under Dansk Industri/Byggeri, har givet et værdifuldt indblik i produktionsmetoder og produktspecifikationer. GEUS har også præsenteret projektet på det årlige dialogmøde mellem Miljøstyrelsen og den marine råstofbranche den 30. november 2023.

Som en del af interessentinddragelsen har GEUS arrangeret workshops den 26. oktober og den 24. november med repræsentanter fra regionerne, Miljøstyrelsen, Danske Regioner, branchen og Miljøministeriet. GEUS præsenterede på de to workshops, hvordan de forskellige delopgaver forsøges løst på det eksisterende datagrundlag og de foreløbige resultater. Den konstruktive dialog og input fra interessenterne er efterfølgende indarbejdet i opgaveløsningen.

3. Forudsætninger og baggrundsdata

En af projektets forudsætninger har været at definere "reelt tilgængelige råstofressourcer". De reelt tilgængelige råstoffer vil til enhver tid afhænge af politiske prioriteringer, private lods-ejere og den tekniske kunnen. Efter dialog med regionerne blev de reelt tilgængelige råstofressourcer på land defineret som ressourcerne i de graveområder, der er udlagt af regionerne og dermed ikke de såkaldte råstofinteresseområder. På havet blev det i dialog med Miljøstyrelsen besluttet at inddrage de områder, der er kortlagt som påviste og sandsynlige ressourceområder samt de områder, hvor der pt. er udstedt indvindingstilladelser, dvs. fællesområder, auktionsområder og bygherreområder. Af disse er det kun områder indenfor Havplanens udviklingsområder for råstofindvinding, der er medtaget

Det skal dog bemærkes, at forudsætningen for at en reelt tilgængelig ressource faktisk kan indvindes er myndighedernes godkendelse efter afvejninger af det konkrete areal (VVM), og om de private lodsejere på land ønsker grusgravning på deres grund.

Opgørelsen af de reelt tilgængelige råstoffer i denne rapport er således baseret på de data, der har været tilgængelige fra regionerne og Miljøstyrelsen i 2023, dvs. det er et statisk overblik over de råstoffer, der er tilgængelige for indvinding i dag (se afsnit 5.1).

En stor udfordring for projektet har været tilgængeligheden og harmoniseringen af de inhomogene data fra regionerne indenfor den korte projektperiode. Begge dele har haft betydning for løsningen af delprojekterne A og B, hvor der er benyttet to forskellige koncepter i forbindelse med ressourceopgørelsen.

Opgaveløsningen forudsætter et indgående fagligt kendskab til de potentielle råstofressourcers anvendelighed og de forskellige indberetningssystemer, der anvendes på land og på havet. De forskellige indberetningskrav og kortlægningsmetoder på henholdsvis land og hav, gør det umiddelbart svært at sammenligne råstoffer på land og råstoffer på havet. Problemstillingen er illustreret i Tabel 3.1.

På land udføres råstofkortlægningen ved at kombinere råstofboringer med geofysiske målinger og kan suppleres med kornstørrelsesanalyser for at bestemme kvaliteten. Interesseområderne, der i varierende grad udpeges af regionerne, er ligesom Havplanens udviklingszoner for råstofindvinding på havet først og fremmest en arealreservation til anvendelse ved arealplanlægning. Kendskabet til forekomsterne i interesseområderne er meget varierende.

På land er der fastsat krav om indberetning i *Bekendtgørelse om ansøgning og indberetning om råstofindvinding på landjorden*. Heraf fremgår det, at en indvinder af råstoffer på land én gang årligt skal foretage indberetning om arten, mængden og anvendelsen af de råstoffer, der er indvundet i hver råstofgrav. På land indberettes derfor såvel arten (sand, grus, sten, ler, kalk, kridt og anden forekomst) som anvendelsen (vejmaterialer, betontilslagsmaterialer, teglfabrikation, industrikalk m.fl.). Langt de største mængder der indvindes, er sand, grus og sten. Gennem indberetningen af fraktion og anvendelse fås et overblik over efterspørgslen, hvilket kan bruges i råstofplanlægningen på land.

På havet benyttes seismik og boringer til råstofkortlægning. Miljøstyrelsen gennemfører hvert år storskala råstofkortlægning på havet, mens råstofbranchens virksomheder detailkortlægger mindre områder mhp. at søge om indvindingstilladelser. Når der indvindes råstoffer på havet, indberettes hvilken råstoftype, der er i hver last. *Råstofbekendtgørelsen* definerer,

hvilke råstoftyper, der kan indberettes (sand, grus, ral, fyldsand, skaller og andet). Disse råstoftyper er således primært defineret ud fra materialets kornstørrelse eller beskaffenhed, og er derfor tæt knyttet til de klasser, der bruges ved den geologiske kortlægning af ressourcerne. Undtagelsen er dog fyldsand, som udelukkende er defineret ud fra anvendelse til opfyldning og kystfodring. I modsætning til på land opgøres både kortlægning og indberetning på havet således på kornstørrelsesniveau. Der findes dog ingen mulighed for at indberette lasten som mere end én råstoftype, selvom materialet ofte indeholder en blanding af forskellige råstoftyper. Klassifikation af de kortlagte råstoffer fra havet indeholder til gengæld ud over ressourcetyper oplysninger om dannelsesstype/aflejringsmiljø, der kan give indikation af, hvilken kvalitet materialet potentielt kan have med hensyn til kornenes afrundingsgrad, ensartethed/sortering, samt indhold af mineraler/reaktive korn. De kortlagte marine ressourcer indeholder desuden en parameter, der beskriver hvor sikkert ressourcen er kortlagt (påvist, sandsynlig eller spekulativ).

På havet har man et overordnet kendskab til råstofforekomster inden for større geografiske områder. Områderne er udlagt med henblik på at sikre forsyningen til de næste mange årtier, men til gengæld indberettes der ikke på anvendelsesniveau. På land derimod har man et mere detaljeret kendskab for en kortere forsyningsperiode inden for specifikke områder i hver region.

Tabel 3.1. Indberetningskrav og kortlægningskategorier.

Indberetning på havet	Efter råstof-type: Sand, Grus, Ral, Fyldsand, Skaller og "andet"
Kortlægning på havet	Kortlægningen klassificerer ressourcerne som Sand 0, Sand 1, Grus 2, Ral 3 eller Fyldsand 4. Anvendeligheden vurderes ud fra en kombination af kornstørrelse, dannelsesstype/aflejringsmiljø og kortlægningens sikkerhed. Ressourcens volumen estimeres
Indberetning på land	Overordnet art: sand, grus, sten (samlet), kvartssand, Anvendelsesområde: Anlæg og vejmaterialer, asfaltmaterialer, og betonmaterialer (herunder specifikke produkttyper)
Kortlægning på land	Gennem kortlægningen på land vurderes graden af råstofinteresse. Anvendeligheden vurderes ud fra en kombination af parametre, herunder tykkelsen af råstoflegemet, kornstørrelsesfordeling, mængden af overjord, mængde af råstof over og under grundvandsspejl samt egnethed til beton- og vejformål. Desuden har den geografiske placering betydning for råstofinteressen, da der er forskel på såvel tilgængelige ressourcer som efterspørgsel

4. Delopgave A: Konverteringsnøgle for råstoffer på land og hav

De marine og landbaserede råstofressourcer opgøres efter to forskellige klassifikationssystemer, og de enkelte klasser beskriver ikke råstoffernes anvendelsesmuligheder. Derfor kan de nuværende opgørelser af råstofressourcerne ikke direkte understøtte nationale vurderinger af udbud og efterspørgsel, og de kan derfor heller ikke facilitere en national råstofplanlægning. For at løse denne udfordring er der udarbejdet en konverteringsnøgle, som muliggør en harmonisering af klassifikation af råstoffer på land og til havs baseret på kornstørrelse. Dernæst er der udviklet en konverteringsnøgle, som kan konvertere kornstørrelsesniveauet til fem anvendelseskategorier: anlægsmaterialer, beton, asfalt, opfyldning/kystsikring og "andet". Denne konverteringsnøgle muliggør, at råstofressourcerne kan sammenlignes med råstofforbruget fra de fem undersøgte anvendelsesområder baseret på kornstørrelsesfordeling. Det bør dog bemærkes, at råstoffer kan have flere anvendelsesmuligheder, men tilgangen giver mulighed for at vurdere råstofressourcerne ift. råstofforbrug for de fem anvendelsesområder og dermed give et overblik over nøgletal som ressourcer, forbrug, anvendelsen, forsyning og forsyningshorisont opgjort efter kornstørrelsesintervaller.

4.1 Råstofklassifikation

For at kunne foretage en national opgørelse af råstoffer på tværs af land og hav og kunne konvertere råstoffer fra de kortlagte kategorier til deres mulige anvendelse er der behov for en ensartet råstofklassifikation. En anvendelig råstofklassifikation for sand-, grus- og stenforekomster bør baseres på væsentlige målbare parametre, der har betydning for indvinding, oparbejdning og anvendelse. GEUS' bud på væsentlige parametre, der bør indgå i en fuld klassifikation, fremgår af nedenstående Tabel 4.1. Tabellen beskriver også, hvor disse data helt eller delvist kan findes.

Tabel 4.1. Væsentlige parametre, der bør indgå i en fuld klassifikation samt deres tilgængelighed.

Parameter	Tilgængelighed p.t.
Dannelsesmiljø	Dannelsesmiljøet er ofte tolket i regi af kortlægningen. For havet findes informationen i Marta ^{*)} ; for land i rapporter.
Volumen	De estimerede volumener af råstofressourcerne findes digitalt i Marta; for land i lokale databaser og regneark
Kornstørrelsesfordeling	Kornstørrelsesfordelinger er ofte målt i råstofboringer i de enkelte ressourceområder. Til havs findes informationen i Marta; for land i udvalgte rapporter.
Mægtighed af overjord	Mægtigheden af overjord er angivet som dyndtykkelser for nogle marine ressourcer og til lands angivet i nogle rapporter.
Indhold af skadelige korn	Indhold af skadelige korn er meget sjældent opgjort for ressourcer til havs, men findes i nogle rapporter fra land

^{*)} Marta: Den marine råstofdatabase

Som det fremgår af tabellen, findes en del af disse parametre kun for enkelte forekomster, og i mange landområder kun som tekst i rapporter. Det er derfor ikke muligt at anvende en fuldt beskrivende klassifikation i denne første nationale oversigt. I stedet er der taget udgangspunkt i den råstofklassifikation, der anvendes til havs. Fordelen ved denne klassifikation er, at den til en vis grad er kornstørrelsesbaseret i modsætning til den overordnede klassifikation, der benyttes på land, hvor der blot skelnes mellem to klasser: 'sand, grus og sten' samt 'kvarssand'. Ved at anvende denne klassifikation på materialer på land, der overvejende består af smeltevandssedimenter med varierende indhold af grus, fås imidlertid den uheldige bivirkning, at en overvejende del af ressourcerne vil blive klassificeret som grus på trods af et meget varierende indhold af grove materialer.

Klassifikation af kortlagte råstofressourcetyper til havs følger DGU (1994), der samtidig er den inddeling, der anvendes til indberetning af indvundne skibslaster (Sand 1, Grus 2, Ral 3, Fyldsand 4). Dog er der i kortlægningsøjemed tilføjet en lavkvalitetstype betegnet 'Sand 0'. De enkelte råstofkvaliteter afspejler alene kornstørrelse og kornstørrelsesfordeling og ikke materialets petrografiske sammensætning herunder indhold af reaktive, porøse og ustabile mineralkorn. De 5 klasser for råstofklassifikation til havs kan beskrives som følgende:

***Sand 0** er finkornet, lavkvalitetssand blandet med silt, ler eller dynd. Uegnet som råstof.*

***Sand 1** (0–4 mm) er kvalitetssand, som kan benyttes til betonfremstilling eller andre højkvalitetsprodukter.*

***Grus 2** (0–20 mm) er typisk sandede aflejringer med minimum 10 % grusindhold (> 2 mm).*

***Ral 3** (6–300 mm) er en ressource, der indeholder minimum 15 % ral (6–300 mm).*

***Fyldsand 4** er et lavkvalitetsprodukt, hvor der dog kan være krav til kornstørrelsesfordelingen - oftest sand med mindre end 10 % grus og mindre end 22 % finstof (filler).*

Til brug for den nationale oversigt over råstofressourcer er de marine klasser reduceret til 4 klasser (se Tabel 4.2), hvor 'grus' og 'sten/ral' er bevaret, mens sandklasserne nu er opdelt i to kategorier: 'sand med lavt indhold af reaktive korn' (Sand 1) og 'sand-andet' (inklusive fyldsand). Denne opdeling er accepteret af såvel regionerne som branchen.

Tabel 4.2. En forsimplet opdeling af de marine råstofklasser.

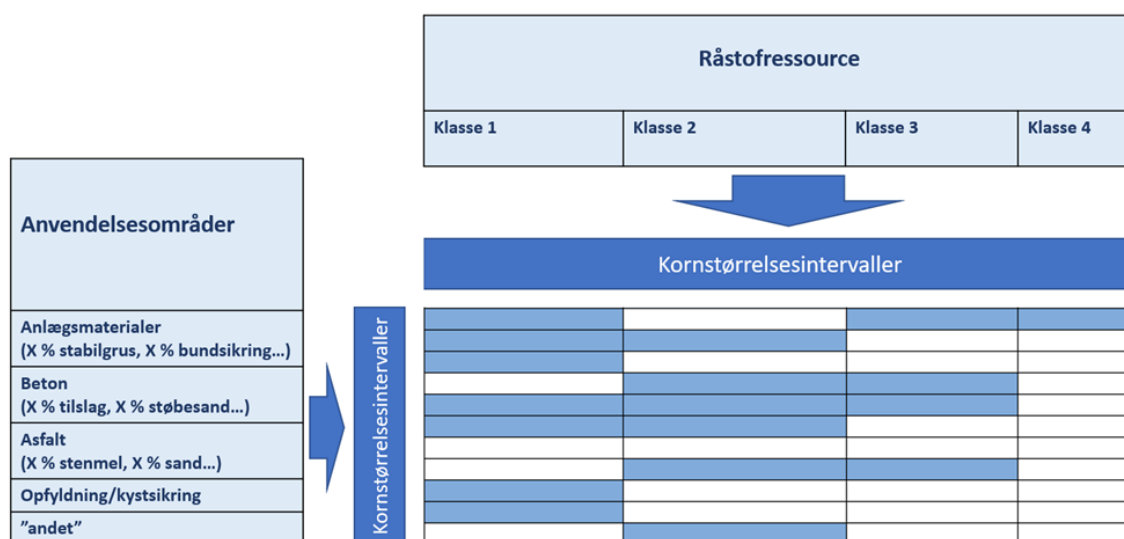
Råstofkvalitet			
Sand med lavt indh. af reaktive korn	Sand – andet	Grus	Sten (Ral)
krav til sammensætning	dog <22% finstof	minimum 10% grus	>60 mm

4.2 En kornstørrelsesbaseret harmonisering af råstofressourcerne

Der er udarbejdet konverteringsnøgler som muliggør en sammenstilling af sand-, grus- og stenråstofferne med fem overordnede anvendelsesområder. Konverteringsnøglerne er udarbejdet både med høj detaljegrad i 12 størrelsesfraktioner (jf. DS/EN 933-1 'Bestemmelse af kornstørrelsesfordeling - Sigteanalyse') og med en forenklet detaljegrad på 3 kornstørrelsesintervaller (baseret på dialog med branche og regioner). Der er udarbejdet følgende konverteringsnøgler:

- Nøgle til konvertering af regionernes råstofopgørelser, Tabel 4.3 og 4.4
- Nøgle til konvertering af marine råstofklasser, Tabel 4.5 og 4.6
- Nøgle til konvertering af og til de fem anvendelsesområder, Tabel 4.7 og 4.8.

Formålet med konverteringsnøglerne er at vurdere råstofressourcernes anvendelighed. Udfordringen er, at råstofressourcer og deres anvendelser opgøres på forskellig måde: Råstofernes anvendelse opgøres på produktniveau (på land jf. regionernes indberetning til Råstof IT (fork. RIT)), mens råstofressourceopgørelser opgøres efter klasser f.eks. baseret på kornstørrelsesintervaller (Region Hovedstaden 2016), minimumskriterier for kornstørrelser (marine klasser, MiMa 2015-klasser (MiMa, 2015-1) og geologiske betegnelser) eller som produkter (Region Nordjylland 2021). Der er derfor behov for harmonisering, så både ressourcerne og deres anvendelse opgøres på kornstørrelsesniveau med samme kornstørrelsesintervaller (Figur 4.1). Med hensyn til kornstørrelsesintervaller er branchens standard for sigteanalyse benyttet. Denne adskiller sig kun lidt fra de geologisk definerede intervalgrænser (f.eks. 0,6 mm vs. 0,5 mm).



Figur 4.1 Konceptuel skitse over hvorledes behovet for konvertering til kornstørrelsesintervaller er, før råstofressourcer kan sammenstilles med anvendelsesområder.

4.3 Metode og datagrundlag

4.3.1 Anvendelsesområder

Hvert af anvendelsesområdernes produktforbrug i 2022 er beregnet med baggrund i data for indvinding, import og eksport i 2022 fra Danmarks Statistik, hvoraf data for indvinding er udleveret som særtræk direkte til GEUS. På baggrund heraf er det procentuelle produktforbrug i hver anvendelse bestemt. Dernæst er der i samarbejde med branchen foretaget en selektion af 'typiske kornstørrelsesprofiler' for de opgjorte produktkategorier. Til sidst er produktforbruget omregnet til en samlet kornstørrelsesprofil.

Regionale opgørelser

Da regionerne opgør råstofressourcerne forskelligt, er der anvendt forskellige tilgange til at udarbejde konverteringsnøgler til hver region. Region Nordjyllands opgørelse på produktniveau (betonsand, stabilgrus, sten, samt fyld og bundsikring) er omregnet vha. de førnævnte 'typiske kornstørrelsesprofiler' til kornstørrelser. I Region Midtjylland og Region Sjælland laves generelt kornstørrelsesanalyser i forbindelse med de enkelte kortlægninger. Disse benyttes imidlertid ikke til opdeling af ressourcen i kornstørrelsesklasser ved den samlede opgørelse i råstofplanen. Her er i stedet anvendt en teoretisk konverteringsnøgle fra sedimenttype (smeltevandssand og grus) til en forventet kornstørrelsesfordeling. Denne er baseret på en generisk kornstørrelsesprofil på smeltevandssand og grus (Bilag 1, Tabel B1.9). Region Hovedstaden har opgjort ressourcen i fire kategorier i råstofopgørelsen (mellem sand (0,2 - 0,6 mm), groft sand (0,6 - 2 mm), sten/grus (> 2 mm)) suppleret med yderligere en ressourcekategori fint sand. Der er foretaget en forøgelse af detaljegraden af Region Hovedstaden med baggrund i den generiske kornstørrelsesprofil på smeltevandssand og grus. Region Syddanmark har opgjort mængden af grove materialer og vurderer, at de udgør i gennemsnit 25 % af ressourcen (dette dækker dog over større regionale variationer: Fyn = 20 %, Sønderjylland = 26 %, Sydvest = 18 % og Trekantsområdet = 19 %). For den fine og grove fraktion er detaljegraden forøget med baggrund i den generiske kornstørrelsesprofil på smeltevandssand og grus.

Marine ressourcer

I de marine ressourceklasser (Sand 1, Grus 2, Ral 3 og Fyldsand 4) har vi haft mulighed for at trække data fra MARTA-databasen i form af sigteanalyser af sedimentprøver for 98 boringer og herfra beregne kornstørrelsessammensætninger for Sand 1, Grus 2 og Ral 3. Beregningsmæssigt er Fyldsand 4 regnet som Sand 1, dels med baggrund i geologisk kendskab, og dels med baggrund i, at der forekommer kornstørrelseskrav fra eksempelvis Kystdirektoratet. For nuværende er beregningen foretaget på de påviste marine ressourceområder for alle farvande uden hensyntagen til Havplanens udviklingszoner for råstofindvinding.

Forenkling af kornstørrelsesintervaller

Forskellige inputs fra branchen og regionerne blev modtaget i forhold til, hvorledes kornstørrelsesintervallernes detaljegrad kunne forenkles til f.eks. 3 kornstørrelsesintervaller. Flere perspektiver på relevante kornstørrelsesgrænser blev drøftet uden, at det dog ledte til et entydigt svar på, hvilke kornstørrelsesintervaller, som er de vigtigste at opgøre efter.

Erfaringen understreger vigtigheden af, at en fremtidig råstofdatabase får en høj detaljegråd, som muliggør aggregering på det ønskede niveau – afhængigt af brugeren. Valget faldt på kornstørrelsesgrænsen 4 mm (grænse for sten/sand i branchen) og 0,25 mm som er den nederste grænse for betegnelsen 'økonomisk råstofressource' for alle regioner

4.4 Datamæssige usikkerheder

Der er identificeret en lang række usikkerheder af både datamæssig og estimeringsmæssig karakter, hvorfor der må forventes en stor usikkerhed ved de frembragte konverteringsnøgler. Konverteringsnøglen til omregning af regionernes råstofressourcer er i høj grad baseret på kornstørrelsesfordelingen i vores foreløbige opgørelse af en generisk kornstørrelsesprofil for smeltevandssand og -grus. Region Midtjylland og Region Sjælland ender med samme relative fordeling (svarende til profilen for smeltevandssand og grus), fordi der ikke er regionale klasser at interpolere ud fra.

Konverteringsnøglen til omregning af de marine råstofressourceklasser er baseret på faktiske måledata, hvilket giver en bedre sikkerhed for estimatet. Sikkerheden for resultatet varierer dog mellem råstofressourceklasserne afhængigt af antallet af sedimentanalyser. Det er værd at bemærke, at sedimentanalysernes maksimale dybde ofte er 5 meter og dermed ikke repræsenterer hele ressourcen.

Tabel 4.3. Konverteringsnøgle til omregning af regionernes råstofressourcer til kornstørrelser.

Anvendelsesområder	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
Region Nordjylland	5%	5%	13%	27%	20%	9%	5%	5%	3%	3%	2%	2%
Region Midtjylland	5%	14%	28%	21%	10%	11%	5%	2%	2%	1%	1%	1%
Region Syddanmark	4%	11%	24%	18%	8%	10%	11%	4%	4%	2%	2%	2%
Region Sjælland	5%	14%	28%	21%	10%	11%	5%	2%	2%	1%	1%	1%
Region Hovedstaden	5%	14%	28%	30%	3%	4%	7%	2%	2%	1%	1%	1%

Tabel 4.4. Forenklet konverteringsnøgle til omregning af regionernes råstofressourcer til kornstørrelser.

Anvendelsesområder	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
Region Nordjylland		23%			60%					17%		
Region Midtjylland		46%			47%					6%		
Region Syddanmark		39%			47%					14%		
Region Sjælland		46%			47%					6%		
Region Hovedstaden		46%			45%					8%		

Tabel 4.5. Konverteringsnøgle til omregning af de påviste marine råstofressourceklasser til kornstørrelser.

	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
Sand 1 (målt)	1%	11%	50%	23%	8%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Grus 2 (målt)	1%	6%	34%	35%	8%	4%	2%	2%	3%	1%	1%	1%
Ral 3 (målt)	0%	1%	7%	30%	27%	15%	10%	5%	3%	0%	0%	0%
Fyldsand 4 (som Sand 1)	1%	11%	50%	23%	8%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%

Tabel 4.6. Forenklet konverteringsnøgle til omregning af den samlede påviste marine råstofressource til kornstørrelser.

	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
Vægtet gennemsnit	1%	11%	48%	24%	8%	3%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
	59%			36%				4%				

Tabel 4.7. Konverteringsnøgle til omregning af anvendelsesområdernes forbrug til kornstørrelser.

	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
Anlægs- og vejmaterialer	5%	5%	13%	27%	18%	12%	5%	4%	3%	1%	3%	3%
Asfaltmaterialer	1%	3%	13%	9%	2%	0%	0%	14%	14%	14%	14%	14%
Betontilslagsmaterialer	1%	3%	13%	26%	12%	2%	3%	3%	5%	15%	17%	0%
Opfyldning/kystsikring	1%	11%	38%	24%	10%	6%	4%	2%	2%	1%	1%	1%
Anden anvendelse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.8. Forenklet konverteringsnøgle til omregning af anvendelsesområdernes forbrug til kornstørrelser.

	0-0,25	0,25-4	>4
Anlægs- og vejmaterialer	22%	63%	14%
Asfaltmaterialer	17%	12%	71%
Betontilslagsmaterialer	17%	44%	39%
Opfyldning/kystsikring	49%	43%	7%
Anden anvendelse	-	--	-

Konverteringsnøglen til omregning af anvendelsesområder er meget usikker af flere årsager: **i)** der er anvendt typiske kornkurver som proxy for produktkategoriens kornstørrelsessammensætning (i forhold til kornstørrelseskravene er der ofte mulighed for at hver enkelt kornstørrelse kan svinge i størrelsesordenen 30 %), **ii)** der er ingen garanti for at den indberettede anvendelse er den samme som den faktisk anvendelse, **iii)** anvendelsen af marine råstofressourcer er groft estimeret i samarbejde med industrien, og **iv)** anvendelsen af import/eksport af sand, grus og sten er kun muligt at estimere groft.

Det skal yderligere bemærkes, at der undervejs i projektet er opstået tvivl om rigtigheden af det udleverede særtræk fra Danmarks Statistik om regionernes råstofindvinding på anvendelsesniveau i 2022. Dialogen mellem Region Syddanmark, Danmarks Statistik og GEUS er fortsat i gang ved afslutningen af denne rapportering. Dette berører såvel konverteringsnøgler for anvendelser som nøgletalsfigur i besvarelsen af delopgave B.

4.5 Nationalt estimat af gennemsnitlige kornstørrelsesfordelinger og restvoluminer

Som supplement til detailopgørelser og kortmateriale i Delopgave B præsenteres her nogle helt overordnede nationale figurer og nøgletal for forsyningen af 'sand', 'grus' og 'sten' i 2022 fordelt på tre kornstørrelsesintervaller: 0 - 0,25 mm, 0,25 - 4 mm og større end 4 mm.

4.5.1 Oversigtskort

Med baggrund i ressource-konverteringsnøglerne (Tabel 4.4 og 4.6) samt ressourceopgørelser (Bilag 1, Tabel B1.12) er der udarbejdet et oversigtskort, som giver et nationalt overblik over råstofressourcen på et overordnet kornstørrelsesniveau (Figur 4.2). Oversigtskortet viser råstofressourcen marint og på regionsniveau med cirkeldiagrammer, som er skaleret efter ressourcens størrelse, og som derved muliggør en visuel sammenligning på tværs af opgørelserne. Muligheden for at inkludere en særskilt opgørelse af råstofressourcen for Bornholms Regionskommune blev efter regionskommunens ønske undersøgt på baggrund af supplerende materiale tilsendt fra regionen. Det var på baggrund af det tilsendte materiale ikke muligt at foretage en fyldestgørende vurdering af ressourcens størrelse for de største graveområder. Bornholms Regionskommune er derfor ikke opgjort som de øvrige enheder.

Oversigtskortet viser, at der er betydelige regionale forskelle både ift. ressourcernes størrelse og sammensætning af råstofkvaliteterne (kornstørrelsesfordeling). Særligt interessant er den varierende forskel i andelen af grovfraktionen (her > 4 mm) på tværs af regionerne. Figuren viser også tydeligt, at de tilgængelige marine råstofressourcer udgør en betydelig større mængde end de landressourcerne tilsammen. Landressourcerne er i opgørelsen dog udelukkende baseret på ressourcerne i råstofgraveområder udlagt i råstofplanerne og politisk prioriteret. Potentielle ressourcer i interesseområder udenfor graveområderne er i denne rapport ikke vurderet som reelt tilgængelige (se afsnit 5.1). Det er også vigtigt at bemærke, at de marine råstofressourcer ikke er lige tilgængelige for alle regioner på grund af afstanden fra landingshavnen til der, hvor ressourcebehovene findes geografisk.

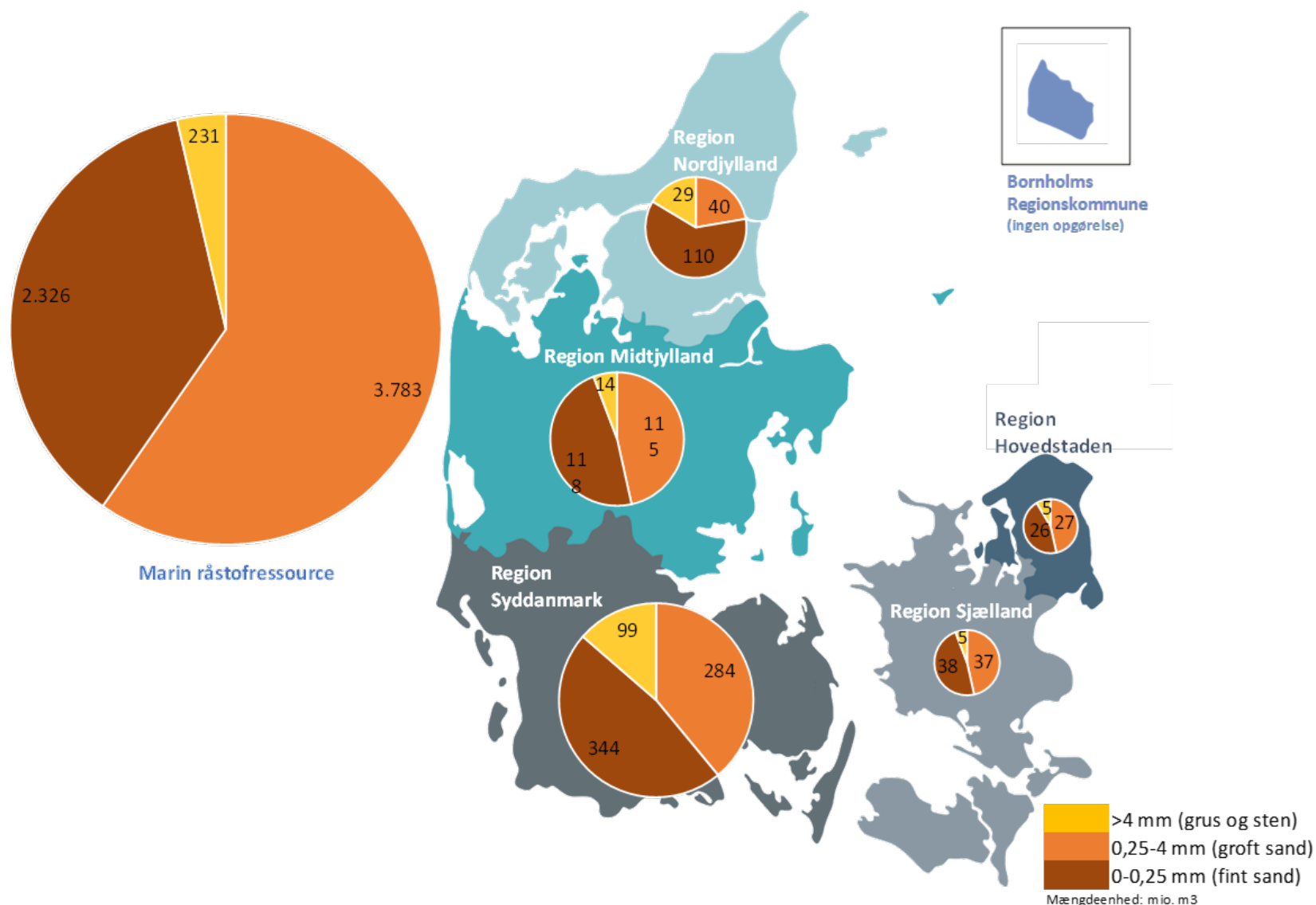
4.5.2 Nøgletal

Til facilitering af kommende drøftelser af nødvendige initiativer på råstofområdet er der udarbejdet en række komparative grafikker med nøgletal på kornstørrelsesniveau, som giver et statisk overblik over ressourcen, forbruget, anvendelsen, forsyningen og forsyningshorisonten (Figur 4.3-4.5 og Tabel 4.9 og 4.10).

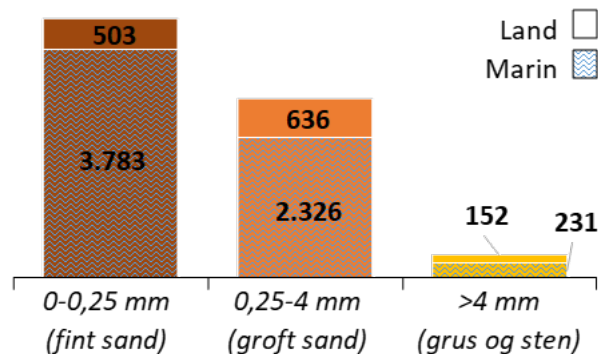
De to øverste søjlediagrammer (Figur 4.3-4.4) viser, at der på kornstørrelsesniveau er en tydelig asymmetri mellem ressource og indvinding, hvilket betyder, at ressourcens forskellige størrelsesfraktioner udnyttes med meget forskellig intensitet. Udnyttelsesintensiteten er beregnet som forsyningshorisont (Tabel 4.10) og af den fremgår det, at landressourcens grovfraktion (> 4 mm) med 36 år har den laveste forsyningshorisont og dermed er den mest intenst udnyttede del af sand-, grus- og stenressourcen. Misforholdet mellem ressource og behov indikeres yderligere af forsyningsbalancen (Tabel 4.9) som viser, at omkring 46 % af forsyningen af groft materiale (> 4 mm) i 2022 stammede fra import.

Råstofanvendelsen fordelt på kornstørrelsesniveau (Figur 4.5) er beregnet ved at omregne produktforbruget i hvert anvendelsesområde i 2022 (Bilag B1.1) til kornstørrelser vha. den udarbejdede konverteringsnøgle (Tabel 4.8). Af figuren ses det, at det primært er anvendelsen til betontilslag samt til anlæg og veje, som dominerer forbruget af stenfraktionen, så i tilfælde af knaphed på grove materialer, ville disse anvendelsesområder blive særligt påvirket.

Figur 4.2. Grafisk overblik over den nationale ressource i 2023 opdelt på kornstørrelsesniveauer. Opgørelsen er for de marine råstofressourcer baseret på påviste og sandsynlige ressourcer samt tilladellesmængder i fællesområderne indenfor Havplanens råstofzoner samt for råstofressourcerne på land de aktive graveområder i de regionale råstofplaner. Opgørelsen af landressourcernes kornstørrelsesfordeling er baseret på regionernes opgørelser i kombination med estimeringer. Opgørelsen af landressourcer vurderes derfor at være usikker. Fremadrettet bør dette arbejde opkvalificeres med data fra alle graveområder.

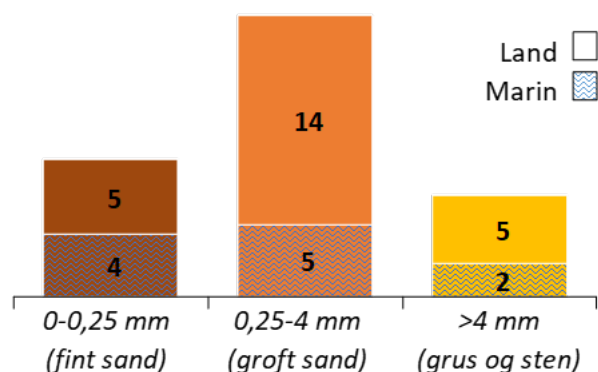


Ressource [mio. m³]



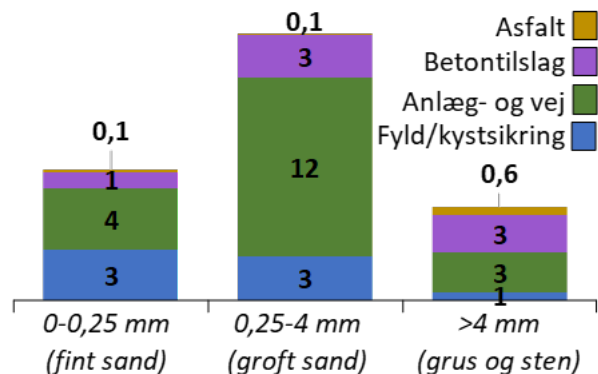
Figur 4.3. Den nationale ressource af sand, sten og grus i 2023: Påviste og sandsynlige marine ressourcer inden for Havplanen og aktive graveområder på land er vist. Figuren summerer Figur 4.2.

Indvinding [mio. m³]



Figur 4.4. Den nationale indvinding af sand, sten og grus i 2022. Baseret på særtræk fra Danmarks Statistik omregnet med konverteringsnøgle. Indvindingstallene er upræcise, men vurderes ikke at påvirke størrelsesordener i figuren. Danmarks Statistik er i samarbejde med regionerne ved at løse dataproblemet.

Anvendelse [mio. m³]



Figur 4.5. Det nationale forbrug af sand, sten og grus i 2022 fordelt på anvendelsesområde. Indvinding baseret på særtræk fra Danmarks Statistik og omregnet til kornstørrelser. Indvindingstallene er upræcise, men vurderes ikke at påvirke størrelsesordener i figuren. Danmarks Statistik er i samarbejde med regionerne ved at løse data-problemet.

Forsyningsbalance [%]

	0-0,25 mm (fint sand)	0,25-4 mm (groft sand)	>4 mm (grus og sten)
Indindvinding fra land:	56	75	36
Indvinding fra havet:	46	26	18
Import/eksport (-/+):	-2	-0,4	46

Tabel 4.9. Den nationale forsyningsbalance af sand, sten og grus i 2022. Indvindingstallene er upræcise, men vurderes ikke at påvirke størrelsesordener i figuren. Danmarks Statistik er i samarbejde med regionerne ved at løse dataproblemet.

Forsyningshorisont [år]

	0-0,25 mm (fint sand)	0,25-4 mm (groft sand)	>4 mm (grus og sten)
Land:	56	35	24
Totalressource :	475	161	59

Tabel 4.10. Øjeblikksbillede af de nationale forsyningshorisonter ved uændret forsyningsbalance, uændret forbrug og med den nuværende ressource. Indvindingstallene er upræcise, men vurderes ikke at påvirke størrelsesordener i figuren. Danmarks Statistik er i samarbejde med regionerne ved at løse dataproblemet.

4.6 Tolkingsmæssige forbehold

Alle opgørelser i Figurerne 4.2-4.5 og Tabellerne 4.9-4.10 giver et øjebliksbillede. Der er derfor en grundlæggende usikkerhed forbundet med vurdering af råstofressourcernes anvendelsespotentiale fremadrettet, og usikkerheden er større på regionsniveau end nationalt. Derudover er det med en national råstofopgørelse vanskeligt at 'fange' vigtige aspekter af regionernes interne forsyningssituation. Der bør derfor udvikles nøgletal og parametre som afspejler regionernes interne forsyningssituation; disse kan fx bero på prisforskelle internt i regionerne og transportafstande.

Forsyningshorisonten i Tabel 4.10, som er en 'forventet restlevetid' på nuværende opgjorte ressourcer, beror på en antagelse om uændret indvinding i årene frem, et såkaldt 'business as usual scenarie'. Scenariet flugter med Rambølls seneste fremskrivning (Rambøll, 2023) som indikerer et uændret totalforbrug og -indvinding frem mod 2040. Når Rambølls fremskrivning ikke direkte anvendes i nærværende rapport, skyldes det, at de beregnede restlevetider rækker længere end til 2040.

Som nævnt bygger ressourceopgørelserne på land som anbefalet af regionerne udelukkende på restvoluminer indenfor eksisterende graveområder udlagt i råstofplanerne. I de enkelte regioner er desuden udlagt såkaldt råstofinteresseområder. Hvis de var medtaget, ville forsyningshorisonten på land have være øget. Imidlertid er dokumentationen af ressourcerne i interesseområderne meget varierende, og deres inddragelse vil forventes at øge usikkerheden på opgørelserne betydeligt.

5. Delopgave B: Nationalt overblik over reelt tilgængelige råstofressourcer

Overblikket over de reelt tilgængelige råstofressourcer tager udgangspunkt i de ressourcer, der er tilgængelige for indvindes i dag. Der har derfor undervejs været en tæt dialog mellem GEUS og regionerne og Miljøstyrelsen, for at sikre at de anvendte data er så realistiske som mulig. Da de reelt tilgængelige ressourcer til enhver tid er afhængig af politiske prioriteringer, skiftende arealinteresser og teknisk kunnen vil overblikket udelukkende være et øjebliksbillede. Det nationale overblik er dog en forudsætning for den videre udvikling af en dynamisk national råstofdatabase, som bliver diskuteret under delopgave C i kapitel 6.

Delopgave B skal i henhold til opgavebeskrivelsen omfatte:

Beskrivelse af kriterier for, og afgrænsninger af, reelt tilgængelige råstoffer.

- Beskrivelse af antagelser og forbehold ift. et statisk nationalt råstofoverblik.
- Grafiske kort og tabeloversigter, som giver et nationalt overblik over den reelt tilgængelige råstofressource; både på et kornstørrelsesniveau og et anvendelsesniveau.

Et nationalt overblik over råstoffer på land og til havs er i denne sammenhæng et øjebliksbillede baseret på de til rådighed værende data, som afspejler at data er indsamlet og opgjort på forskellige vis til havs og i de forskellige regioner på land.

5.1 Definition af reelt tilgængelige ressourcer

På møder og workshops med branchen, regionerne og Miljøstyrelsen er det diskuteret, hvordan begrebet reelt tilgængelige ressourcer bedst defineres. Blandt regionerne var der enighed om at antage at råstofgraveområderne, der er udlagt i gældende råstofplaner (primært 2020), er reelt tilgængelige ressourcer, da der her både er foretaget kortlægning og en politisk prioritering af ressourcerne. Denne definition har yderligere den fordel, at der indenfor næsten alle graveområder er foretaget en vurdering af restmængderne i forbindelse med udarbejdelse af råstofplanerne. Branchen anførte dog, at der er nogle uheldige begrænsninger, da arealer indenfor graveområderne kan være båndlagt efter anden lovgivning.

Med henblik på at definere reelt tilgængelige ressourcer på land og til havs på en sammenlignelig måde, medtages der i definitionen til havs kun ressourcer indenfor Havplanens råstofzoner, der sætter rammerne for, hvor der som udgangspunkt kan indvindes råstoffer indenfor en 10-årig periode.

De marine råstofressourcer er som tidligere nævnt kortlagt i forbindelse med Miljøstyrelsens årlige kortlægningsprogram. Her kortlægges ressourceområderne med varieret detaljeringsgrad. Kortlægningsindsatsen resulterer i en klassifikation af ressourcer i tre forskellige niveauer: påvist, sandsynlig og spekulativ afhængig af detaljeringsgraden. Disse data er tilgængelige fra den marine råstofdatabase (MARTA). Efter dialog med Miljøstyrelsen og

branchen samt litteraturstudier (Riddler, 1994; CIM, 2014), er det besluttet at de påviste og de sandsynlige ressourcer kan betragtes som reelt tilgængelige ressourcer.

Ud over disse kortlagte ressourcer findes der på havet tre forskellige kategorier af ressourceområder med indvindingstilladelser: Fællesområder, bygherreområder og auktionsområder. Miljøstyrelsen har på baggrund af geologiske kortlægninger givet en indvindingstilladelse med en angivet ressourcemængde for hver af disse kategorier. Produktionen fra hvert af disse områder indberettes til Miljøstyrelsen, der løbende beregner restmængden af ressourcer i henhold til tilladelsen og viser den i Det Marine Råstofindberetningssystem (MARIS). De fleste fællesområder, bygherreområder og auktionsområder ligger indenfor de kortlagte ressourceområder (påviste og sandsynlige). De fællesområder, bygherreområder og auktionsområder, der ligger udenfor de kortlagte ressourceområder betragtes i denne sammenhæng også som en reelt tilgængelig ressource.

De reelt tilgængelige ressourcer på havet indenfor Havplanens udviklingszoner er således defineret som de kortlagte påviste og sandsynlige ressourceområder i MARTA-databasen samt ressourcerne i fælles-, bygherre- og auktionsområde indvindingsområderne, der ligger udenfor de kortlagte ressourceområder.

5.2 Fremgangsmåde ved udarbejdelse af et nationalt overblik

I opgavebeskrivelsen ønskes et nationalt overblik over de reelt tilgængelige råstofressourcer på både kornstørrelses- og anvendelsesniveau. Opgørelsen skal derved så vidt muligt omfatte både mængder og sammensætning af ressourcerne.

5.2.1 Råstofmængder

Mængderne af ressourcer i de udlagte graveområder på land opgøres af regionerne i forbindelse med udarbejdelse af de lokale råstofplaner. I nærværende arbejde tages udgangspunkt i mængderne angivet i råstofplanerne for 2020. Til havs er mængder af påviste og sandsynlige forekomster vurderet i forbindelse med de marine kortlægninger, der senest er opdateret i 2023. Opgørelserne er udtrukket af MARTA databasen i november 2023. Opgørelsen af restmængder i de marine fællesområder, bygherreområder og auktionsområder opgøres løbende af Miljøstyrelsen ud fra den indberettede indvinding. De aktuelle restmængder udtrukket fra MARIS i november 2023 indgår ligeledes i nærværende opgørelse.

I nedenstående Tabel 5.1 ses en overordnet opgørelse af restmængder henholdsvis opgjort af regionerne og udtrukket fra MARTA. Desuden ses den anslåede mængde af grove materialer, opgjort som beskrevet nedenfor.

De største restmængder findes som forventet på havet, hvilket skyldes størrelsen og typerne af marine områder, der opfattes som reelt tilgængelige. På land viser denne opgørelse at de største reelt tilgængelige ressourcer findes i Region Syddanmark og de mindste i Region

Hovedstaden. En nærmere beskrivelse af restressourcerne i de enkelte geografiske enheder (regioner og havområder) beskrives i nedenstående.

Område	Restressource (mio. m ³)	Grovkornede materialer (mio. m ³)
Region Hovedstaden	61	10
Region Sjælland	98	25
Region Nordjylland	193	34
Region Midtjylland	276	66
Region Syddanmark	749	163
Havområdet	6442	434
Totalressource	7819	732

Tabel 5.1 Overordnet vurdering af restmængder og andelen af grovkornede materialer > 2mm i 2020.

5.2.2 Sammensætning

I delopgave A er foretaget en overordnet analyse af hvilke kornstørrelser, der forventes at være til rådighed i de enkelte geografiske enheder, og hvordan kornstørrelser kan konverteres til produkttyper. Da en nærmere gennemgang af de til rådighed værende data imidlertid viste, at kornstørrelsesanalyser kun var til rådighed i et begrænset omfang samt på mindre tilgængelige formater, har det i praksis ikke været muligt at lave en fuldt kornstørrelsesbaseret opgørelse inden for rammerne af denne opgave. Det samme gælder analyser for indhold af reaktive korn som er vigtigt i forhold til anvendelse til beton. Der er derfor i dette overblik skelnet mellem to klasser af sand: 'Sand med få reaktive korn' og 'Andet Sand', samt grovere materialer > 2 mm (grus, ral og sten). Indholdet af reaktive korn er alene anslået indirekte ud fra produktionsdata.

Disse forbehold gør, at opgørelsen kun giver et meget overordnet billede af de til rådighed værende råstoffer. Andelen af grove materialer er i mange forekomster blot løseligt anslået og kornstørrelsesvariationer i sandet er ikke kortlagt. For mere systematisk at kunne udpege og reservere efterspurgte grovkornede forekomster er der behov for en digitalisering og samlet lagring af både eksisterende og nye kornstørrelsesanalyser i en national råstofdatabase. Dette vil også give mulighed for en nærmere vurdering af anvendelsesmuligheder for de enkelte sandforekomster.

5.2.3 Grovkornede materialer

Mange steder i landet, ikke mindst omkring de større byer, er der stor efterspørgsel på grovkornede materialer (grus, ral og sten > 2 mm) til anlæg og byggeri. Det drejer sig bl.a. om stabilgrus og tilslag til beton. Det blev derfor aftalt med Miljøministeriet, at der i dette projekt så vidt muligt skulle fokuseres på at vurdere andelen af grove materialer i de enkelte områder ud fra de tilgængelige data. Da data om ressourcernes sammensætning som nævnt varierer en del mellem land og hav og mellem de enkelte regioner, har det været nødvendigt at anslå mængden af grovkornede materialer på forskellig vis i de forskellige områder (Tabel 5.2).

Enhed	Fremgangsmåde til vurdering af andelen af grovkornede materialer
Region Nordjylland	Andelen af grovkornede restmængder opgivet i Regionplan 2020
Region Midtjylland	Andelen af grovkornede produkter indberettet i de enkelte graveområder*
Region Syddanmark	Mængder af grove materialer er overvejende indberettet til regionen fra de enkelte grave og på baggrund heraf er den totale mængde estimeret
Region Sjælland	Andelen af grovkornede produkter indberettet i de enkelte graveområder*
Region Hovedstaden	Andelen af grovkornede materialer (> 2 mm) angivet i Regionplan 2020**
Bornholm	Kan ikke opgøres p.t. Afventer en samlet ressourceopgørelse
Det marine område	Estimeret ud fra et antal kornstørrelsesanalyser i Marta (Bilag 1 Tabel B1.11)

Tabel 5.2 Fremgangsmåder benyttes til vurdering af andelen af grovkornede materialer (typisk > 2 mm) i de enkelte forekomster.

*Fremgangsmåden er valideret ved sammenligning med kornstørrelsesanalyser fra Region Midtjylland og Region Sjælland, se Bilag 2.

** Kornstørrelsesfordelingen i regionens graveområder er estimeret semiautomatisk af Region Hovedstaden ud fra kornstørrelsesbeskrivelser (i Jupiter og en lokal geoteknisk database) ved hjælp et plugin modul til QGIS.

5.2.4 Sand

Ud over behovet for grovkornede materialer til anlæg og byggeri er der behov for sand til en række formål indenfor byggeri, anlæg af veje, jernbaner, kystsikring mv. Specielt til byggeri er der til betonfremstilling behov for sand med få reaktive korn. Antallet af analyser for reaktive korn er imidlertid meget begrænset i de tilgængelige data. For alligevel indledende at kunne vurdere forekomster med disse egenskaber er der taget udgangspunkt i indberettede sand-produkter fra de enkelte grusgrave. Ved denne fremgangsmåde antages, at sandet i graveområder, hvorfra der produceres mere end 1000 m³ betonsand per år, overordnet kan henføres til klassen 'Sand med få reaktive korn'. Hvor produktionen ikke omfatter betonsand, henføres sandet til klassen 'Andet Sand', som forventes at kunne benyttes til fyld, bundsikring og tilslag til stabilgrus m.m. Sandforekomster, der vurderes at være uegnede til råstofanvendelser, er ikke medtaget.

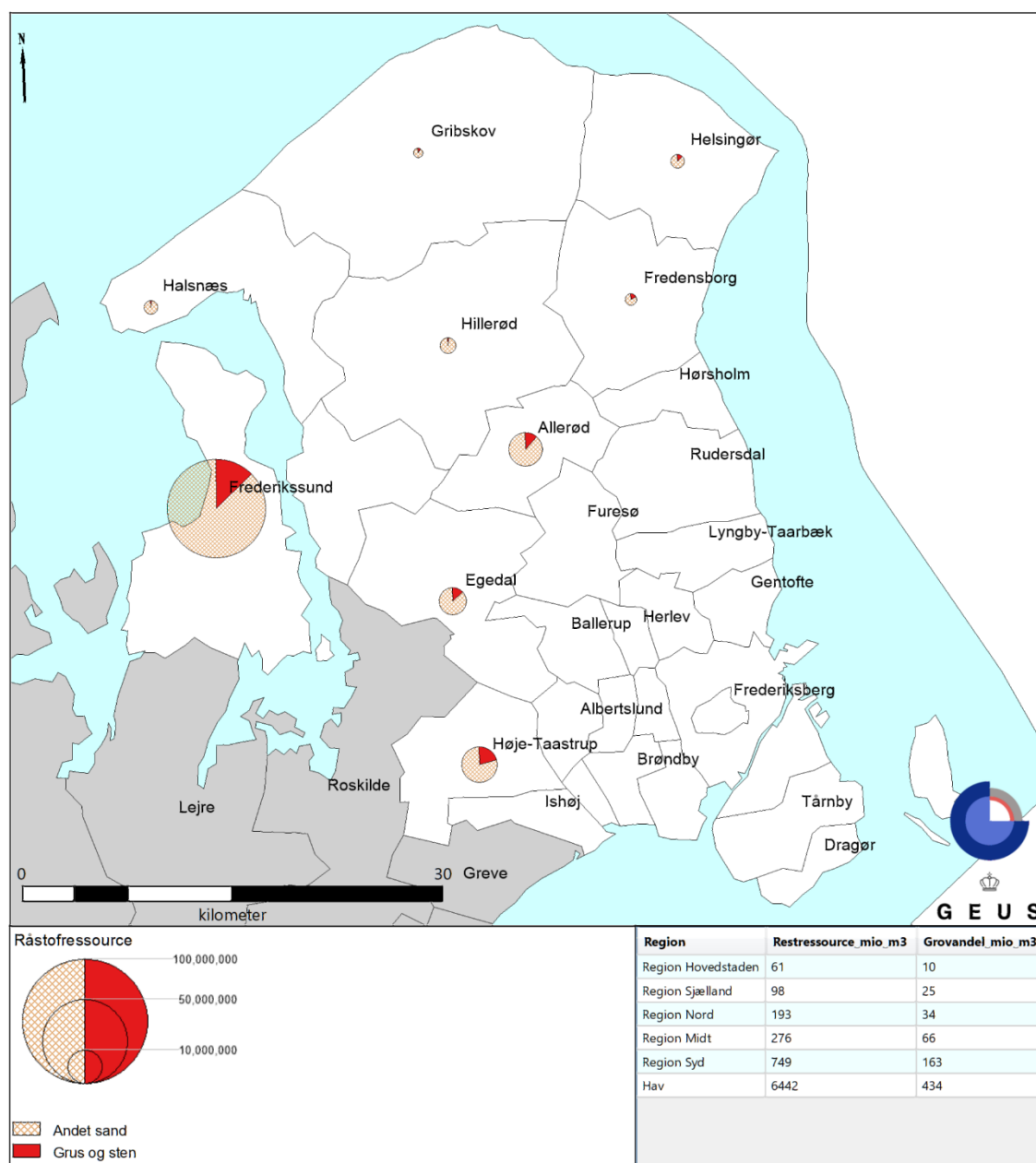
5.3 Fordelingen af de reelt tilgængelige råstofressourcer på land

Dette afsnit indeholder en landsdækkende beskrivelse af de reelt tilgængelige råstofressourcer opgjort med fokus på den geografiske fordeling af ressourcerne og de væsentligste regionale forskelle. De enkelte ressourcer er som beskrevet opdelt forholdsvis simpelt i henholdsvis sand og grove materialer (grus, ral og sten). Sandfraktionen er desuden søgt opdelt i 'Sand med få reaktive korn' og 'Andet sand'.

Opgørelserne på land er foretaget for hvert graveområde. På de følgende oversigtskort vises opgørelserne aggregeret på kommuneniveau for at sikre et visuelt overblik.

5.3.1 Region Hovedstaden

Indenfor Region Hovedstaden indvindes sand, grus og sten i 9 kommuner omkring København (Figur 5.1). Forekomsterne i Halsnæs, Fredensborg og Gribskov kommune er meget små, mens forekomsterne i Frederikssund kommune er de største i regionen. Grove materialer til stabilgrus og beton indvindes kun i Høje-Taastrup kommune, mens der i resten af regionen primært produceres sand og grus til bundsikring og fyld. Der produceres p.t. ikke betonsand i regionen.



Figur 5.1 Oversigt over de reelt tilgængelige ressourcer i Region Hovedstaden. Der produceres ikke betonsand i regionen.

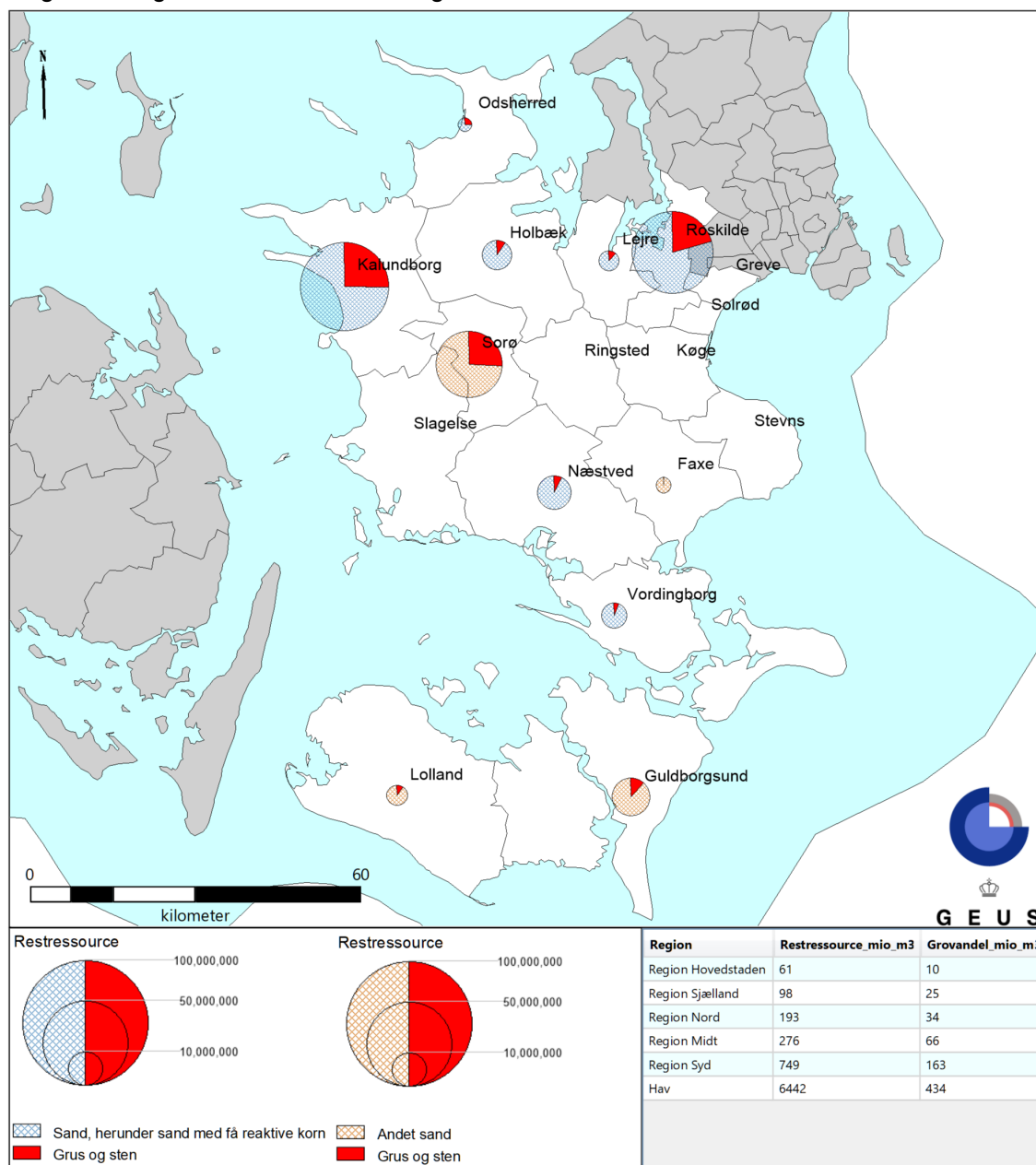
Region Hovedstaden (2016) anslår, at omkring 1/3 af råstofferne, der anvendes i regionen enten importeres fra Region Sjælland, hentes fra havområdet eller importeres fra udlandet. De marine forekomster af relevans for Region Hovedstaden produceres enten i Køge Bugt og Fakse Bugt og landes i København, eller i sydlige Kattegat og landes i Hundested, se Figur 5.8. Det vurderes, at en vis andel af de marine forekomster kan have et lavt indhold af reaktive korn, og derved kunne være egnet til betontilslag.

Miljø- og Fødevareklagenævnet har den 20. december 2023 ophævet Råstofplan 2016/2020 og hjemvist den til fornyet behandling i Region Hovedstaden. Dette medfører at de opgjorte reelt tilgængelige råstofressourcer for Region Hovedstaden ikke længere er gældende¹.

¹ En ny opgørelse afventer færdiggørelse og godkendelse af en ny råstofplan. Region Hovedstaden er i foråret 2024 påbegyndt udarbejdelsen af Råstofplan 2025. Råstofplan 2025 vil indeholde grave- og interesseområder fra 2012 planen og den ophævede 2016/2020 plan, som ønskes videreført, Regionens egne forslag til nye grave-eller interesseområder, samt forslag fra Regionens indkaldelse af ideer og forslag (2022 og 2024). Region Hovedstaden forventer at kunne vedtage den nye råstofplan i efteråret 2025.

5.3.2 Region Sjælland

Omkring Roskilde, i Lejre Kommune samt i Sorø og Kalundborg kommuner træffes relativt store forekomster med et højt indhold af grus og sten, som blandt andet er vigtige for forsyningen af Region Hovedstaden, se Figur 5.2.

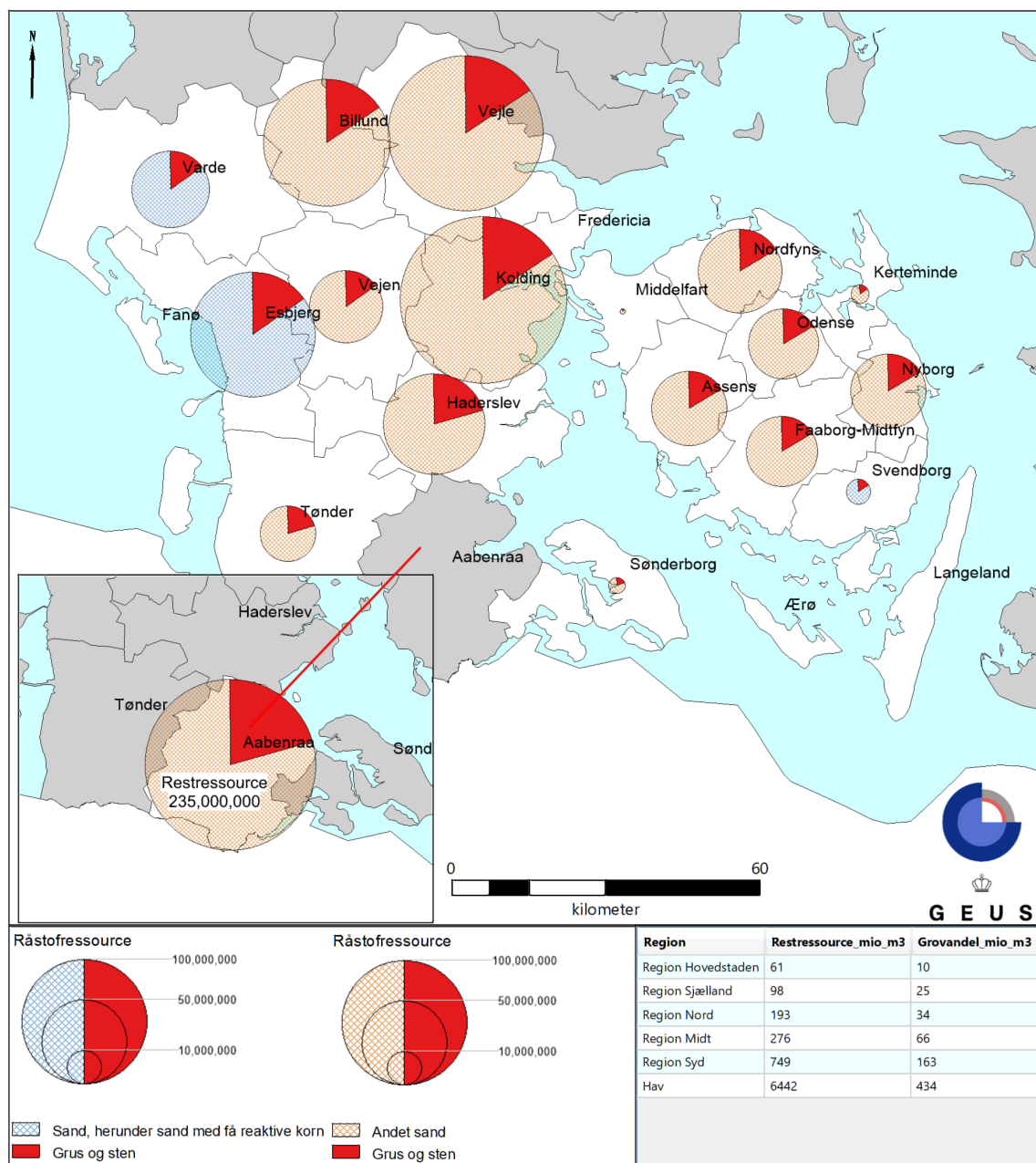


Figur 5.2 Oversigt over de reelt tilgængelige ressourcer i Region Sjælland.

I følge Region Sjælland (2021) er grus og sten i forekomsterne i Kalundborg velegnede som groft tilslag til beton, mens de grove materialer i Roskilde kommune angivelig er mindre egnede. Produktionsdata tyder umiddelbart på, at sandfraktionen både i forekomsterne i Roskilde og Kalundborg kommuner har et tilstrækkeligt lavt indhold af reaktive korn til at kunne anvendes til betonsand. Region Sjælland vurderer (i mail) at omkring 30-50% af råstofferne, der indvindes i regionen anvendes i Region Hovedstaden. Der findes mindre forekomster jævnt fordelt over regionen i 7 af de øvrige kommuner, mens der p.t. ikke er udlagt ressourcerområder i de resterende 6 kommuner, se Figur 5.2.

5.3.3 Region Syddanmark

I Region Syddanmark findes meget store forekomster af sand, grus og sten i grusgrave langs Hovedopholdslinjen. Det er især tilfældet i Aabenraa Kommune, hvor der er store forekomster med et højt indhold af grus og sten.



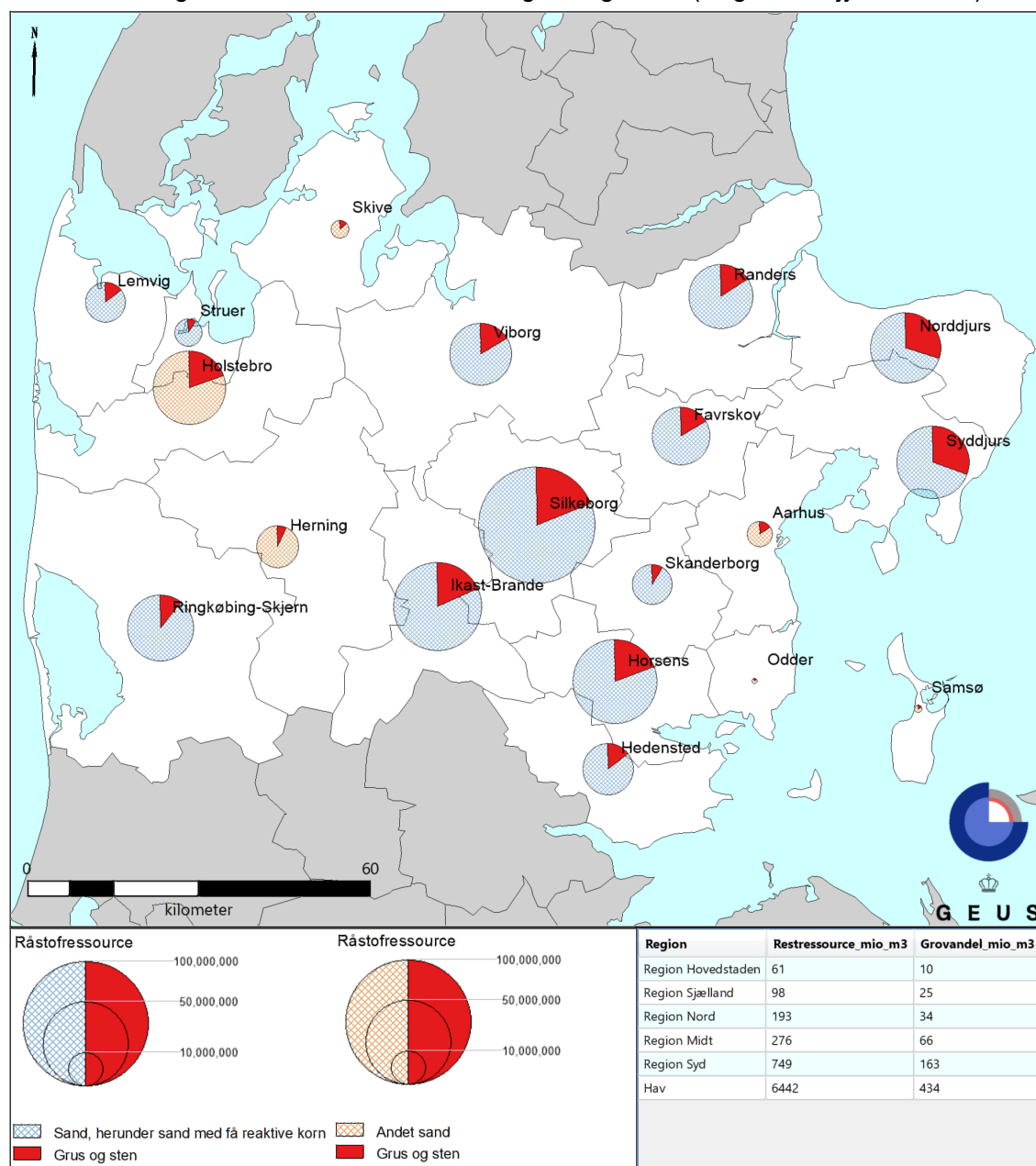
Figur 5.3 Oversigt over de reelt tilgængelige ressourcer i Region Syddanmark.

Regionen er i råstofplanen opdelt i fire delområder (Fyn, Trekantområdet, Sydvestjylland og Sønderjylland; Figur 5.3), der tilstræbes at være selvforsynende. Da op mod halvdelen af de grovkornede produkter (som stabilgrus, betontilslag og materialer til asfalt) p.t. imidlertid produceres i Aabenraa og Haderslev kommuner og materialerne primært anvendes indenfor regionen (Region Syddanmark 2021), formodes det, at der p.t. foregår en betydelig transport af grove materialer på tværs af regionen.

Ved indvindingen af grus og sten efterlades mange steder i Region Syddanmark store mængder sand i gravene. Ud over nogle få kendte kvartssandsforekomster (Esbjerg, Varde og Svendborg) foreligger der ikke data, som sikkert belyser sandets kvalitet såsom indholdet af reaktive korn. Umiddelbart vurderes det dog, at sandet i det sydlige Jylland generelt har et lavt indhold af reaktive korn, som gør det egnet til betonsand, da der i undergrunden her mange steder er kortlagt kvartssand.

5.3.4 Region Midtjylland

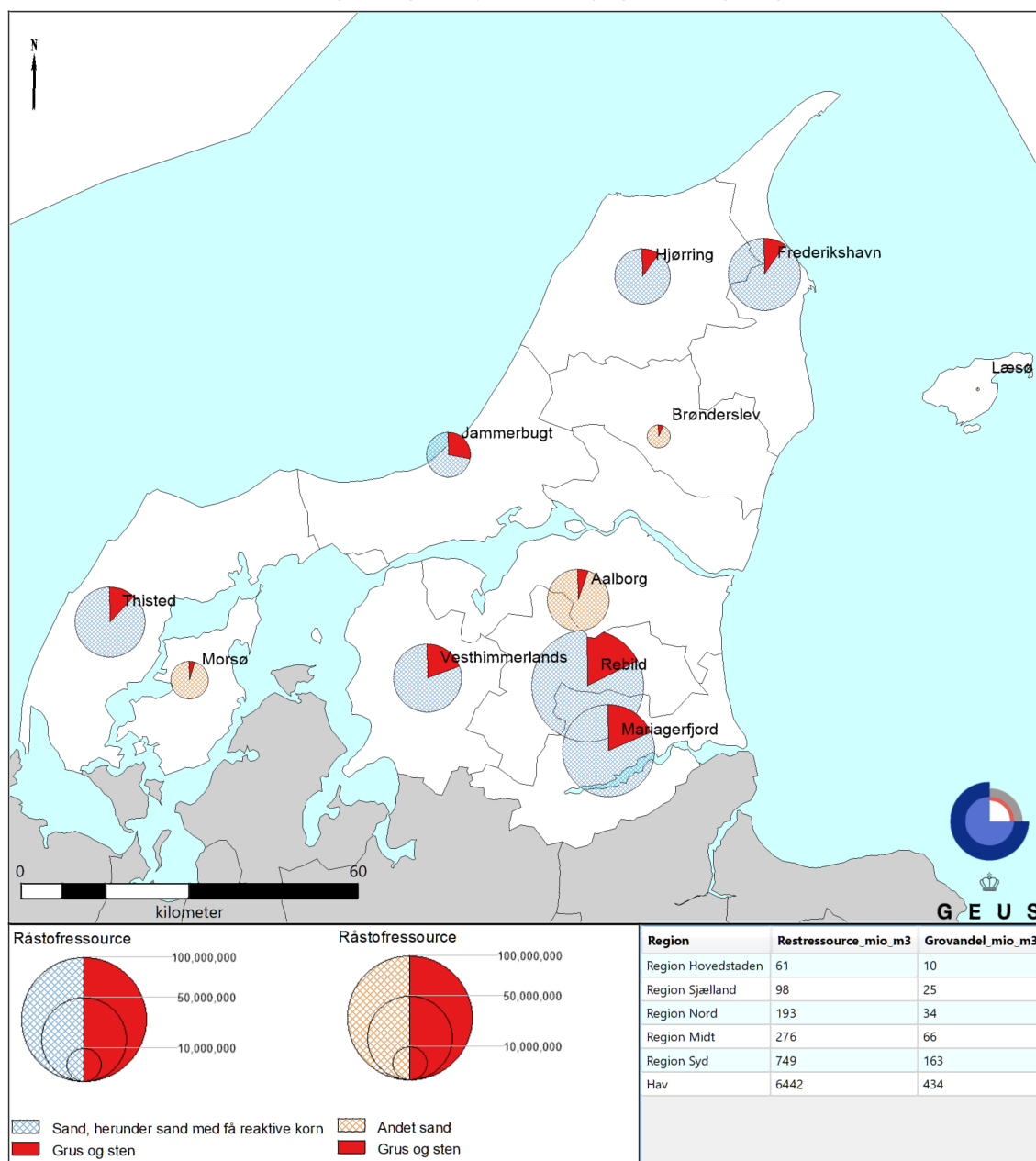
Store forekomster med et højt indhold af grus og sten findes langs Hovedopholdslinjen i Region Midtjylland i hhv. Silkeborg og Ikast-Brande kommuner samt langs den Østjyske Israndslinje i hhv. Horsens, Syddjurs og Norddjurs kommuner (Figur 5.4 og geologisk kort, Bilag 2). I Aarhus, Odder og Herning kommuner er ressourcerne små og forventes ikke at kunne dække efterspørgslen. Ligeledes forventes de udlagte ressourcer ved den vestlige Limfjord ikke helt at kunne dække efterspørgslen, (Region Midtjylland 2016). I hovedparten af regionen har sandforekomsterne et tilpas lavt indhold af reaktive korn til, at der lokalt kan produceres betonsand. Marine råstofforekomster findes både langs Vestkysten og i Aarhusbugten, se Figur 5.6. og 5.8. Marine råstoffer landes både i Aarhus, Horsens, Grenå og Thybørn, men udgør kun ca. 7 % af råstofforbruget i regionen, (Region Midtjylland 2016).



Figur 5.4 Oversigt over de reelt tilgængelige ressourcer i Region Midtjylland.

5.3.5 Region Nordjylland

Store forekomster med et højt indhold af grus og sten findes i Himmerland og Thy, mens ressourcerne i Vendsyssel i langt højere grad er præget af sandforekomster, der anvendes lokalt samt til specielle nicheprodukter, som også efterspørges udenfor regionen. Den skæve fordeling af materialerne (Figur 5.5) betyder, at grovkornede materialer må transporteres over store afstande for bl.a. at dække efterspørgsel efter tilslag til beton og stabilgrus omkring Aalborg (Region Nordjylland 2021). Marine råstofforekomster findes i Kattegat øst for Læsø samt i Nordsøen i Jammerbugten og på Jyske Rev (Figur 5.6 og 5.7).



Figur 5.5 Oversigt over fordelingen af de reelt tilgængelige ressourcer i Region Nordjylland.

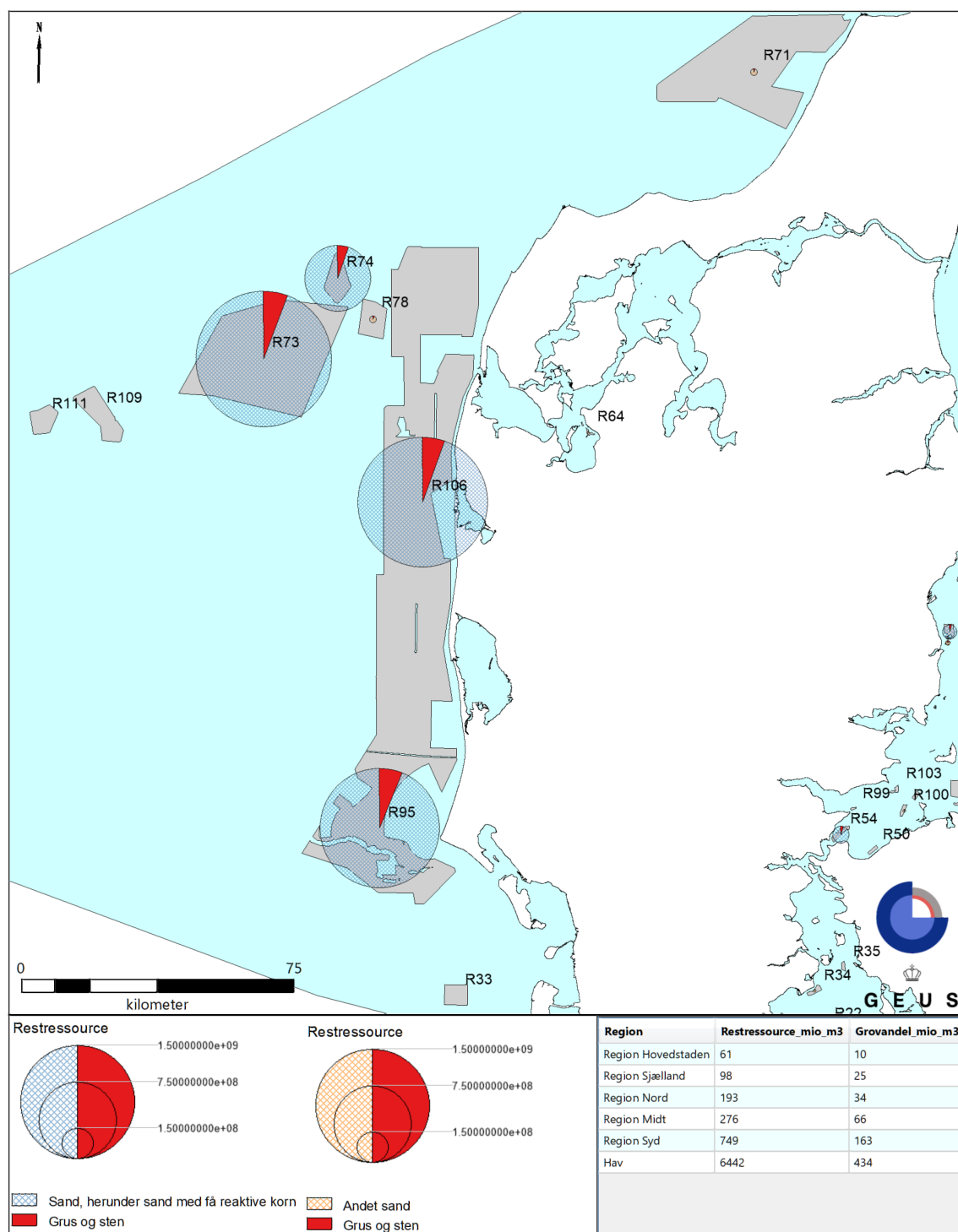
5.4 Fordelingen af de reelt tilgængelige råstofressourcer på havet

Til havs er de reelt tilgængelige råstoffer som tidligere nævnt dels baseret på opgørelserne af påviste og sandsynlige forekomster udtrukket af Marta databasen i november 2023, dels på opgørelsen af restmængder i de marine fællesområder, bygherreområder og auktionsområder ud fra de indberettede indvindinger til Miljøstyrelsen. Da mængderne varierer meget fra farvand til farvand, præsenteres opgørelserne her på 4 kort dækkende delområder af de danske farvande. Bemærk de forskellige skalaer på kortene.

Havplanen sætter rammerne for, hvor der kan indvindes på havet i fremtiden, som udgangspunkt for en 10-årig periode. De reelt tilgængelige marine ressourcer er i denne rapport efter aftale med Miljøministeriet og Miljøstyrelsen begrænset til de arealer, der er udlagt som udviklingszoner til råstofindvinding i Havplanen. På kortene (Figur 5.6 til 5.9) vises de reelt tilgængelige råstofressourcer som aggregerede ressourcer indenfor Havplanens udviklingszoner for de 4 farvandsområder.

5.4.1 Nordsøen

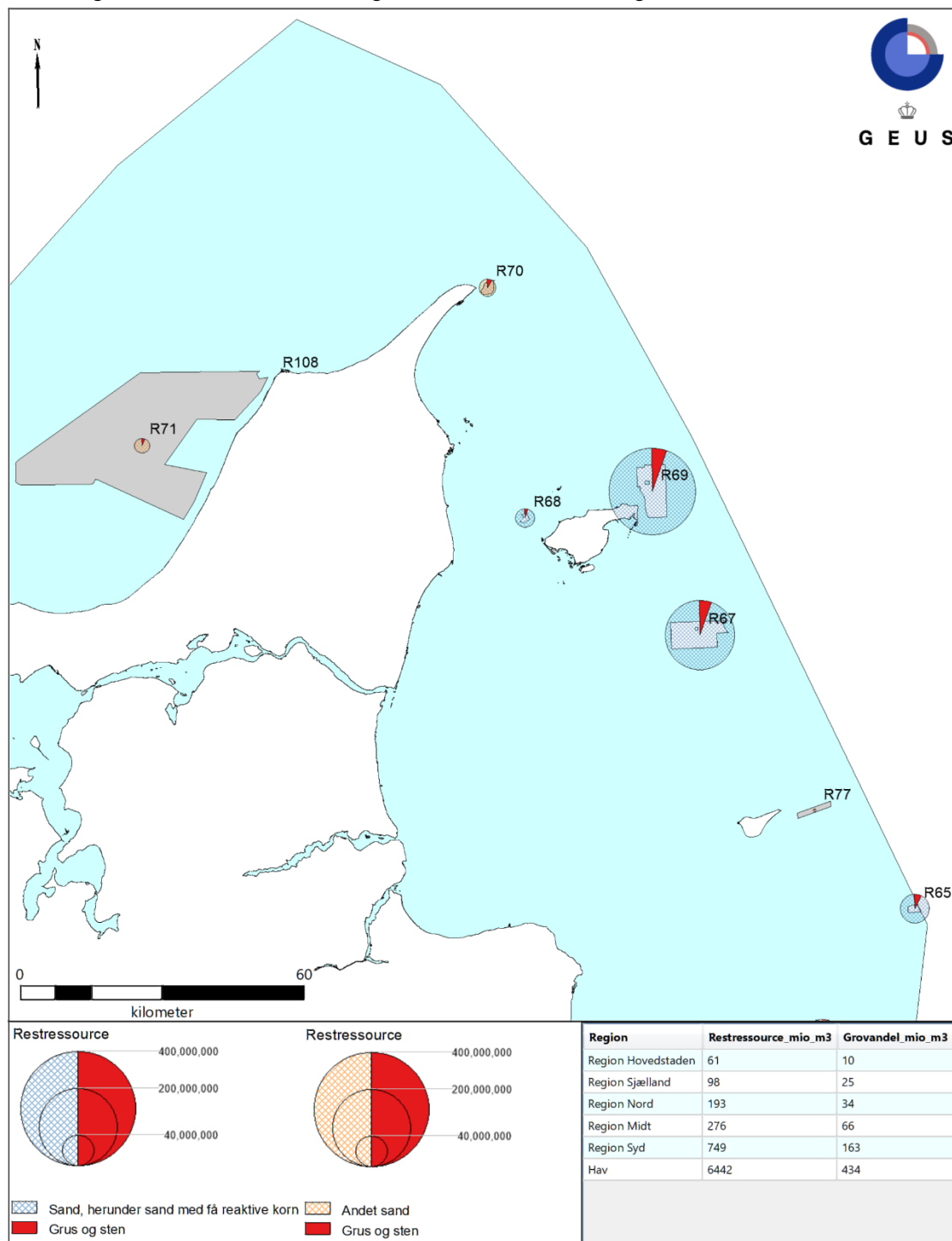
I Nordsøen er der i Havplanen udlagt flere store udviklingszoner til råstofindvinding (Figur 5.6). Indenfor disse zoner er der på Jyske Rev vest for Thyborøn og Horns Rev vest for Blåvandshuk kortlagt både sand- og grusholdige råstofressourceområder. På Jyske Rev produceres grus og sand med lavt indhold af reaktive korn, som kan anvendes til betonfremstilling fra såvel auktionsområder som fællesområder. De store mængder tilgængelige sandressourcer i Nordsøen kan desuden forklares ved tilstedeværelsen af store bygherreområder langs Vestkysten og i Jammerbugten med kortlagte sandforekomster til Kystdirektoratets kystfodringsopgaver.



Figur 5.6. Oversigt over de reelt tilgængelige råstofressourcer i Nordsøen akkumuleret indenfor Havplanens udviklingszoner for råstofindvinding (grå områder med R-nummer). Bemærk skala på ressourcerne.

5.4.2 Nordlige Kattegat

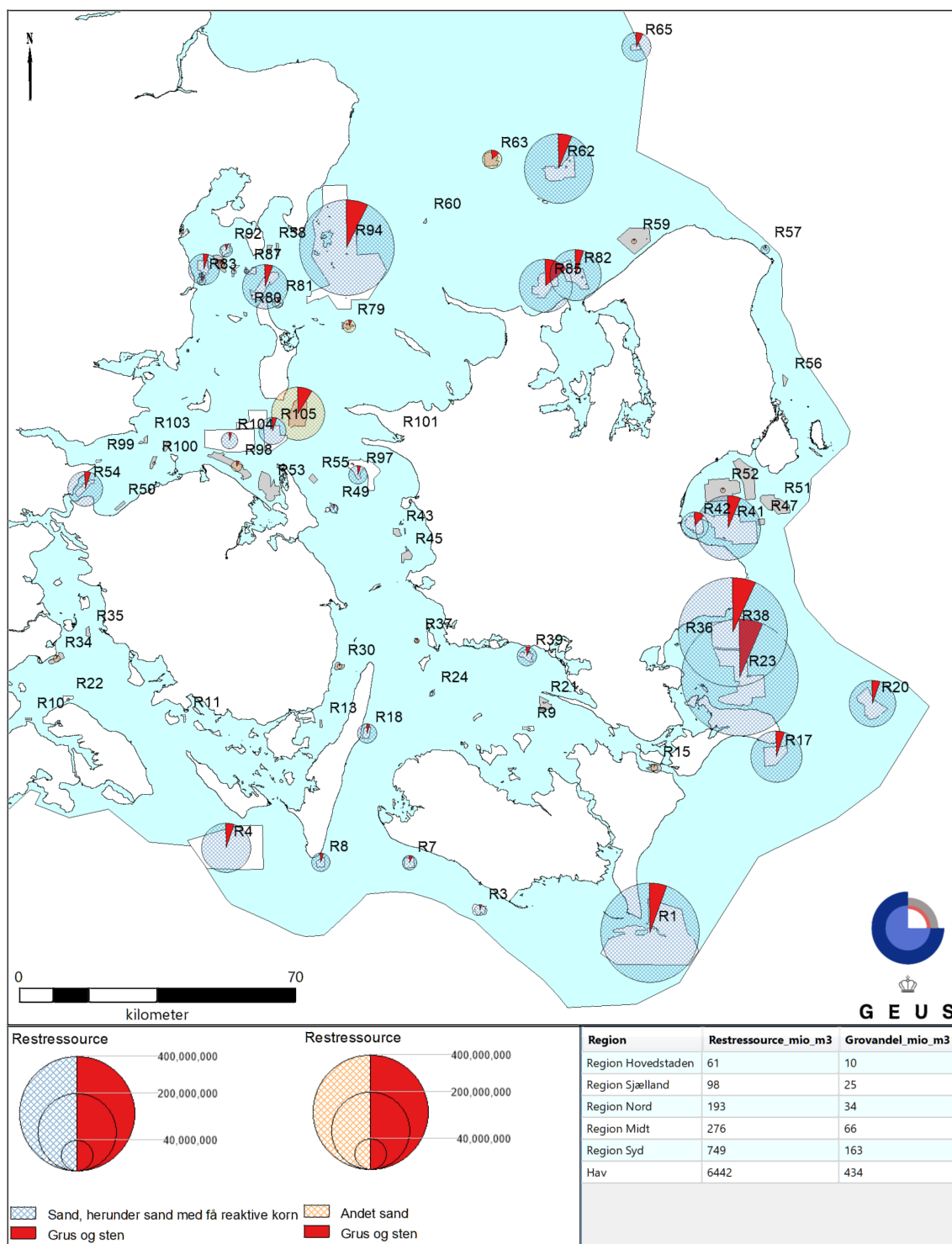
I det nordlige Kattegat er kun få områder øst for Læsø og Anholt udlagt som udviklingszoner for råstofindvinding i Havplanen (Figur 5.7). De dækker primært potentielle fællesområder. Ressourceopgørelsen baseres alene på tal fra Miljøstyrelsens kortlægninger (påviste og sandsynlige) bortset fra et fællesområde øst for Læsø og et fællesområde/bygherreområde ved Skagen. Området i Jammerbugten er omtalt under foregående afsnit om Nordsøen.



Figur 5.7. Oversigt over de reelt tilgængelige råstofressourcer i nordlige Kattegat akkumuleret indenfor Havplanens udviklingszoner for råstofindvinding (grå områder med R-nummer). Bemærk skala på ressourcerne.

5.4.3 De indre farvande

Ressourceopgørelsen i de indre danske farvande er præget af et komplekst mønster af mindre områder udlagt som udviklingszoner for råstofindvinding i Havplanen (Figur 5.8). Ressourcerne dækker primært potentielle fællesområder.



Figur 5.8. Oversigt over de reelt tilgængelige råstofressourcer i de indre danske farvande akkumuleret indenfor Havplanens udviklingszoner for råstofindvinding (grå områder med R-nummer). Bemærk skala på ressourcerne.

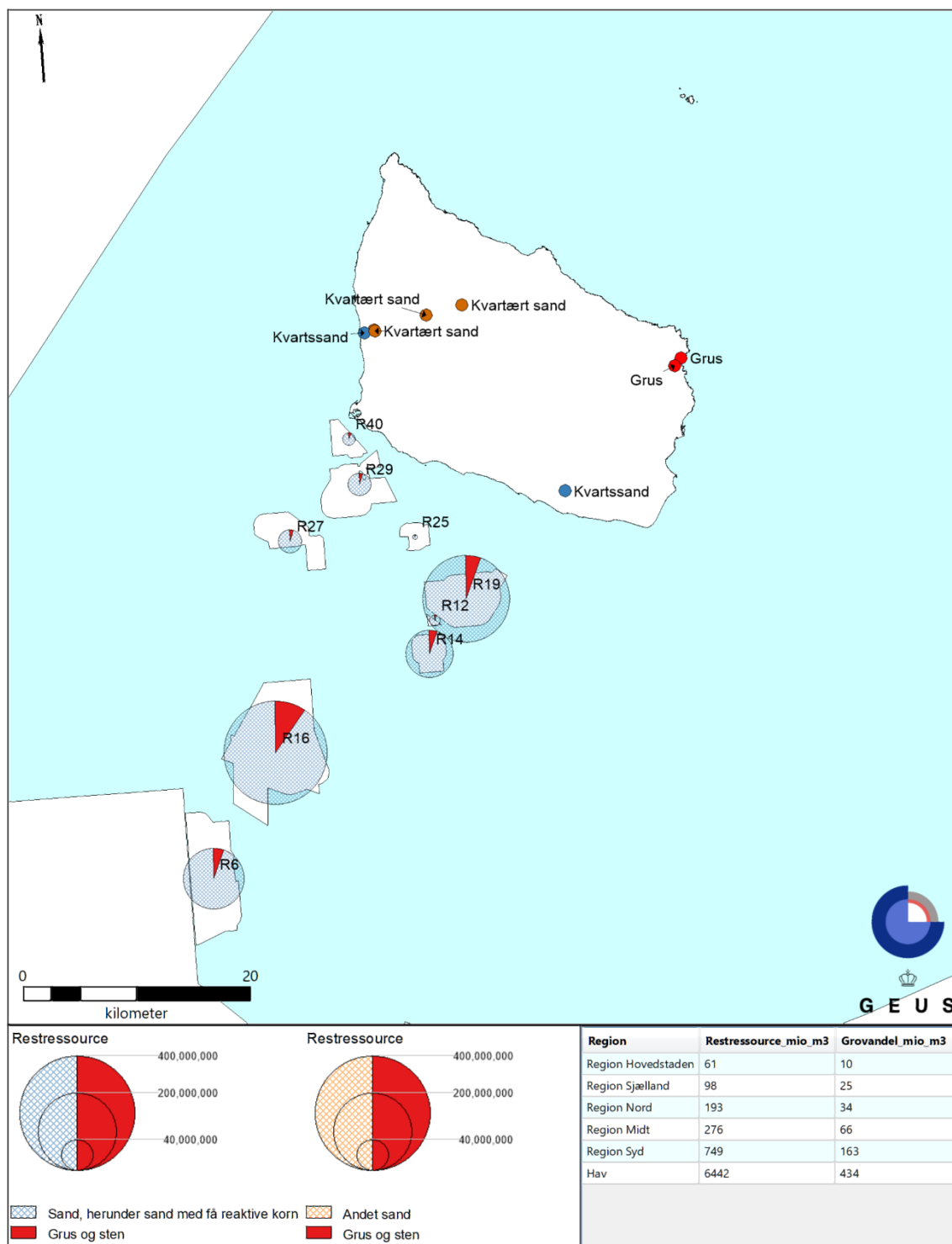
Ressourceopgørelsen, der præsenteres på Figur 5.8, vises for overskuelighedens skyld som aggregerede opgørelser indenfor delområder.

Datagrundlaget er baseret på tal fra Miljøstyrelsens kortlægninger (påviste og sandsynlige), en række fællesområder jævnt fordelt over de indre farvande samt et bygherreområde på Kriegers Flak. Der ses en stor variation af reelt tilgængelige ressourcer indenfor området. De største ressourcemængder findes i Hjelm Bugt tæt på Aarhus samt i Køge Bugt og Fakse Bugt tæt på København.

5.4.4 Bornholm

Ressourceopgørelserne på land på Bornholm er p.t. ikke opdaterede, hvilket Regionskommunen arbejder på. Derfor kan vi i denne rapport kun vise beliggenhed af aktive grave, og hvilke aflejringstyper der her bliver indvundet (Figur 5.9). Figuren viser, at der indvindes kvartært sand og grus i fem grave på den nordlige del af øen og prækvartært kvartssand i to grave mod syd.

Omkring Bornholm er Havplanens udviklingszoner for råstofindvinding alle placeret i farvandet sydvest Bornholm. Her findes store forekomster af prækvartært sand med få reaktive korn på Rønne Banke (Figur 5.9). Opgørelsen af de marine ressourcer er primært baseret på tal fra Miljøstyrelsens kortlægninger (påviste og sandsynlige), men også tal fra fællesområderne og et enkelt bygherreområde indgår i opgørelsen.



Figur 5.9 Oversigt over råstofressourcer på og omkring Bornholm. Mængden af ressourcer på land er p.t. ikke opgjorte og kortet viser derfor udelukkende gravenes beliggenhed og råstofftyper: kvartssand (blå), kvartært sand (orange) og grus (rød). Til havs vises de akkumulerede reelt tilgængelige råstofressourcer indenfor Havplanens udviklingszoner for råstofindvinding (grå områder med R-nummer). Bemærk skala på ressourcerne.

5.5 Nationalt overblik over ressourcernes egnethed

I delopgave B er der foretaget en opgørelse af reelt tilgængelige ressourcer på land og til havs. Grundet mangel på kornstørrelsesanalyser på digitalt format, har det ikke været muligt at foretage en fuld kornstørrelsesbaseret opgørelse, som ønsket i opgaven. Der er efter aftale med Miljøministeriet i stedet udarbejdet et første overblik over de samlede mængder af tilgængelige ressourcer. Med støtte fra indberettede produktionsdata, er der udarbejdet det bedst mulige estimat over mængden af grovkornede materialer (> 2 mm). Denne fremgangsmåde er valgt fordi der mange steder i landet er særlig efterspørgsel efter grus og sten.

5.5.1 Grovkornede materialer til stabilgrus og betontilslag m.m.

I beskrivelsen til denne opgave ønskes et nationalt overblik over ressourcernes egnethed til forskellige produkttyper. Et sådant overblik vil kræve at oplysninger om ressourcernes sammensætning i de enkelte graveområder er til rådighed, hvilket de ikke har været for denne opgave. Ud fra den udførte, mindre detaljerede opgørelse kan det med støtte i produktionsdata dog anslås, at der fra graveområder med mere end omkring 20-25 % grus og sten ved oparbejdning rentabelt kan fremstilles produkttyper til anlæg, veje og byggeri som kræver grove materialer. Her tænkes specielt på stabilgrus og groft tilslag til beton. Kvaliteten af de grovkornede materialer til beton må forventes at variere, idet der generelt ses en tendens til at grove materialer fra havet er af høj kvalitet, mens kvaliteten på land er mere variabel.

I de foregående afsnit er beskrevet, hvor der især forventes at være ressourcer til produktion af grovkornede produkter i større mængder til regional forsyning. Det gælder graveområderne ved Roskilde, Kalundborg og Sorø på Sjælland. I Region Syddanmark findes særligt store forekomster af grove materialer omkring Aabenraa og Rødekro, samt et vist indhold til dækning af lokal efterspørgsel i de øvrige graveområder. I Region Midtjylland findes grovkornede råstofforekomster især ved Hovedopholdslinjen vest for Silkeborg og den østjyske Israndslinje hhv. på Djursland og vest for Horsens. I Region Nordjylland findes større grovkornede forekomster i det østlige Himmerland og til dels også i det vestlige Himmerland og i Thy. I Vendsyssel er der derimod mangel på grovkornede materialer. Til havs findes især grovkornede materialer i fossile kystaflejringer og begravede smeltevandsaflejringer. Det gælder bl.a. i Faxe Bugt og på Jyske Rev.

5.5.2 Sand til beton

For sand til beton stilles krav til indhold af reaktive korn. Med støtte fra indberettede produktionsdata vurderes det, at der ved oparbejdning kan produceres betonsand af laveste klasse mange steder i hele landet. Desuden ses en tendens til at betonsand af høj kvalitet ofte lettest kan produceres fra forekomster i det vestlige Danmark. Dette skyldes, at de landbaserede ressourcer her har et generelt højere indhold af kvartssand, mens de marine forekomster har et mindre indhold af lette, reaktive korn. Der må dog især på land forventes en del lokal variation i indholdet af reaktive korn ligesom den lokale efterspørgsel og transportafstand til andre grave vil være afgørende for i hvilket omfang det er rentabelt at foretage oparbejdning af sand til forskellige betonklasser.

5.5.3 Fyldsand og bundsikring

Det vurderes at hovedparten af de reelt tilgængelige forekomster kan anvendes til fyldsand og at størstedelen også kan anvendes til bundsikring ved anlæg og byggeri. Der kræves dog kornstørrelsesanalyser for endeligt at kunne vurdere de enkelte forekomster. Ved anvendelse af ressourcer til fyld og bundsikring kan der være risiko for at der benyttes forekomster der er egnede til andre produkter med større krav til ressourcen

5.5.4 Specialprodukter

En række specialprodukter som sand til glatførebekæmpelse, sandblæsning og underlag ved kvæghold m.m. fremstilles i mindre mængder. Som regel har disse produkter krav til kornstørrelsessammensætning og i nogle tilfælde til mineralogi. Nogle produkter er ofte lokalt forankrede som f.eks. sand til køer i Vendsyssel og forskellige kvartssandsprodukter i Midtjylland. Umiddelbart vurderes der ikke at være ressourceknaphed på disse produkter.

6. Delopgave C: Forslag til rammer for en dynamisk råstofdatabase

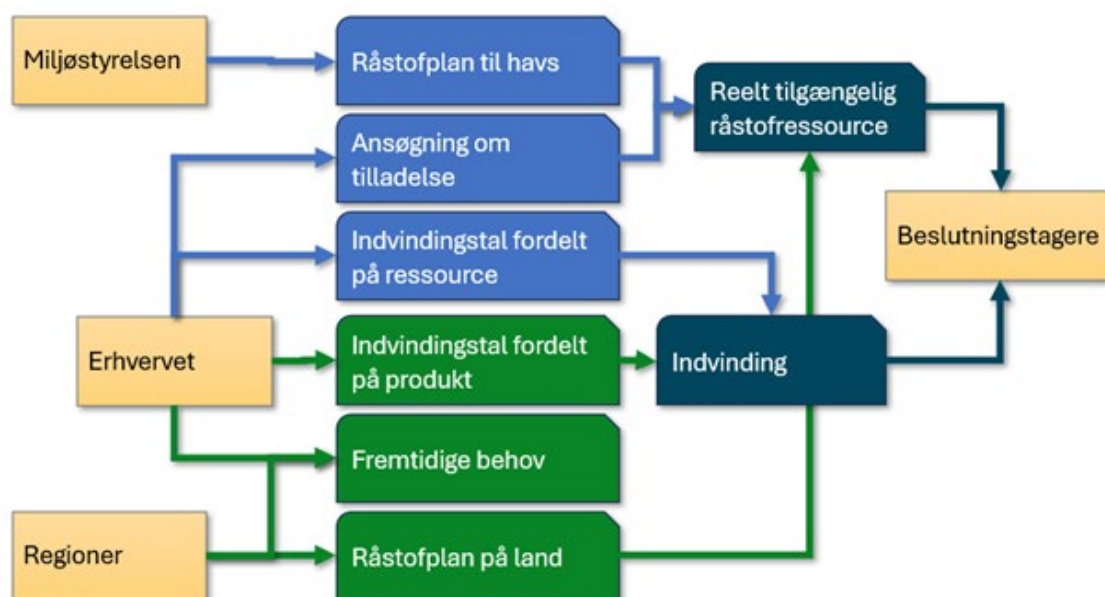
Som en del af projektet ønskes at få perspektiveret rammerne for udarbejdelsen af en mulig fremtidig dynamisk råstofdatabase. Kravet til en sådan database er, at den skal samle råstofressourcerne til havs og til lands og opgøre dem på en ensartet måde efter statiske egenskaber som lokalitet, volumen, påvisningsgrad og råstofkvalitet. For at råstofdatabase til enhver tid kan give et retvisende billede af de reelt tilgængelige råstofressourcer kræver det, at råstofdatabase løbende kan opdateres, i takt med at der sker ændringer i dynamiske forhold såsom politiske prioriteringer, råstofpriser, ressourceforbrug, arealanvendelser, teknologier, markedsudvikling mv.

En forudsætning for at danne den nødvendige ramme for etablering af en dynamisk råstofdatabase er, at der kan redegøres for hvilke lovgivnings-, forvaltnings-, indberetnings- og vidensmæssige tiltag, der bør tages. Det skal desuden afklares, om en dynamisk råstofdatabase bedst forankres i Danmarks Miljøportal (DMP) eller som en integreret del af GEUS' MARTA-database. GEUS kommer i det følgende afsnit med konkrete bud på, hvordan udarbejdelsen af en national råstofdatabase kan se ud.

6.1 Eksisterende dataflows

Miljøstyrelsen kortlægger sammen med GEUS de marine ressourcer og bruger denne information som basis for den marine råstofplanlægning. Dertil bidrager råstofvirksomhederne med viden via deres ansøgninger om tilladelser til indvinding. Tilsammen udgør denne viden et overblik over de marine ressourcer.

Regionerne kortlægger ressourcerne på land og udpeger områder i råstofplaner på land. Dertil kommer produktionsdata og behovstilkendegivelser fra erhvervet. Tilsammen udgør denne viden et overblik over ressourcen på land. Ved at sammenstille disse data, som det er forsøgt i dette projekt, opnås et overblik over de reelt tilgængelige råstofressourcer på et bearbejdet niveau, så de kan bruges af beslutningstagere (se Figur 6.1).



Figur 6.1. Illustration af det eksisterende data flow for råstofressourcerne på land og hav.

6.2 Krav og ønsker fra relevante interessenter

Der er i forbindelse med delopgave B foretaget interview af væsentlige interessenter (Regioner, Miljøstyrelsen og råstofbranchen): Deres krav, ønsker og kommentarer til en fremtidig råstofdatabase fremgår af Tabel 6.1

1	Udviklingen af et nyt system skal samtænkes med "Råstof IT" (RIT). RIT benyttes af de danske regioner til erhvervets indberetning af produktionsdata og har rapporteringsmulighed til Danmarks Statistik.
2	Et nyt system bør inddrage alle relevante og tilgængelige datakilder fra private og offentlige databaser, så brugeren kan få et samlet overblik fra systemet. Der kunne fx være databaser med genbrugsmaterialer, som kunne være relevante at trække på i brugerfladen.
3	Det skal sikres, at både graveområder og interesseområder repræsenteres i systemet. Begge områdetyper meldes pt. ind til DMP og er offentligt tilgængelige.
4	GEUS' Jupiter-database bør udvides, så det er muligt at lagre kornstørrelser og andre relevante kvalitetsparametre i databasen.
5	Systemet bør give mulighed for eksport af egne udtræk fra databasen, så data kan bearbejdes yderligere i tredjepartssoftware. Det kunne fx være som dataark og aggregerede udtræk til statistikformål.
6	Systemet bør benytte dybe links, så det er muligt for tredjepartssoftware og hjemmesider at referere direkte til en specifik ressourceopgørelse, tilladelse eller indberetning.
7	Der bør tilstræbes genbrug af eksisterende løsninger, som f.eks. Fællesoffentlig Jupiter
8	Ved udvikling af et nyt system bør driftsudgifter og governance afklares forinden.
9	Datavisualisering f.eks. som webkort kan være problematisk for lodsejere, da en planlagt råstofindvinding kan påvirke nærliggende grundværdier.

Tabel 6.1 Oversigt over krav og ønsker til en national råstofdatabase.

Umiddelbart vurderes det, at ovenstående ønsker teknisk set, vil være mulige at imødekomme. Præcisering og prioritering af ønsker og krav anbefales foretaget af en dertil nedsat bruger-/følgegruppe for det nye system.

6.3 Skitse af datamodel

Datamodellen skal tilgodese brugernes behov for transparens i data. Det betyder, at fra beregnede og tolkede data skal der være direkte adgang til de oprindeligt indberettede data sammen med tidspunkt og aktør for indberetningen. Som beskrevet i data flow-diagrammet (Figur 6.1) sker der indberetning fra flere kilder. Der er derfor både en ressource-inputtabel og en indberetningstabel i datamodellen.

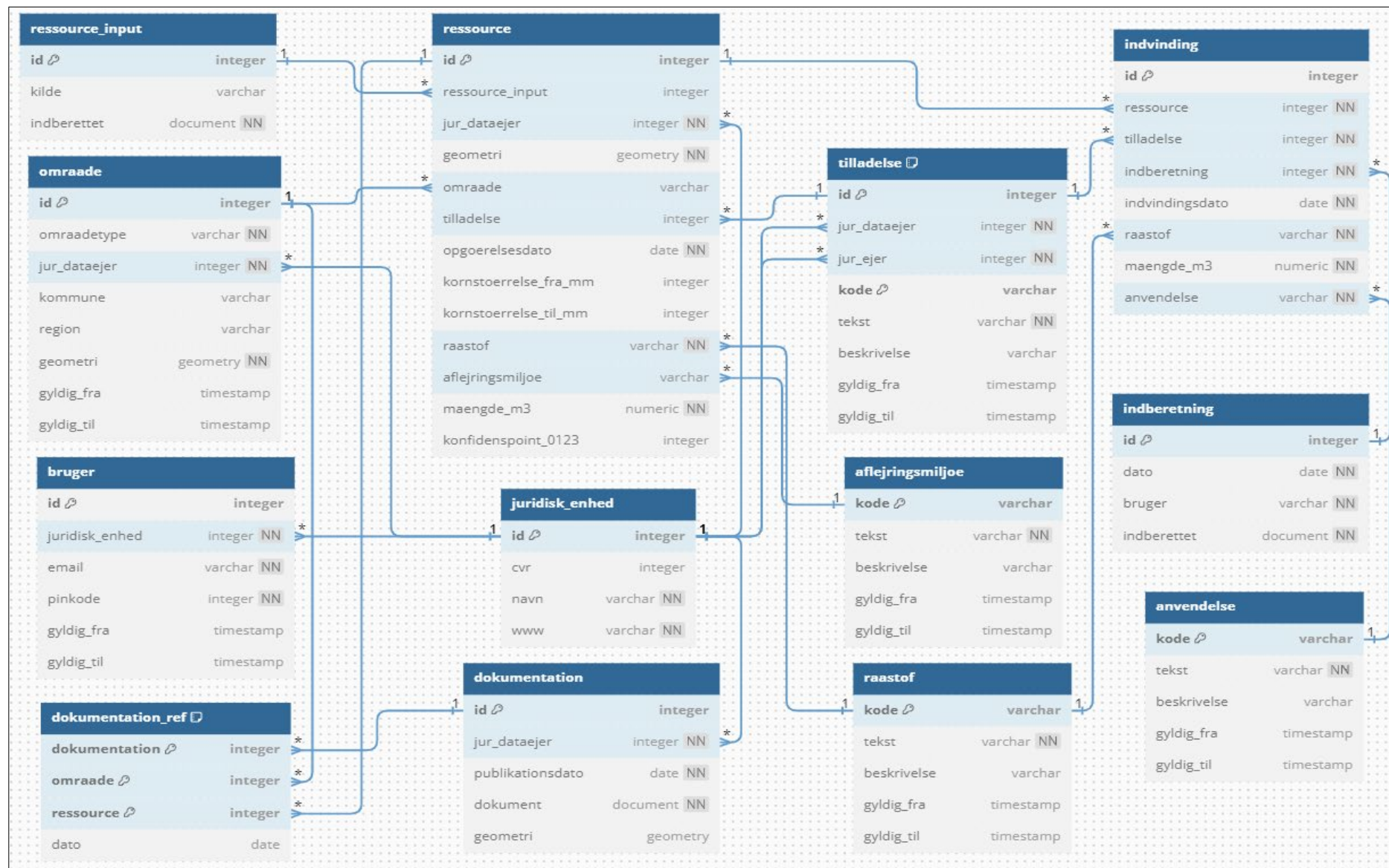
I skitse til datamodellen er det antaget, at indvinding kan knyttes til enten en tilladelse, en ressource eller begge dele. Hvis det viser sig, at indvindingsoplysningerne er svære at koble til en ressource, må det overvejes, om en indvinding i stedet skal sammenholdes med ressourcen på beregningstidspunktet.

Der er i datamodellen også lagt op til en form for dokumentation af det indberettede. Det kan dreje sig om rapporter eller bilag relevante som baggrundsmateriale.

Datamodellen skal så vidt muligt opbygges generisk. Det vil sige, at den bør være robust over for fremtidige ændringer i indberetning og afrapportering. En måde at sikre dette er ved brug af:

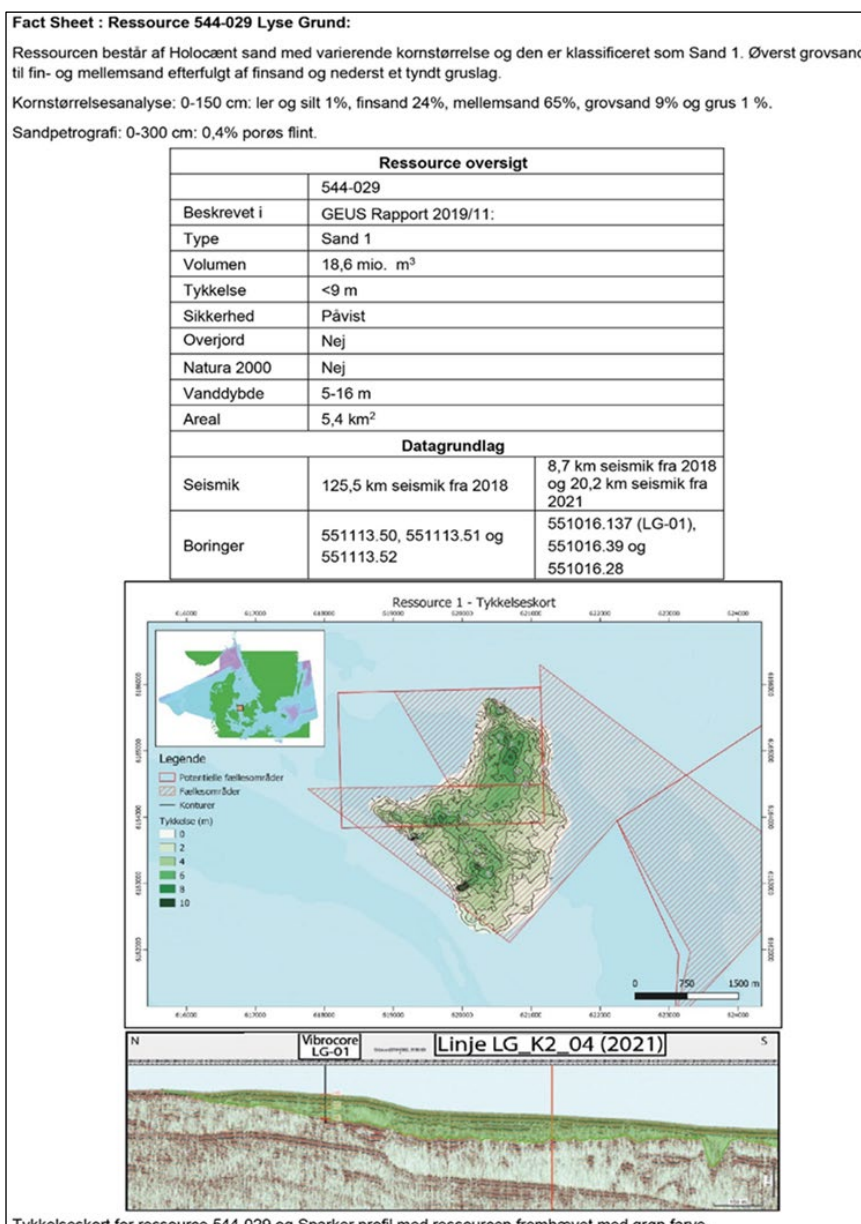
- generisk navngivning
- dokumentbaseret lagring, når styrede dataformater ikke er et krav
- brug af gyldighedsperioder, så fx kategorier kan versioneres ud over tid samt
- talangivelse i stedet for kategorier, hvis muligt

Figur 6.2 (næste side) Skitse til datamodellen.



6.4 Eksempel på fact-sheet

Et af ønskerne fra interessenterne er, at systemet anvender dybe links, så det er muligt for tredjepartssoftware og hjemmesider at referere direkte til en specifik ressourceopgørelse, til-ladelse eller indberetning. Her gives et eksempel på dybe links, hvor tredjepartssoftware kan kalde en detaljeside for en specifik ressource. I dette tilfælde et fact-sheet om et marint ressourceområde med oplysninger hentet fra flere kilder (ressourcedata fra MARTA; råstofområder på havet og restriktive områder fra Miljøstyrelsen samt dybdemodel fra Geodatastyrelsen).



Figur 6.3 Eksempel på hvordan dybe links i en råstofdatabase kan koble data fra flere datakilder.

7. Perspektivering og anbefalinger

7.1 Konverteringsnøgle og harmonisering af råstofklasser på land og til havs

I dag er der forskellige klassifikationssystemer for landbaserede og marine råstoffer i Danmark. Ligeledes er der forskel mellem klassifikationerne, der benyttes for ressourcerne og for behandlede/sorterede produkter. Ideelt set bør man kunne konvertere råstofressourcerne til produkttyper og anvendelsesområder for at sikre, at der er adgang til tilstrækkelige råstoffer for at dække samfundets behov og have en harmoniseret klassifikation af råstofklasserne på land og til havs. Tidligere er forsøgt en harmonisering af de danske råstoffer efter de marine klasser (MiMa, 2015), men disse klasser kan dog vanskeligt konverteres til produkter og anvendelsesområder. I stedet anbefales en klassificering som primært er kornstørrelsesbaseret. Andre kvalitetsparametre som materialets petrografiske sammensætning (mineralogi) og mekaniske egenskaber kan også være relevante, men har ofte kun betydning for særlige høj-kvalitetsprodukter. Derfor er der i nærværende rapport implementeret en tilgang som opgør ressourcerne i kornstørrelsesintervaller. Udfordringen ved denne klassifikations-tilgang er, at den kræver analyser af kornstørrelsesvariationen i en given ressource, men for mange kortlagte områder foreligger der i dag kun få eller ingen data.

Konverteringen fra ressourcer til produkter og anvendelsesområder er meget kompleks. I praksis består salgsprodukter typisk af råstoffer fra forskellige råstofforekomster som så blandes for at opnå en kornkurve som lever op til kravsspecifikationer. Ligeledes er mange råstofforekomster heterogene og her sker der ofte en selektiv indvinding, hvor eksempelvis toppen af en forekomst benyttes i ét produkt og bunden i et andet.

En anden udfordring er, at mange produkter har overlappende kornstørrelsesfordeling, hvorfor en optimal udnyttelse og opgørelse af ressourcerne ift. anvendelse har vist sig ikke at være mulig. En detailkortlægning, hvor ressourcerne opgøres ift. anvendelse, har derfor af flere grunde ikke kunnet gennemføres. I stedet er der beregnet kornkurver for typiske produkter inden for de fem anvendelsesområder som er beskrevet i Kapitel 5. Tilgangen er nyttig til at sammenligne ressourcer, indvinding og forbrug i overordnede kornstørrelsesintervaller for at vurdere forsyningssikkerhed af råstofkvalitet ift. kornstørrelse. Metoden, som er forsøgt i nærværende rapport på nationalt niveau, forventes også at kunne implementeres på regionalt niveau fremadrettet.

7.2 De opgjorte tilgængelige råstofressourcer

De samlede estimerede reelt tilgængelige danske råstofressourcer er betydelige (ca. 8.000 mio. m³) og dækker minimum 30 års forbrug for selv de grovkornede materialer, som er den mest knappe råstofkvalitet. Det skal dog påpeges, at der er betydelig usikkerhed knyttet til denne opgørelse. Selvom det vurderes, at nærværende rapport indeholder et solidt grundlag

for at forstå råstofressourcerne i Danmark, bør det pointeres at datamæssige usikkerheder og manglende detaljer påvirker nøjagtigheden af resultaterne. Særligt vil bedre kendskab til kornstørrelsesfordelingen i de opmålte ressourcer kunne opkvalificere resultaterne. Forbedringer i datakvalitet vil først og fremmest kunne opnås ved digitalisering af allerede eksisterende kornstørrelsesanalyser, som dog også bør suppleres med yderligere nye kornstørrelsesanalyser for dårligt undersøgte råstofressourcer. En fælles, national råstofdatabase vil kunne være et essentielt værktøj for fremadrettet kontinuert at forbedre en detaljeret national råstofopgørelse.

Selv om de præsenterede nøgletal ikke giver indtryk af, at der er en forestående knapheds-situation på sand, grus og sten på nationalt niveau i Danmark, så viser ressourcevurderinger på regions- og kommuneniveau stor variation og uens fordeling både mht. ressourcemængder og andel af grovkornede materialer. Opgørelserne, der er visualiseret på kort i Kapitel 5, viser at de landbaserede ressourcer er størst i Region Syddanmark og mindst i Region Hovedstaden. Råstofressourcerne på havet er opgjort på farvandsområder, og viser ligeledes udprægede forskelle på ressourcemængder fra store mængder i Nordsøen til færre mængder i de indre farvande.

Den uens fordeling i råstofressourcerne kan give problemer ift. forsyningssikkerhed. Eksempelvis befinder omkring 80 % af de samlede ressourcer sig til havs, mens størstedelen af indvindingen i dag sker på land og den marine indvinding kun står for omkring 25 % af forsyningen. De marine ressourcer spiller en vigtig rolle, selvom de udgør en mindre del, af indvindingen, da den marine forsyning i høj grad dækker mere grovkornede kvalitetsprodukter.

Den forestående reduktion af Havplanens råstofzoner fra 7 til 5% af havområdet kan potentielt have en negativ indflydelse på tilgængeligheden af visse råstofressourcer.

Ligeledes vil de ressourcemængder, der er givet tilladelse til at indvinde i fællesområderne, og som er medregnet i ressourceopgørelsen for havet, ikke længere være en tilgængelig ressource ved udløbet af fællesområderne i 2025.

En yderligere udfordring er, at råstofforbruget hovedsagelig er i byområder, som oftest er langt væk fra indvindingsområderne.

Regionerne har udlagt omkring 1 % af landarealet til råstofgravområder (Danske Regioner 2018), men der foregår dog ikke råstofudvinding i alle de udlagte graveområder. Faktisk er det kun ca. 0,05 % af Danmarks landareal, der i øjeblikket anvendes til råstofindvinding (Danske Regioner 2017). På trods af dette står regionerne over for en øget udfordring med at finde nye graveområder. Mange sand- og grusressourcer befinder sig i områder, hvor udvinding ikke er mulig eller er i konflikt med andre arealinteresser, og i takt med råstoffernes løbende indvinding og øget arealpres i Danmark, intensiveres denne problematik. Hertil kommer, at på grund af relativt høje udgifter til transport indvindes og anvendes råstoffer primært i nærområdet. Som følge heraf er markedet normalt lokalt til regionalt snarere end nationalt. De betydelige transportomkostninger medfører, at råstoffer generelt kun transporteres indenfor en radius af 80-100 km, og endnu kortere afstande for lav-kvalitetsprodukter (Danske Regioner 2017). Transportudgiften for de marine ressourcer udfordres af stigende transportafstande, i takt med at flere af de væsentlige havneområder, hvor sømaterialerne landes,

bliver opsagt af havneejerne (f.eks. i Esbjerg, Odense og København). Kort transportafstand er ligeledes en vigtig parameter ift. at begrænse klimapåvirkning og slitage på vejnettet (størstedelen af transporten af råstoffer foregår med lastbiler).

7.3 Behov for bedre scenarier for fremtidigt råstofforbrug

Råstofplanlægningen baseres på fremskrivning i forbruget for at sikre, at tilstrækkelige områder af efterspurgte kvaliteter udlægges til råstofindvinding. Beregningen for fremskrivningen tager udgangspunkt i beskæftigelsesdata i bygge- og anlægssektoren og er en meget approksimativ scenarieanalyse (Danske Regioner, 2023).

Det anbefales, at der fremover udarbejdes mere detaljerede behovsanalyser, som ikke kun undersøger det samlede råstofbehov for sand, grus og sten, men også undersøger mere specifikke forsyningsbehov for forskellige kvaliteter af disse råstoffer. Erfaringsmæssigt er det særlige fraktioner og høj kvalitetsprodukter, hvor der kan opstå forsyningsrisiko eller mangel. Behovsanalyser kunne også omfatte andre råstofgrupper end sand, grus og sten, f.eks. moler, ler og kalksten, der indvindes i dele af landet og er vigtig for den nationale forsyning.

Opkvalificerede behovsanalyser bør desuden indarbejde ressourcebehovet til større, allerede planlagte infrastrukturprojekter som vil udgøre en betydelig andel af det samlede fremtidige råstofforbrug. Data som kunne indgå i sådanne prognoser, for så vidt angår infrastrukturprojekter, er kortfattet præsenteret i Bilag 3. Behovet for råstofressourcer i medfør af Infrastrukturplan 2035 er estimeret for nyanlæg af motorveje og jernbaner på baggrund af mængdeopgørelser fra Vejdirektoratet og Banedanmark (SWECO/Vejdirektoratet, 2016). Ressourcemængderne til kystbeskyttelsesindsatsen i perioden 2025-2039 er estimeret af Kystdirektoratet (2023), ligesom det maksimale behov for ressourcer til anlæg af en energigø i Nordsøen er estimeret af Energistyrelsen (2022). Se Bilag 3 for detaljer.

7.4 Sekundære materialer

En eventuel næste fase af råstofressourcekortlægningen bør inddrage de sekundære ressourcer, da genanvendelse er et voksende krav i alle former for anvendelsesområder jf. den grønne omstilling og bæredygtighedsdagsordenen (bl.a. den politiske aftale *'Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi'* fra 2020).

Fremadrettet anbefales, at råstofpotentialet for de sekundære ressourcer kvantificeres på nationalt niveau. Selv hvis kun en relativ lille del af råstofforsyningen sker fra sekundære råstoffer er det vigtigt, at mængder og kvaliteter kortlægges og indarbejdes i fremtidige råstofopgørelser, da de sekundære ressourcer bidrager til at øge forsyningssikkerheden og sikre en mere bæredygtig råstofforsyning. Desuden må det forventes, at sekundære råstoffer kommer til at udgøre en stigende del af råstofforsyningen i fremtiden i lyset af den teknologiske udvikling på området og ønsket om mere recirkulering i samfundet generelt. Selv om cirkulære løsninger herunder øget genanvendelse er en vigtig del for at dække ressourcebehovet og sikre mere bæredygtig råstofudnyttelse, tyder i) det ekstra råstofforbrug, ii)

råstofferne lange levetid i de fleste anvendelser som byggeri og anlæg samt iii) udfordringer for genanvendelse og down-cycling, at tilstrækkelig forsyning af sand, grus og sten vil være afhængig og domineret af input fra primære ressourcer i lang tid fremover.

Potentialet for øget genanvendelse vurderes samtidig af råstofbranchen til at være minimalt, da genanvendelse allerede ligger meget højt (ca. 90% jf. Miljøstyrelsen, 2023a).

7.5 Behovet for en national råstofdatabase

Det anbefales, at der opbygges en samlet råstofdatabase for både marine og landbaserede ressourcer baseret på et ensartet klassifikationssystem, så bæredygtig råstofplanlægning og forvaltning af Danmarks primære og sekundære forekomster af sand, grus og sten i fremtiden kan baseres på et så opdateret grundlag som muligt.

De eksisterende komponenter i RIT (der primært rummer tilladelser og indberetninger fra erhvervet på land), MARTA (der primært rummer forekomster og analyser til havs) og MARIS (Det Marine Råstofindberetningssystem) vurderes tilsammen at kunne udgøre store dele af data flowet i en kommende løsning, såfremt en national råstofdatabase etableres. Øvrige relevante data udstilles og kan hentes fra eksisterende online-tjenester. En national råstofdatabase kan drage nytte af, at JUPITER (borings- og drikkevandsdatabase for kommuner, regioner samt Miljøstyrelsen) står foran en omfattende revision, hvor dataindsamling, kvalitets-sikring og dataudstilling får en funktionalitet og en målgruppe, der på mange måder svarer til råstofdatabase. Råstofdatabase vil da også sømløst kunne samkøres med værdifuld viden fra JUPITER-databasen.

Det anbefales derfor at:

- RIT udbygges, så den kan rapportere til råstofdatabase på tilsvarende vis, som den allerede rapporterer til Danmarks Statistik.
- MARTA samtænkes med JUPITER-database, så den trækker på en allerede defineret og udviklet funktionalitet, databehandling og proces herfra.
- Der etableres en governance (ejerskab) på råstofdatabase på samme vis, som der i dag er governance på JUPITER. Det vil sige en faggruppe i regi af Danmarks Miljøportal, som får økonomisk råderum til at varetage dataansvarsaftaler, support, drift og udvikling på det nye system.
- Danmarks Miljøportalløsninger samtænkes med dataudstillingen fra Råstofdatabase
- Styrelser, direktorater, erhverv og andre med særlig viden om fremtidigt råstofbehov inddrages i faggruppen som gevinstejere.
- Der foretages en systematisk digitalisering og samlet lagring af eksisterende og nye kornstørrelsesanalyser i en national råstofdatabase for at kunne udpege og reservere efterspurgte forekomster med bestemte sammensætninger.
- Der udvikles digitale værktøjer til at analysere kornstørrelsesdata både kvantitativt og geografisk med mulighed for vurdering af anvendelsesmuligheder og transportafstande for de enkelte forekomster.

- Databasen etableres med høj detaljeringsgrad på kornstørrelsesniveau, der understøtter varierende ønsker til udtræk f.eks. til analyser af produktkategorier.

8. Referencer og datagrundlag

- Aalborg Portland (2023): *Cement og Beton – Håndbogen om cement, beton og mørtel*. 25. udgave, februar 2023. <https://www.aalborgportland.dk/cement-og-beton-haand-bog/>
- Aktuel Naturvidenskab (2019): *Hvornår er det slut med grus i Danmark?* https://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-4/AN4-2019-slut-med-grus.pdf
- Bornholms Regionskommune (2018): *Råstofkortlægning ved Årsballe, Kofoedgård, Skovsholm og Bavnevej på Bornholm*. Udarbejdet af Niras, 12. December 2018. Rapport modtaget fra Bornholms Regionskommune.
- Bornholms Regionskommune (2017): *Råstofkortlægning på Bornholm – Screening af råstofgraveområder*. Udarbejdet af Niras, Februar 2017. Rapport modtaget fra Bornholms Regionskommune.
- By- og Landskabsstyrelsen (2010): *Regionernes råstofplanlægning på land – Notat om forhold, der skal lægges vægt på ved revision af råstofplaner 2012*. Notat. <https://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/Notatomstatsligemloginteresserirstofplanlingen20.pdf>
- Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor (1959): *Betonbogen – Fra cement til beton*. Tilgået oktober (2023): <https://danskbyggeskik.dk/Publikationer/1363%20-%20Betonbogen.%20Fra%20cement%20til%20beton.pdf>
- CIM, 2014: *CIM Definitions and Standards for Mineral >Resources & Minerals Reserves*. Prepared by the CIM Standing Committee on Reserve Definitions. Canadian Inst. Of Mining, Metallurgy and Petroleum, 2014.
- COWI (2017): *Markedsanalyse af råstofområdet (sand, grus, ral)*. Slutrapport til Miljøstyrelsen. <https://edit.mst.dk/media/3e5hwvvr/markedsanalyse-af-raastofomraadet-sand-grus-ral-2017.pdf>
- Dagens Byggeri (2023): *Eksperimenterer med råstoffer: Tester bærelag på tung trafik i tre år*. Udgivet juni 2023. Tilgået oktober 2023: <https://www.dagensbyggeri.dk/artikel/120658-eksperimenterer-med-raastoffer-tester-baerelag-pa-tung-trafik-i-tre-ar>
- Danmarks Statistik (2023a): *Råstoffer, regioner, 2022 - Særudtræk*. Modtaget November 2023.
- Danmarks Statistik (2023b): *KN8Y: Im- og eksport KN (EU Kombineret nomenklatur) efter im- og eksport, varer, land og enhed*. Tilgået oktober 2023: <https://www.statistikbanken.dk/kn8y>
- Danmarks Statistik (2023c): *RST1: Råstofindvinding (1000 m³) efter område og råstoftype*. Tilgået oktober 2023: <https://www.statistikbanken.dk/rst01>
- Danmarks Statistik (2023d): *RST3: Råstoffer indvundet fra havet (1000m³) efter farvandsområde og råstoftype*. Tilgået oktober 2023: <https://www.statistikbanken.dk/RST3>
- Danmarks Statistik (2023e): *RST04: Losning af råstoffer fra havet (1000 m³) efter tid, råstoftype og område*. Tilgået oktober 2023: <https://www.statistikbanken.dk/rst04>
- Danmarks Statistik (2023f): *Råstofindvinding på land 2022 - Fald i indvinding af råstoffer vest for Storebælt*. NYT fra Danmarks Statistik 20. juni 2023. <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelser/nyt/GetPdf.aspx?cid=46161>
- Danmarks Statistik (2022): *Råstofindvinding på land 2021 - Lille stigning i indvindingen af råstoffer på land*. NYT fra Danmarks Statistik 20. juni 2022. <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/nyt/NytHtml?cid=32764>
- Danmarks Statistik (2021): *Råstofindvinding på land 2020 - Stigende indvinding af råstoffer på land*. NYT fra Danmarks Statistik 17. juni 2020. *Med særkørsel*. <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/nyt/NytHtml?cid=32764>
- Danmarks Statistik (2020): *Råstofindvinding på land 2019: Største indvinding i Roskilde for 15. år i træk*. NYT fra Danmarks Statistik 1. juli 2020. *Med særkørsel*. <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelser/nyt/GetPdf.aspx?cid=30797>
- Dansk Betonforening (2023): *Betonhåndbogen*. Digital udgivelse som løbende opdateres. Tilgået online oktober 2023. <https://betonhaandbogen.dk/>

- Danske Regioner (2023): *Fremskrivning af råstofforbruget 2022-2040*. April 2023, Rambøll. Tilgået oktober 2023: <https://backend.miljoeogressourcer.dk/media/materialer/60/Modelnotat - Fremskrivning af r stofforbruget 2022-2040 FINAL.pdf>
- Danske Regioner (2022a): *Erstatning og genbrug af råstoffer*. ISBN: 87-7723-023-X <https://edagsorden.regionh.dk/cms/HtmlPublication-7559/enclosures/20.pdf>
- Danske Regioner (2022b): *Transportanalyse af marine råstoffer*. Tilgået oktober 2023: <https://backend.miljoeogressourcer.dk/media/materialer/55/Transportanalyse af marine r stoffer final FINAL-ua.pdf>
- Danske Regioner/ Videntcenter for Miljø og Ressourcer (2020): *Copenhagen Economics En forhøjelse af råstofafgiften i Danmark. Samfundsøkonomisk analyse*. https://backend.miljoeogressourcer.dk/media/materialer/48/Samfunds_konomiskAnalyse_26JUN2020_005.pdf
- Danske Regioner (2020): *Bæredygtig råstofforsyning for fremtiden*. [https://rh.viewer.dkplan.niras.dk/media/601552/2020-10-27 raastofudspil.pdf](https://rh.viewer.dkplan.niras.dk/media/601552/2020-10-27_raastofudspil.pdf)
- Danske Regioner (2019): *Miljø og ressourcer 4/2019*. [https://backend.miljoeogressourcer.dk/media/avjinfo/167/7608 Miljø og ressourcer 4 2019 3 WEB.pdf](https://backend.miljoeogressourcer.dk/media/avjinfo/167/7608_Miljø_og_ressourcer_4_2019_3_WEB.pdf)
- Danske Regioner (2018): *Råstoffer – En regional opgave*. Anden titel: *Regionernes arbejde med råstoffer 2018*. Udgivet november 2018. [https://www.regioner.dk/media/11109/dr_r stofredeg_relse_onlineversion_opslag.pdf](https://www.regioner.dk/media/11109/dr_r_stofredeg_relse_onlineversion_opslag.pdf)
- 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](https://www.regioner.dk/media/5365/copenhageneconomics_raastofferer-der-behov-for-en-national-strategi_2017.pdf)
- Danske Regioner/Videntcenter for Jordforurening (2018): *Fremskrivning af råstofforbruget 2016-2040*. <https://backend.miljoeogressourcer.dk/media/materialer/29/Fremskrivning af r stofforbruget i Danmark 2016-2040 Endelig.pdf>
- Danske Regioner/Videntcenter for Jordforurening (2014): *Grønbog om muligheder og begrænsninger for øget anvendelse af sømaterialer som supplement til landbaseret råstofindvinding*. 2. udgave version 23 af 21. februar 2014. Journalnummer 11/581 – Videntcenter for Jordforurening. <https://www.regioner.dk/media/2233/groenbog-februar-2014-x.pdf>
- Danske Råstoffer (2012): *Råstofbogen 2012*. https://www.danskindustri.dk/siteassets/medlemsforeninger/danske-raastoffer/publikationer/raastofbogen_2012.pdf?v=231106
- Dansk Standard (1993): *Nomenklatur for sand-, grus- og stenmaterialer*. DS 404, 3. udgave, november 1993.
- DGU (1994) Kunderapport 91: *Materialiesammensætningen i submarine råstofforekomster – Et metodestudium*. Larsen B.
- Energistyrelsen (2022). *Energiø Nordsøen. Rammerne for det kommende planforslag til brug for miljøvurdering*. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/dk_udkast_til_rammer_for_plan_for_program_energieo_nordsoeen.pdf
- Fobian, A. (2000): *Kornfordelingen i nogle danske jordarter*. Geologisk Tidsskrift, hæfte 3, december 2000. Udgivet af DGF: <https://2dggf.dk/xpdf/gt2000-3-1-32.pdf>
- Geografilærerforeningen (2020): *Danmarks Jordbund – Passer vi på den?* ISBN netversion: 978-87-7723-697-6. <http://geografilaererforeningen.dk/wp-content/uploads/2020/06/Danmarks-jordbund-passer-vi-pa-den.-Et-case-baseret-undervisningsmateriale-om-jordforurening.pdf>
- GEUS (2023a): *Marin råstofdatabase (Marta)*. <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/marin-raastofdatabase-marta/>
- GEUS (2023b): *National boringsdatabase (Jupiter)*. <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter>
- GEUS (2022): *Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse*. DGF-Bulletin; Bind 1. Dansk Geologisk Forening. ISBN 978-87-89833-28-6

- GEUS (2022a): *Screening of potential sand resources for the planned energy island in the central Danish North Sea; Report for the Danish Energy Agency*. GEUS Report 2022/4
- GEUS (2021): *Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse*. DGF-Bulletin; Bind 1. Dansk Geologisk Forening. ISBN 978-87-89833-28-6
- GEUS (2014): *Den danske havbund*. Geologi og geografi nr. 02. Udgivet 2014. https://www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2018/07/Geoviden_2_2014.pdf
- GEUS (2008): *Jordprøver fra grundvandsboringer*. Geo-Vejledning 1. http://gk.geus.info/xpdf/geo-vejledning_1_final.pdf
- GEUS (1998): *Indføring i sedimentologi*. DGF Bulletin 12 fra 1998.
- GEUS (1995): *Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse*. DGF-Bulletin; Bind 1. Dansk Geologisk Forening. ISBN 87-89833-03-1
- Kystdirektoratet (2023): *Sandfodring på Vestkysten i 2023*. <https://kyst.dk/kyster-og-klima/sandfodring-paa-vestkysten/>
- Kystdirektoratet (2023): *Miljøkonsekvensvurdering af kystbeskyttelse på Vestkysten på strækningen Lodbjerg-Nymindegab 2025-2039*. [Debatoplæg-Lodbjerg-Nymindegab \(ipaper.io\)](https://ipaper.io/Debatoplæg-Lodbjerg-Nymindegab)
- MARIS: *Det marine råstofindberetningssystem*, Miljøstyrelsen. <https://raastofindvinding.dk/>
- MARTA: *Den marine råstofdatabase*. <https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=marta>
- Miljøministeriet (2023): *Det Marine Råstofindberetningssystem (MARIS)*. <https://raastofindvinding.dk/>
- Miljøministeriet (2023): *Regeringens udspil til Klimahandlingsplan 1*. <https://mim.dk/media/236250/regeringens-udspil-til-klimatilpasningsplan-1.pdf>
- Miljøministeriet (2018). *BEK nr 1680 af 17/12/2018: Bekendtgørelse om efterforskning og indvinding af råstoffer fra søterritoriet og kontinentalsoklen*. Tilgået oktober 2023 på: <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2018/1680>
- Miljøministeriet (2017): *LBK nr 124 af 26/01/2017 Bekendtgørelse af lov om råstoffer*. (Råstofloven) Tilgået oktober 2023: <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2017/124>
- Miljøstyrelsen (2023a): *Råstofindvinding på havet – Udgivelser*. Website med links til rapporter om råstofkortlægninger. Tilgået oktober 2023: <https://mst.dk/erhverv/groen-produktion-og-affald/raastofindvinding/raastofindvinding-paa-havet/udgivelser>
- Miljøstyrelsen (2023b): *Affaldsstatistik 2021 Revideret udgave*. Miljøprojekt nr. 2247 Oktober 2023. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2023/10/978-87-7038-566-4.pdf>
- Miljøstyrelsen (2017): *Markedsanalyse af råstofområdet (sand, grus, ral)*. Slutrapport. COWI, December 2017. <https://edit.mst.dk/media/3e5hwvvr/markedsanalyse-af-raastofomraadet-sand-grus-ral-2017.pdf>
- MiMa (2023): *Dansk industris brug af mineralske råstoffer*. <https://mima.geus.dk/udgivelser/dansk-industris-brug-2/>
- MiMa (2020): *Vurdering af økonomiske- og markedsmæssige muligheder for produktion af sand, grus og sten (aggregater) i Grønland rettet mod bygge- og anlægsindustrierne i Europa og Nordamerika*. MiMa rapport 2020-3. <http://mima.geus.dk/udgivelser/sand-grus-og-sten-i-groenland-2020/>
- MiMa (2016): *Indvinding af danske mineralske råstoffer – en geografisk sammenstilling*. MiMa rapport 2016-1. <http://mima.geus.dk/udgivelser/indvinding-af-danske-mineralske-raastoer-en-geografisk-sammenstilling-2016/>
- MiMa (2016b): *Råstofforsyning: Fra sand og sten til betonbyggeri*. MiMa rapport 2016-2. <http://mima.geus.dk/udgivelser/raastofforsyning-fra-sand-og-sten-til-betonbyggeri-2016/>
- MiMa (2015a): *De mineralske råstofressourcer*. MiMa rapport 2015-1. <http://mima.geus.dk/udgivelser/mima-rapport-20151/>
- MiMa (2015b): *De mineralske råstofressourcer*. Bilag. MiMa rapport 2015-1. <http://mima.geus.dk/udgivelser/mima-rapport-20151/>
- Naturstyrelsen (2014): *Regionernes råstofplanlægning på land, Råstofplan 2016*. Notat <https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/8c3422b2-4d45-433d-8555-41e67dad3b79/udkast%20udmelding%20råstofplan2016.pdf>

- NCC (2023a): *Råstoffer – Område øst. Prisliste gældende for perioden: 1. oktober til 31. december 2023*. Tilgået oktober 2023: <https://www.ncc.dk/siteassets/prislister/rastoffer/2023/oktober/ncc-prisliste-4.-kvarstal-2023-web-version.pdf>
- NCC (2023b): *Råstoffer - Område vest. Prisliste 1. januar 2023*. Tilgået oktober 2023: https://www.ncc.dk/siteassets/prislister/rastoffer/2023/juni/web_ncc_prisliste-vest-2023_190623.pdf
- NCC (2023c): *Råstoffer – Bornholm. Prisliste gældende for perioden: 1. oktober til 31. december 2023*. Tilgået oktober 2023: <https://www.ncc.dk/siteassets/prislister/rastoffer/2023/oktober/ncc-prisliste-bornholm-4.-kvarstal-2023-web-version.pdf>
- Regeringen (2021): *Danmark fremad. Infrastrukturplan 2035*. <https://www.trm.dk/media/mihb43eg/danmark-fremad-infrastrukturplan-2035-lrn-final-a.pdf>
- Region Hovedstaden (2016): *Råstofplan 2016/2020*. <https://rh.viewer.dkplan.niras.dk/plan/20#/>
- Region Hovedstaden og Region Sjælland (2023): *Analyse af transportstrømme af råstoffer i Region Hovedstaden og Region Sjælland*. Udgivet 20. januar 2023, COWI. <https://app-rsidxp-cms-prod-001.azurewebsites.net/media/4jmfkpr/analyse-af-20-01-2023-af-transportstroemme-af-raastoffer-i-region-hovedstaden-og-region-sjaelland.pdf>
- Region Midtjylland (2023): *Råstof-initiativet*. Website. Tilgået oktober 2023. <https://www.ru.rm.dk/klima-og-miljo/rastoffer/projekter/rastof-initiativet/>
- Region Midtjylland (2018): *Bedre råstoffer til beton*. https://www.rm.dk/siteassets/regional-udvikling/ru/publikationer/rastoffer/bedre_raastoffer_beton.pdf
- Region Midtjylland (2016): *Råstofplan 2016 for Region Midtjylland*. <https://www.rm.dk/site-assets/regional-udvikling/ru/klima-og-miljo/rastoffer/raastofplan-2016.pdf>
- Region Nordjylland (2022): *Kortlægning af sekundære materialer. Mængder og processer for knust beton og tegl*. Af NIRAS for Region Nordjylland: <https://rn.viewer.dkplan.niras.dk/media/330587/kortlaegning-af-sekundaere-materialer-i-region-nordjylland.pdf>
- Region Nordjylland (2021): *Råstofplan 2020*. <https://rn.dk/regional-udvikling/raastoffer/raastofplan>
- Region Nordjylland og Region Syddanmark (2020): *Kortlægning af ressourcestrømme for sand, grus og sten*. Udarbejdet af NIRAS. https://www.regioner.dk/media/23439/pixi_udgave_kortlaegning_af_ressourcestroemme_final.pdf
- Region Sjælland (2016): *Råstofplan 2016-2027*. <https://www.regionsjaelland.dk/klima-og-miljoe/raastoffer/raastofplan-2016>
- Region Sjælland (2021): *Råstofplan 2020-2031*, p.t. påklaget <https://rs.viewer.dkplan.niras.dk/plan/22#/3330>
- Region Syddanmark (2022): *Transportanalyse i Region Syddanmark*. Rapport udgivet april 2022, COWI. https://regionsyddanmark.dk/media/wlefcnjs/transportstroemme-af-raastoffer-i-region-syddanmark_april-2022.pdf
- Region Syddanmark (2020a): *Paradigmeskifte for råstofforvaltningen, Del 1: Hvad er bæredygtig råstofforvaltning?* Udgivet af METABOLIC. <https://www.metabolic.nl/publications/paradigmeskifte-rastofforvaltningen-del-1/>
- Region Syddanmark (2020b): *Paradigmeskifte for råstofforvaltningen, Del 2: Hvordan realiseres råstofforvaltningen?* Udgivet af METABOLIC. https://regionsyddanmark.dk/media/j3ums5pq/del-2_hvordan-realiseres-baeredygtig-raastofforvaltning-a.pdf
- Region Syddanmark (2020c): *Råstofplan 2020 for Region Syddanmark*. <https://region-syddanmark.dk/klima-og-miljo/rastoffer/rastofplan-2020>
- Riddler, G.P. (1994): *What is a mineral resource? From: Wateley, M.K.G. & Harvey, P.K. (eds.) Mineral Resource Evaluation II: Merthods and Case Histories, Geological Society Spec. Publ. No. 79, 1-10.*
- Rohde Nielsen (2023): *Aktiviteter. Kystfodring, landvinding, havneudvikling, uddybning & oprensning*. Website tilgået oktober 2023: <https://rohde-nielsen.dk/aktiviteter/>

- Skov- og Naturstyrelsen (2004): *Bæredygtigt samspil – råstofindvinding land/hav*. Udført af konsulentfirmaet Ole Askehave med assistance fra Teknologisk Institut. <https://edit.mst.dk/media/i0jgihq5/baeredygtigt-samspil-land-hav-2004.pdf>
- SWECO (2016): *Råstofbehov til store anlægsprojekter. Rapport til Vejdirektoratet*.
- SWECO (2023): *Circular materials in infrastructure – The road towards a decarbonized future*. Urban Insight by SWECO. <https://www.swecogroup.com/wp-content/uploads/sites/2/2023/01/Circular-materials-in-infrastructure-Sweco-Urban-Insight-Report.pdf>
- Teknologisk Institut (2020): *Fremtidens byggematerialer – Har vi mangel på råstoffer?* http://cms.teknologisk.dk/getmedia.asp?media_id=78249
- Teknologisk Institut og Real Dania (2020): *Brug af råstoffer i byggeriet*. Temaark https://realdania.dk/-/media/realdaniadk/temaer/cirkulaert-byggeri/temaark-3_final.pdf
- Transportmagasinet (2020): *Kystfodring og oprensning*. Udbud for Kystdirektoratet. Web-side tilgået november 2023: https://www.transportmagasinet.dk/procurement/view/100970/kystfodring_og_oprensning
- UEPG (2020): *Annual Review 2020-2021*. Annual report. https://www.aggregates-europe.eu/wp-content/uploads/2023/03/Final_-_UEPG-AR2020_2021-V05_spreads72dpiLowQReduced.pdf
- Van Lancker, V., Francken, F., Kapel, M., Kint, L., Terseleer, N., Van den Eynde, D., Hadenos, V., Missiaen, T., De Mol, R., De Tré, G., Appleton, R., van Heteren, S., van Maanen, PP., Stafleu, J., Stam, J., Degrendele, K. and Roche, M. (2019): *Transnational and Integrated Long-term Marine Exploitation Strategies (TILES)*. Brussels (BE): Scientific Policy. Tilgået oktober 2023: <https://www.belspo.be/belspo/fedra/proj.asp?l=en&COD=BR/121/A2/TILES>
- Vejdirektoratet (2023): Oplæg af Helle Hagen Blæsbjerg og Finn Thøgersen, Vejdirektoratet holdt på Regionernes Råstofårsmøde 2023.
- Vejdirektoratet (2012): *Livscyklusvurdering af kalkstabilisering af motorvejsstrækninger – Med fokus på potentielle klimapåvirkninger og ressourceforbrug*. Rapport 426, udgivet oktober 2012. https://www.vejdirektoratet.dk/api/drupal/sites/default/files/publications/livscyklusvurdering_af_kalkstabilisering_af_motorvejsstrækninger.pdf
- Vejdirektoratet (2008): *Råstofforsyning i Danmark – Sand, grus og sten*. Rapport 163, Vejteknisk Institut. ISBN nr. 978-87-92094-36-0. https://www.vejdirektoratet.dk/sites/default/files/publications/rstofforsyning_i_Danmark.pdf

Bilag 1: Anvendt råstofmængde fordelt på produkttype

Tabel B1.1 Indvinding af sand, grus og sten i Danmark i 2022 fordelt på produkttype. Derudover suppleret med estimater for hhv. marin indvinding og udenrigshandel (import/eksport) fordelt på samme produkttyper. Formålet med tabellen er at beregne den anvendte råstofmængde fordelt på produkttype (højre kolonne). Datagrundlaget for indvinding til lands er ikke korrekt – forklaring følger under tabellen. Miljøklasser er slået sammen.

Anv. område	Produkttype	Tilgang fra land ¹ (m ³)	Tilgang fra havet ^{2, 3} (m ³)	Import ⁴ (m ³)	Eksport ⁴ (m ³)	Anvendt (beregnet) (m ³)
Anlægs- og vejmaterialer	Grus og sandfyld, mv.	6.513.211				6.513.211
	Bundsikringsmaterialer	8.899.828	200.000 ^(20%)	7.592	59.740	9.047.680
	Stabilgrus	3.898.468				3.898.468
Asfaltmaterialer	Ballastskærver	68.318				68.318
	Sand 0-2 mm	231.097				231.097
	Stenmel	114.689	360.000 ^(20%) 72.250 ^(5%)	809.832	104.024	1.424.815
	Sten uknuste	67.258				
	Sten knuste	104.810				
Betontilslagsmateriale	Støbesand (kvarts-sand)	387.322				387.322
	Betonsand 0-4 mm	1.555.445	800.000 ^(80%) 1.372.750 ^(95%)	30.369	238.958	3.519.606
	Perlesten 2-8 mm	304.106	1.440.000 ^(80%)	3.239.330	416.096	6.005.585
	Ærtesten 8-16 mm	22				
	Nøddesten 16-32 mm	632.425				
Opfyldning/kystsikring	Singels 32-64 mm	804.107				
	Andre sten	1.691				
	Kystfodring	0	5.828.788			5.828.788
	Opfyldning	0	1.205.212			1.205.212
Anden anvendelse	Anden anvendelse sand, grus, sten	0				
	Ukendt anvendelse sand, grus, sten	273.669				273.669
	Sandblæsningssand	0				
	Filtersand	0				
	Anden anv. kvarts-sand	34				34
	I alt	23.856.500	11.246.950	4.087.123	818.818	38.371.755

¹ Indvinding fra land i 2022. Datagrundlaget er et særudtræk fra Danmarks Statistik. NB: Indvindingstallene er upræcise, men vurderes ikke at påvirke størrelsesordener i figuren. Danmarks Statistik er i samarbejde med regionerne ved at løse dataproblemet.

² Indvinding fra marine områder i 2022. Estimat baseret på Danmarks Statistiks RST03, samt input fra branchen om fordelingen blandt anvendelsesområder).

³ Kystsikring ved sandfodring i 2022. Estimering bl.a. vha. input fra Kystdirektoratet.

⁴ Import og eksport i 2022 baseret på Danmarks Statistiks KN8Y (varekode 25051000, 25059000, 25171010 og 25171080) fordelt efter anvendelsesområde jf. erfaringstal for anvendelsen af marine råstoffer på land jf. Tabel B.1.2 (sten som ral 3, sand som sand 1). Omregnet fra ton til m³ med omregningsfaktoren 1,6 t/m³.

Tabel B.1.2 Skønsmæssig vurdering af anvendelsen af marine råstoffer baseret på input fra branchen.

	Sand 1	Grus 2	Ral 3	Fyldsand 4
Anlægs- og vejmaterialer	20% (bundsikring)			
Asfaltmaterialer		5% (sten)	20% (sten)	
Betontilslagsmateriale	80% (sand)	95% (sand)	80% (sten)	
Opfyldning/kystsikring				100 %
Anden anvendelse				

Tabel B.1.3 Skønsmæssig vurdering af kornstørrelsessammensætninger af produkttyperne i Tabel 1 baseret på produktdatablade (sigteanalyser) og input fra branchen. Tallene er i procent.

[mm]	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
Grus og sandfyld, mv.	6,4	5,6	14,0	29,0	24,0	11,0	6,0	4,0				
Bundsikringsmaterialer	4,3	6,3	14,5	33,5	17,5	16,0	4,5	2,0	1,0	0,5		
Stabilgrus	2,5	1,5	6,0	12,0	10,0	7,0	7,0	7,0	11,0	6,0	15,0	15,0
Sand 0-2 mm	2,0	11,0	46,0	32,0	8,0	1,0						
Stenmel								20	20	20	20	20
Sten uknuste								20	20	20	20	20
Sten knuste								20	20	20	20	20
Støbesand (kvartssand)	1,5	5,0	22,0	45,0	21,5	4,0	1,0					
Betonsand 0-4 mm	1,5	5,0	22,0	45,0	21,5	4,0	1,0					
Perlesten 2-8 mm							50,0	50,0				
Ærtesten 8-16 mm									100,0			
Nøddesten 16-32 mm										100,0		
Singels 32-64 mm											100,0	
Andre sten								20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Kystfodring	0,8	10,9	37,5	24,3	9,6	5,5	3,5	2,0	1,6	1,2	1,2	1,2
Opfyldning	0,8	10,9	37,5	24,3	9,6	5,5	3,5	2,0	1,6	1,2	1,2	1,2

Tabel B.1.4 Tabellen skitserer konverteringen fra ressourceklasse til produktmulighed med fokus på de udfordringer, der er i forhold til at fastlægge kornstørrelsen i hvert trin.

	Variabilitet i data	Eksempler (på variabilitet)
<u>Ressourceopgørelse</u>	• En ressourceklasse er ofte defineret ved min/maks. kriterier for kornstørrelsen	• Sand 1: 0-4 mm (stor variabilitet mellem kornstørrelserne 2-4 mm, 1-2 mm osv.)
	• Kvaliteten af marine ressourcer varierer meget afhængigt af geologisk miljø, men kvaliteten indrapporteres ikke	• Uvist om materialet kan anvendes til betonfremstilling eller ej, eller om det vil kræve ekstra forarbejdnings-trin.
<u>Fraført mængde</u> (ved indvinding)	• Marin: indvundne produkter indrapporteres efter råstofklasse • Land: indvundne mængder indrapporteres efter formål (ikke faktiske produkter)	• 1-2 mm kan anvendes i kornkurver for stabilgrus, betonsand, mørtelsand, fyld-sand mv. • Stabilgrus – er det færdigvaren, eller mangler den en knust stenfraktion?
<u>Tilbageført</u> (ved indvinding)	• Man kan ikke vide hvor meget og hvilket materiale som frasorteres og 'går til spilde' (tilbageføres). Marint betyder det, at den tilbageværende ressource ændrer sig (forringes)	

Tabel B.1.5 Tabellen skitserer konverteringen fra ressourceklasse til produktmulighed og dernæst til anvendelsesområde med fokus på de udfordringer, der er i forhold til at fastlægge kornstørrelsen i hvert trin.

	Variabilitet i data	Eksempler (på variabilitet)
<u>Solgte produkter</u> (data og statistik)	Et salgsprodukts sammensætning er ofte defineret ved et interval eller tolerance	Produkteksempel for betonsand 0-4 mm kl. E: korninterval 0,5-1 mm kan udgøre fra 0 % til 35 % af produktet. (NCC produktblad 2023)
	Handel (forbrug): - Handelsstatistikker (DST) kan ikke bruges, da detaljegraden er sand, sten og grus - Produktsalg fra indvinding til lands indrapporteres, men efter overordnede formålskategorier - Indberetning af marine råstoffer sker (næsten) ikke efter formål/produkt	'Betonsand 0-2' (NCC produktoversigt 2023) må nødvendigvis være indberettet som 'betonsand 0-4'.
<u>Faktisk anvendelse</u>	- Samme produkt (fx betonsand) bliver måske anvendt i flere anvendelsesområder - Et produkt kan være begrænset i sin anvendelse, selvom det laves til en kvalitet	Transport, udbud/efterspørgsel mv. lægger begrænsninger på anvendelsen.
<u>Fremtidig anvendelse</u>	Produktsammensætningen ændrer sig (vejopbygning, brug af genanvendt materiale mv.)	- Motorvejsbelægning: Kalkstabiliseret underbund med forbrændingsslagger og BSM kan erstatte stabilgrus, asfaltbærelag og bundsikring (Vejdirektoratet 2023) (Tjek motorvej Aabenraa til Sønderborg) 'Stabilgrus light' alligevel anvendt som stabilgrus, som gerne skulle have de samme geotekniske egenskaber
	Behovet ændrer sig (broer ift. veje, vejtyper mv.)	Eksempel på at behovsfremskrivning 17 år frem giver en usikkerhed på +/- 30 % for sand, grus og sten (Danske Regioner 2023)
	Behovsfordelingen mellem anvendelsesområder ændrer sig over tid	

Tabel B.1.6 Kornstørrelsesfordelinger i geologiske miljøer på land. Figur aflæst fra Galsgaard, J. (1998).

Land	Geologi	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
	Groft smeltevandssand	0%	1%	2%	7%	22%	48%	16%	2%	2%	0%	0%	0%
	Fint smeltevandssand	25%	42%	20%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Middel:	13%	22%	11%	10%	11%	24%	8%	1%	1%	0%	0%	0%

Tabel B.1.7 Kornstørrelsesfordeling af glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer indenfor de påviste marine råstofressourceområder i Danmark. Gennemsnit baseret på sedimentanalyser fra Marta. Sedimentanalysernes repræsentativitet for området er belyst i Bilag 1.

Marin	Geologi	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
	Glaciale-senglaciale smeltevandsaflejringer	0,8%	10,9%	37,5%	24,3%	9,6%	5,5%	3,5%	2,0%	1,6%	3,7%		

Tabel B.1.8 Kornstørrelsesfordeling af den påviste sand- og grusforekomst ved Aulum. Gennemsnit baseret på 23 kornstørrelsesanalyser fra dybder på mellem 0,6 m og 13,5 m.

Land	Geologi	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
	Aulum	5%	12%	28%	28%	12%	5%	2%	3%	2%	1%		

Tabel B.1.9 Gennemsnit af tre kornstørrelsesprofiler: geologiske miljøer på land (middel, Tabel B.1.6), påviste glaciale smeltevandsaflejringer (Tabel B.1.7) og sand- og grusforekomst i Aulum (Tabel B.1.8).

Land (estimat)	Geologi	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
	Gennemsnit	6%	15%	25%	21%	11%	11%	4,5%	2,1%	1,7%	0,6%	0,6%	0,6%

Tabel B.1.10 Kornstørrelsesfordeling af de påviste marine råstofressourcer. Gennemsnit baseret på sedimentanalyser fra Marta-databasen fra påviste ressourceområder. Sedimentanalysernes repræsentativitet for hvert område er belyst i Bilag 1. Ingen sedimentanalyser for råstofklasserne sand 0 og fyldsand 4.

Marin	Råstof-klasse	0-0,063	0,063-0,125	0,125-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
	Sand 0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Sand 1	0,9%	11,2%	49,9%	23,0%	7,7%	2,1%	1,0%	0,7%	0,8%	1,6%		
	Grus 2	0,6%	5,5%	34,0%	35,3%	8,4%	4,1%	2,3%	2,0%	2,5%	4,0%		
	Ral 3	0,1%	0,6%	7,3%	29,9%	27,3%	15,4%	9,8%	4,9%	2,9%	1,0%		
	Fyld-sand 4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabel B.1.11 Marta-databasen rummer 688 sedimentanalyser fra 544 borer, heraf 99 borer fra påviste ressourceområder, som er de områder vi har anvendt til beregning af kornstørrelsesfordelingen i de marine ressourcer. Beregningen er foretaget som et vægtet gennemsnit af sedimentanalyserne med størrelsen af den påviste ressource i det pågældende område. Der er stor forskel på repræsentativiteten af de estimerede gennemsnitlige kornstørrelsesfordelinger: fra 4 borer for ral 3 til 69 borer for sand 1.

Marin	Råstofklasse	I alt		Områder med sedimentanalyser				
		Antal områder	Påvist Res.	Antal områder		Påvist ressource		Antal borer
					%-andel		%-andel	
	Sand 0			-	-	-	-	0
	Sand 1	72	4471	30	42%	2421	54%	69
	Grus 2	20	548	11	55%	460	84%	26
	Ral 3	7	140	1	14%	51	36%	4
	Fyldsand 4			-	-	-	-	1

Tabel B.1.12 Restmængde (mio. m³) 2023 beregnet ud fra restmængde 2020 fratrasket indvin-
ding frem til 2023.

	Restmængde af sand, grus og sten ressource	Indvinding sand, grus og sten (DST)			Restmængde af sand, grus og sten ressource
	2020	2020	2021	2022	2023
Region Nordjyl-land	193	5	4	4	180
Region Midtjylland	276	9	9	8	249
Region Syddan-mark	749	7	8	7	727
Region Sjælland	98	6	6	6	80
Region Hovedsta-den	61	1	1	1	59
Havområdet	6442	8	11	11	6412

Bilag 2: Vurdering af andelen af grovkornede materialer

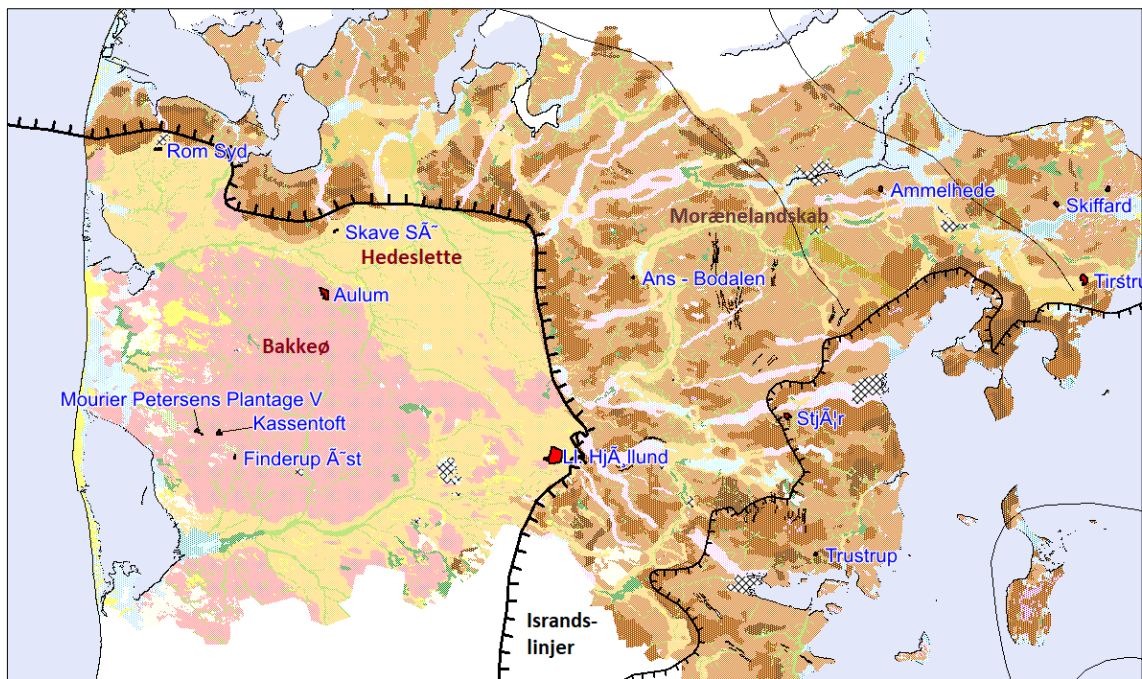
Vurdering af andelen af grovkornede materialer ud fra indberettet produktion – validering af fremgangsmåde.

De steder, hvor der manglede oplysninger om ressourcernes kornstørrelser, blev det aftalt i stedet at inddrage produktionsdata indberettet fra erhvervet med henblik på, ud fra andelen af grovkornede produkter, at give et bud på andelen af det grove materiale (> 2 mm) i ressourcen. Hvilke produkttyper, der indgår i denne grovkornede produktandel, fremgår af nedenstående Tabel B.2.1.

Tabel B2.1 Produkttyper, der henregnes til grovkornede grusprodukter.

Anvendelsesområde	Produkttype
Beton	Perlesten
	Ærtesten
	Nøddesten
	Singels
	Andre sten
Anlæg	Stabilgrus (60% af indberetning)
	Balastskærver
	Bundsikringsmaterialer (8% af indberetning)
	Grus- og sandfyld (10% af indberetning)
Asfalt	Knuste sten
	Uknuste sten

Da denne fremgangsmåde potentielt rummer en betydelig usikkerhed, er der foretaget en validering med data fra Region Midtjylland og Region Sjælland, hvor den gennemsnitlige andel af grove materialer fundet ved kornstørrelsesanalyse af råstofprøver er sammenlignet med andelen af grovkornede produkter, der i 2020 blev produceret i det pågældende graveområde. Til valideringen i Region Midtjylland er udvalgt 9 graveområder på tværs af regionen, som derved også repræsenterer forskellige geologiske miljøer, se Figur B2.1.



Figur B2.1 Geologisk landskabskort for Region Midtjylland med angivelse af graveområder med kornstørrelsesanalyser (blå tekst).

Resultaterne af valideringen fremgår af nedenstående Tabel B2.2.

I Region Sjælland er der primært foretaget kortlægning og kornstørrelsesanalyser i regionens råstofinteresseområder. Til validering af produktionsdatas anvendelighed til vurdering af den grovkornede fraktion i ressourcen er produktionsdata fra graveområderne sammenlignet med kornstørrelsesdata fra tilstødende interesseområder (Tabel B2.2).

For 20 af 24 graveområder ses en rimelig korrelation mellem den gennemsnitlige andel af groft materiale i kornstørrelsesanalyserne og andelen af grovkornede produkter indberettet fra gravene. Den dårlige korrelation i 4 områder (fremhævet i Tabel B2.2) kan skyldes lokale produktionsforhold.

På baggrund en rimelig korrelation i 20 af 24 områder er det valgt at benytte produktionsdata til at anslå andelen af grove materialer, hvor der ikke er andre oplysninger til rådighed.

Tabel B2.2: Vurdering af fremgangsmåde ved hjælp af eksisterende kornstørrelsesanalyser og produktionstal-2020 fra Region Midtjylland.

Region	Kommune	Område	> 2 mm (%)	Andel grove produkter (%)
Midtjylland	Syddjurs	Tirstrup Ø	48	52
Midtjylland	Norddjurs	Skiffard	32	26
Midtjylland	Ikast-Brande/Silkeborg	Ll. Hjøllund	25	17
Midtjylland	Silkeborg	Ans-Bodalen / Ans	21	12
Midtjylland	Norddjurs	Kirial Ø (kun stabilgrus)	19	70
Midtjylland	Herning/Holstebro	Aulum	13	3
Midtjylland	Skanderborg	Stjær Øst	12	0
Midtjylland	Ringkøbing/Skjern	Finderup Øst	7	0
Midtjylland	Ringkøbing/Skjern	Kassentoft	4	1
Sjælland	Kalundborg	Stenrand Del A	53	63
Sjælland	Roskilde	Tjæreby Del A	49	35
Sjælland	Roskilde	Øde Hastrup Del A	47	40
Sjælland	Sorø	Lynge Del A	43	60
Sjælland	Lejre	Kyndeløse	40	7
Sjælland	Næstved	Myrup Del A	35	9
Sjælland	Kalundborg	Løgtved Del A	35	40
Sjælland	Guldborgsund	Kettinge	34	14
Sjælland	Sorø	Saltofte	28	16
Sjælland	Kalundborg	Kaldred Del A	26	21
Sjælland	Sorø	Bromme Del A	23	26
Sjælland	Guldborgsund	Systofte Del A	21	0
Sjælland	Sorø	Munke Bjergby Del A	14	10
Sjælland	Vordingborg	Båse Del A	10	8
Sjælland	Kalundborg	Avnsø Del B	3	10

Bilag 3: Behovsanalyser for infrastrukturprojekter

Vejanlæg og jernbaner

En opgørelse af det forventede behov af råstofmængder pr. løbende km for anlægsprojekter 20-25 år frem er opgjort for Vejdirektoratet (SWEKO, 2016) (Tabel B3.1). Mængdeopgørelsen er udarbejdet på baggrund af data leveret af Vejdirektoratet samt Banedanmark, hvor materialeforbruget er gjort op for en række projekter. På baggrund af materialeforbruget for disse projekter er bestemte enhedsmængder anvendt som grundlag for estimering af materialebehovet til de kommende projekter.

Tabel B3.1 Opgørelse af det forventede behov af råstofmængder pr. løbende km for anlægsprojekter 20-25 år.

Type anlægsprojekter	Ressourceforbrug (m ³ /km)
Nyanlæg af firesporet motorvej	33.800
Nyanlæg af motortrafikvej	26.600
Udvidelse af motorvej med 2 ekstra spor	25.500
Nyanlæg af jernbane	8.700
Hastighedsopgradering	1.600

På baggrund af Infrastrukturplan 2035 (Regeringen, 2021) har Vejdirektoratet opgjort råstofbehovet for en række konkrete planlagte projekter. Vejdirektoratets anlægsprojekter er fordelt over alle 5 regioner. Analysen af behovet er opdelt på materialekategorier (asfalt, stabilt grus, bundsikringsmateriale og betontilslag). Det samlede behov fordelt på de forskellige typer af materialer for de 21 vejprojekter fremgår af Tabel B3.2.

Tabel B3.2 Råstofbehovet opgjort på materialekategorier (Vejdirektoratet, 2023). De fremhævede typer er materialer, der skal hentes fra danske grusgrave.

Typer af materialer	Danmark
Projektvej (km)	348,9
Asfaltslidlag og bindelag (m ³)	564.465
Asfaltbærelag (m³)	753.889
Stabilt grus (m³)	2.000.263
Bundsikringsmateriale (m³)	5.690.795
Betontilslag (m³)	380.730
Asfalt (ikke genanvendt i anlægsprojektet) (m ³)	384.391
Ubundne lag (ikke genanvendt i projektet) (m ³)	972.110
Jord at levere (m ³)	9.448.397
Jord at bortskaffe (m ³)	9.416.055
Intern jordflytning (m ³)	10.513.891

Energiø Nordsøen

Da det endelige design af Energiøen i Nordsøen endnu ikke er fastlagt, er behovet for ressourcer usikkert. Hvis øen etableres med sand/grus, vil råstofforbruget maksimalt være 45 mio. m³ ved en ø på 1 km² areal på havbunden (Energistyrelsen, 2022). Der er blevet lokaliseret to egnede råstofvindingsområder på havbunden i Nordsøen, hvorfra der vil kunne leveres de ønskede mængder (GEUS, 2022a).

Kystbeskyttelse

Den planlagte kystbeskyttelsesindsats i perioden 2025-2039 på den 116 km lange strækning mellem Lodbjerg-Nymindesøen omfatter sandfodring på stranden og kystnær på revler samt stabilisering af klitterne. Målsætningen for kystbeskyttelsen er, at der fremover skal opretholdes et sikkerhedsniveau, der svarer til det, der er i dag. Kysten skal kunne modstå en storm, der i gennemsnit optræder med 100 års mellemrum. Ud for Thyborøn dog en 1000-års storm. Kystdirektoratet har på baggrund af den indgåede aftale mellem staten og kommunerne beregnet behovet for råstofressourcer til kystfodring for den kommende 15-årige periode (Kystdirektoratet, 2023). Se Tabel B3.3.

Tabel B3.3: De estimerede fodringsmængder i perioden 2025-2039 med gennemsnitlig fordeling på fodringsmetode.

Fodringsmængder pr. periode (mio. m ³)			
Periode	Strandfodring	Kystnær fodring	I alt
2025-2029	8	12	20
2030-2034	8,8	13,2	22
2035-2039	8	12	20
Samlet for perioden 2025-2039			62 mio. m ³