

Danske mineralske råstofressourcer

Kvantitativ analyse baseret på geologiske og geofysiske data

Ditlefsen, C., Lomholt, S., Skar, S., Jakobsen, P. R., Kallesøe, A.J.,
Keiding, J.K. & Kalvig, P.

MiMa rapport 2015/1



Danske mineralske råstofressourcer

Kvantitativ analyse baseret på geologiske og geofysiske data

Ditlefsen, C., Lomholt, S., Skar, S., Jakobsen, P. R., Kallesøe, A.J.,
Keiding, J.K. & Kalvig, P.

MiMa rapport 2015/1



VIDENCENTER FOR MINERALSKE RÅSTOFFER OG MATERIALER
DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER FOR DANMARK OG GRØNLAND



G E U S

Danske mineralske råstoffsressourcer

Kvantitativ analyse baseret på geologiske og geofysiske data

MiMa rapport 2015/1

Redaktion: Keiding, J.K. & Kalvig, P.

*Forfattere: Ditlefsen, C., Lomholt, S., Skar, S., Jakobsen, P. R., Kallesøe, A.J.,
Keiding, J.K. & Kalvig, P.*

Omslag: Henrik Klinge Petersen

Repro: GEUS

Tryk: GEUS

Maj 2015

ISBN: 978-87-7871-406-0

© Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) under De
Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)
Klima-, Energi- og Bygningsministeriet
Øster Voldgade 10
DK-1350 København K

Denne rapport er den første samlede ressourceopgørelse af de danske mineralske råstoffer med angivelse af deres type, størrelse, kvalitet, beliggenhed og påvisningssikkerhed.

Opgørelsen er baseret på tolkninger af eksisterende geologiske og geofysiske data tilgængelig for De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) i oktober 2014. Datagrundlaget er meget inhomogent, og der kan af den grund forekomme unøjagtigheder i fortolkningerne af enkelte ressourcer. Vi vurderer dog, at de overordnede resultater er retvisende.

Omfanget af tilgængelige ressourcer kan ikke udledes direkte fra rapporten, da der skal tages forbehold for lokale arealinteresser. Reelt vil det derfor kun være en meget beskedent del af ressourcerne, der vil kunne indvindes.

Rapporten, som er udarbejdet og finansieret af Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa), udgør første fase af en undersøgelse af de danske mineralske råstoffer. De efterfølgende faser vil omfatte en analyse af råstofindvindingens geografiske og produktmæssige fordeling samt en værdikædeanalyse af de danske råstofforbrugende brancher.

Indhold

1	Introduktion	7
2	Råstofgrupper og kvaliteter	12
2.1	Sand, grus og sten	12
2.2	Granit.....	14
2.3	Ler	14
2.3.1	Ler til teglproduktion	14
2.3.2	Plastisk ler	15
2.3.3	Moler.....	15
2.4	Kalk og kridt.....	15
2.5	Salt	15
3	Metode	16
3.1	Ressourceklassificering i forhold til vidensniveau	16
3.2	Identifikation af arealer hvor råstofindvinding ikke kan forventes mulig	17
4	Datagrundlag og -behandling	20
4.1	Datagrundlag for de marine områder	20
4.2	Datagrundlag for landområder	21
4.2.1	Datagrundlaget for sand, grus og sten	22
4.2.2	Datagrundlag for granit.....	22
4.2.3	Datagrundlag for ler.....	22
4.2.4	Datagrundlag for kalk og kridt.....	24
4.2.5	Datagrundlag for salt	24
4.3	Databehandling for sand, grus og sten – marine ressourcer	24
4.4	Databehandling for sand, grus og sten – landressourcer.....	24
4.4.1	Opgørelser indenfor graveområder	25
4.4.2	Fase 2-kortlægning udenfor graveområderne	26
4.4.3	Råstofinteresseområder	26
4.4.4	Øvrige områder.....	27
4.4.5	Angivelse af kvalitet.....	28
4.5	Databehandling granit	29
4.6	Databehandling ler	29
4.6.1	Ler til teglproduktion	29
4.6.2	Øvrige lertyper	30
4.7	Databehandling for kalk og kridt.....	30
4.8	Databehandling for salt	31
5	Ressourcernes beliggenhed	32
5.1	Sand, grus og sten	32
5.1.1	Sand	32

5.1.2	Grus og sten.....	33
5.2	Granit	33
5.3	Ler	33
5.4	Kalk og kridt	34
5.5	Salt.....	34
6	Estimerede råstofmængder	44
6.1	Ressourcevurderinger.....	44
6.1.1	Den samlede ressourceopgørelse	44
6.1.2	Sand, grus og sten	45
6.1.3	Granit.....	52
6.1.4	Ler	53
6.1.5	Kalk og kridt.....	56
6.1.6	Salt	57
7	Sammenfatning	58
8	Referencer og anvendt litteratur	60
9	Bilagsoversigt	62

1 Introduktion

Denne rapport sammenfatter resultaterne af en landsdækkende analyse af størrelse, kvalitet, beliggenhed og påvisningssikkerhed af de mineralske råstofressourcer i Danmark til vands og til lands. Analysen omfatter råstofferne sand, grus, sten/ral¹, ler, special-ler, kalk, kridt, granit, granitisk gnejs og salt. Energiråstofferne olie, gas og kul er ikke medtaget i vurderingen. Desuden er råstofressourcer af tungsand (titanholdigt sand), glaukonit og flint fravalgt, da der ikke foreligger tilstrækkeligt datamateriale til en vurdering. Tørv og muslingeskaller er ligeledes fravalgt, da de ikke er egentlige mineralske råstoffer.

Erhvervsmæssig indvinding af de mineralske råstofftyper, som er omfattet i denne undersøgelse, er reguleret efter [Råstofloven](#), med undtagelse af salt, som reguleres i henhold til [Undergrundsloven](#). De råstoffer som hører under [Råstofloven](#), og som findes på land, reguleres af Regionerne, hvorimod de marine råstoffer administreres af Naturstyrelsen. Disse institutioner varetager bl.a. retningslinjer for indvindingen, kortlægning af nye råstofforekomster, udlægning af fremtidige råstofområder, og er de myndigheder, som giver indvindingsstilladelser, samt fører tilsyn med indvindingen.

Blandt danskere er det en udbredt antagelse, at Danmark ikke producerer mineralske råstoffer. Det er en forkert antagelse. I 2013 blev der samlet produceret omkring 32 mio. m³ mineralske råstoffer, som fordelte sig med ca. 26 mio. m³ indvundet på land og ca. 6 mio. m³ indvundet fra havbunden i de danske farvande. Sand, grus og sten udgjorde den helt dominerende råstofgruppe med ca. 27 mio. m³, svarende til at hver dansker brugte ca. 5 m³ sand og grus. De resterende ca. 5 mio. m³ omfattede råstofferne granit, ler, special-ler, kalk, kridt og salt. Alle de indvundne råstoffer er uundværlige for en række brancher, især indenfor vej-, anlæg- og byggeribrancherne (se tabel 1.1). Produktionen af danske mineralske råstoffer er betydelig, både målt i beskæftigelse og i omsætning. I 2012 var ca. 1.000 mennesker beskæftiget med indvinding af råstoffer. Hertil kommer desuden ca. 2.600 beskæftigede inden for service til råstofindvinding og ca. 33.000 hos bygge- og anlægssentreprenører. Produktionen af danske råstoffer giver desuden beskæftigelse i mange andre af værdikædens led, som forarbejder og anvender råstofferne.

De danske råstoffer anvendes i mange forskellige sammenhænge. De mest almindelige er vist i tabel 1.1. Kvalitetsmaterialer af sand, grus og sten bruges som tilslag til beton, mens andre typer af sand og grus oparbejdes til bl.a. vej og anlægsformål. Til cementfremstilling benyttes både kalk, sand og ler med specielle egenskaber, ligesom hovedparten af de mursten, der anvendes i nybyggeri, produceres med ler fra danske lerforekomster. Derudover benyttes plastisk ler, moler og kvartssand til en række bearbejdede specialprodukter, som lossepladsmembraner, brandhæmmere, filtersand m.m.

¹ Sten og ral benyttes i denne rapport synonymt om grove materialer, idet sten (20–200 mm) benyttes ved kortlægning til lands og ral (6–300 mm) ved kortlægning til havs. Kvalitetsklassen Ral 3 er fællesbetegnelsen for grovkornede materialer og har derved et lidt forskellig indhold for henholdsvis land- og havbaserede materialer. Definitionen på Ral 3 er beskrevet i afsnit 2.

Table 1.1. Overview of widespread products and semi-finished goods, in which Danish mineral raw materials are included. The individual raw material qualities will, as a general rule, require processing to meet the requirements for the products.

Anvendelser		Råstofkvalitet										
		(se afsnit 2.1 for beskrivelse af de enkelte kvalitetsklasser)										
		Sand 1	Grus 2	Ral 3	Sand 4	Granit	Stenfrit ler	Andet ler	Plastisk ler	Moler	Kalk og Kridt	Salt
Byggeri	Tilslag til beton											
	Støbesand											
	Cement											
	Mursten											
	Tagtegl											
	Isolerende byggesten											
	Facadesten og brølægning											
Anlæg	Stabilgrus											
	Bundsikring											
	Fyldsand											
	Skærver											
	Glatførebekæmpelse											
Andet	Lossepladsmembraner											
	Absorbenter											
	Brandhæmmere											
	Bindemiddel til dyrefoder											
	Filtersand											
	Sandblæsning											
	Borehulsforsegling											
	Jordforbedring											
	Additiv til maling og plastik											
	Fødevarer											
	Kemikalier											

Råstofindvindingen i Danmark omfatter omkring 630 graveområder på land for sand, grus, sten, granit, ler og kalk og ca. 100 pladser i danske farvande, hvorfra omkring 25 danskregistrerede skibe indvinder sand, grus og sten fra havbunden. Bortset fra få store landsdækkende producenter af sand, grus og sten består den danske råstofbranche typisk af mindre virksomheder. Da indvindingen er koncentreret i særligt udvalgte graveområder og en del af indvindingen desuden foregår til søs, er den betydelige produktion af råstoffer upåagtet for de fleste mennesker.

Den samlede årlige mængde af råstoffer, som produceres, varierer dels med de økonomiske konjunkturer og dels med større infrastrukturprojekter, som broanlæg, motorveje, kystsikring og udbygning af større byområder. Netop disse anvendelsesområder betyder, at sektoren er meget konjunkturfølsom, og indvindingen faldt derfor også i perioden 2006 til 2013, som følge af den økonomiske krise.

[Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer](#) forventer, at produktionen af sand, grus og sten i 2035 skal være omkring 40 mio. m³ for at kunne dække det danske marked. Men hertil skal måske yderligere lægges eksport af visse råstoffer, da flere af de centraleuropæiske lande kan få vanskeligt ved at producere tilstrækkeligt til egen efterspørgsel. Dette rejser derfor spørgsmålet, om hvor store mængder råstoffer Danmark har til fremtiden, og hvorfra de i givet fald skal indvindes og anvendes.

Under hovedparten af den danske muld er der sand og grus. Hos folk uden kendskab til råstofbrancher fremsættes ofte det synspunkt, at alt dette vil være til rådighed som råstof, og at Danmark derfor har tilstrækkeligt af disse råstoffer til at udbygge den kollektive infrastruktur, til forsyning af industrien og til private byggerier i næsten al fremtid. Dette er en forenklet betragtning, fordi:

- Langt fra alt sand og grus i undergrunden opfylder de materialetekniske krav, der stilles til byggeråstoffernes kvalitet.
- De geologiske forhold er forskellige, og derfor ligger brugbare råstoffer ikke jævnt fordelt i landet og må derfor ofte transporteres over store afstande.
- Der er mange forskellige, og ofte konkurrerende, ønsker til arealanvendelserne, fx miljøbeskyttelse, boligområder, erhvervsinteresser og fredninger; råstofudnyttelse har ikke nødvendigvis førsteprioritet.

Ovenstående punkter kan summeres til, at der derfor kun kan foretages råstofindvinding i områder, hvor både de geologiske forhold giver grundlag for, at råstofferne er til stede, og hvor disse områder ikke er i konflikt med andre arealinteresser.

Når der sker ændringer i arealinteresserne, fx som følge af ændrede miljøhensyn, og råstofindvindingen dermed begrænses, har det den konsekvens, at andre områder med de samme typer og kvaliteter af råstoffer skal inddrages eller udbygges, som erstatning for de områder der udgår. Kendskab til ressourcegrundlaget er en forudsætning for at kunne afveje arealinteresser mod hinanden, så det kan sikres, at de rigtige råstoffer bliver indvundet tættest muligt på anvendelsesstedet. Denne type overvejelser indgår i dag i den regionale råstofplanlægning, men der har ikke eksisteret en samlet ressourceopgørelse på landsplan, som omfatter råstoffers kvalitet og beliggenhed, både på land og til havs.

Det er på denne baggrund, at MiMa har set et behov for at etablere en geologisk ressourcemodel for de forskellige råstoftyper således, at der kan skabes et samlet overblik over de danske råstofressourcers geografiske beliggenhed, råstofftype og kvalitet, ressourcestørrelse samt information om, hvor sikkert ressourcestørrelsen er bestemt og angivelse af eventuelle begrænsninger i indvindingsmuligheder fra de enkelte ressourcer.

For de marine områder omfatter analysen kun råstofgrupperne sand, grus og sten, idet de øvrige råstofgrupper ligger så dybt, at de ikke anses for økonomisk interessante i de næste mange år.

Ressourceopgørelserne er baseret på en systematisk gennemgang af tilgængelige geologiske og geofysiske data fra både land- og marine områder og inkluderer mængden til 25 m under terræn på land eller havbund. Denne mængde betegnes her som ressourcens bruttomængde. En nærmere beskrivelse af metoden ses i afsnit 3.

Mængden af data, og dermed kendskabet til ressourcerne, er af meget varierende karakter. Derfor er ressourcerne opdelt i klasserne: påviste, sandsynlige og spekulative, som angiver sikkerheden af kendskabet til ressourcerne. Kriterierne for disse opdelinger er ligeledes gennemgået i afsnit 3.

En række forhold giver a priori ikke mulighed for råstofudnyttelse, eksempelvis bebyggede områder, veje, fredede arealer, naturbeskyttelsesområder (såkaldte Natura 2000-områder og strandbeskyttelseslinjer), disse er beskrevet i afsnit 3). På havbunden findes desuden områder beliggende over 6 m dybdekurven, hvor indvinding ikke tillades, samt områder med dynd (finkornet, organisk-rigt materiale) som ikke er egnede til råstofindvinding. Disse begrænsninger er her benævnt filtre og er nærmere beskrevet i afsnit 3. Ressourcemodelen indeholder bruttoopgørelse for de enkelte ressourcer, og hvor filterområderne overlapper ressourcerne, er størrelserne reduceret i omfang svarende til filter-arealets størrelse, hvorved nettoressourcestørrelsen fremkommer. I realiteten vil de praktiske nettotal være betydeligt mindre end de angives her, idet mange andre lokale forhold, udover de her nævnte, er bestemmende for, hvor der gives tilladelse til råstofindvinding.

Ressourceopgørelserne er undersøgt og om muligt beregnet for i alt 143 områder: Landområderne er opgjort på kommunebasis (98) og de marine forekomster er opgjort for 45 projektområder, der dækker alle danske farvande. Ressourceopgørelsen giver dermed et samlet overblik over de danske mineralske råstoffer. Ressourceopgørelsen er opgjort efter de tre sikkerhedsklasser med en grafisk præsentation af ressourcens samlede størrelse (bruttoopgørelse) og en opgørelse af ressourcen fratrukket de områder som a priori ikke kan indvindes (nettopgørelse), samt en oversigtstabel med angivelse af størrelserne af de enkelte råstofkvaliteter. Hvert af de marine områder består af en kortfattet beskrivelse af de geologiske forhold og af antallet af forekomster, og for alle områder er der udarbejdet en sammenfatning af ressourcerne fordelt på sikkerhedsklasserne. De geografiske udbredelser ses på et råstofkort for henholdsvis kommuner og marine projektområder.

Nettopgørelsens formål er først og fremmest at illustrere omfanget af materiale, der ikke kan forventes at kunne indvindes. Det bør understreges, at der ud fra konkrete vurderinger i de enkelte områder kan forekomme andre arealbegrænsninger. Opgørelserne for kom-

munerne samt de marine projektområder, og de tilhørende kort, giver dermed først og fremmest et bud på råstofsituationen ud fra en kortlægningsmæssig og ikke nødvendigvis en administrativ synsvinkel. De sandsynlige og påviste ressourcer udenfor graveområderne kan således være behæftet med en sagsbehandlingsmæssig historik, hvor man af andre hensyn har valgt ikke at udlægge arealet til gravning/råstofindvinding.

Denne rapport er den første totale ressourceopgørelse for de samlede danske mineralske råstoffer med angivelse af deres placering, størrelse og påvisningssikkerhed. Opgørelsen bygger på et stort og til dels uhomogent datamateriale, og der kan derfor forekomme unøjagtigheder i tolkningen af de enkelte ressourcer. Alligevel vurderes de overordnede konklusioner at være velfunderede, og håbet er, at opgørelsen vil blive brugt som redskab til at foretage langsigtede prioriteringer af, hvilke råstofområder der mest hensigtsmæssigt kan udvikles efter afvejning og hensyntagen til andre arealinteresser, transportafstande m.m. Desuden giver rapporten et billede af, hvor mere viden er nødvendig for at kunne optimere råstofudnyttelsen og bruge ressourcerne mere hensigtsmæssigt. For at sikre overskueligheden på de enkelte kortblade, vises kun udvalgte parametre, dog kan andre kombinationer af data inddrages, hvis der opstår behov for det.

Det bør endvidere understreges, at rapporten naturligvis kun giver et øjebliksbillede, og at der med fordel vil kunne foretages en opdatering i takt med at ny viden opnås, bl.a. gennem den regionale og statslige råstofkortlægning.

Denne rapport udgør første del af MiMa's planlagte undersøgelser af de danske mineralske råstoffer, som udgøres af tre dele. Nærværende rapport omhandler de mineralske ressourcers placering og mængder. Den næste del af råstofundersøgelsen omfatter en analyse af råstofproduktionen, mens sidste del vil indeholde en værdikædeanalyse af de danske råstofforbrugende brancher og råstofforbruget, som blandt andet vil give indblik i efterspørgsel og de danske råstoffers økonomiske betydning. Hele analysen af de mineralske råstoffer vil således give indsigt i, hvor godt Danmark er rustet til i fremtiden at kunne forsyne samfundet med mineralske råstoffer. MiMa's undersøgelse af de danske mineralske råstoffer kan derved bidrage med viden, som kan anvendes til langsigtede beslutninger om, hvordan vi mest hensigtsmæssigt bruger vores mineralske ressourcer.

2 Råstofgrupper og kvaliteter

Der er foretaget en estimering af de danske råstofressourcer fordelt på nedenstående fem råstofgrupper, som i forskellige kvaliteter benyttes af industri, byggeri og landbrug:

- Sand, grus og sten (Sand 0, Sand 1, Grus 2, Ral 3, Fyltsand 4, samt sand af Ukendt kvalitet)
- Granit og granitisk gnejs (skærver)
- Ler, herunder stenfrit ler til teglproduktion, anden teglværksler, plastisk (ekspanderende) ler og moler
- Kalk og kridt
- Salt

De enkelte råstofftyper, med undtagelse af salt, er yderligere opdelt i forskellige råstofkvaliteter, som afspejler kornstørrelse og sammensætningsmæssige forskelle mellem de enkelte kvaliteter, der gør råstofferne anvendelige henholdsvis uanvendelige til forskellige formål. Den største gruppe er sand, grus og sten der indvindes både på land og i de marine områder. For de øvrige råstoffer er der kun inddraget forekomster på land, da de tilsvarende marine forekomster har et tykt sedimentdække af dynd, sand eller grus, og derfor ikke er vurderet at have økonomisk interesse i de næste mange år. Nedenfor beskrives de enkelte råstoffer og råstofkvaliteter mere detaljeret.

2.1 Sand, grus og sten

Traditionelt er der afvigelser mellem den måde sand- og grusforekomsterne fra landområder og fra marine områder kvalitetssættes. Ligeledes er der forskel mellem klassifikationerne, der benyttes for ubehandlede råstoffer og for behandlede/sorterede grusprodukter. Nærværende rapport tilstræber at benytte samme klassifikation for både de landbaserede og de marine ressourcer, idet der tages udgangspunkt i de kvalitetsklasser, der benyttes til havs.

De enkelte råstofkvaliteter afspejler en vurdering af ressourcen baseret på ressourcens kornstørrelse og kornstørrelsesfordeling, samt vurderinger af materialets petrografiske sammensætning, fx indhold af reaktive, porøse og ustabile mineralkorn. Blandt disse kvalitetsparametre er kornstørrelsesfordeling den væsentligste parameter til bestemmelse af, hvorvidt et kortlagt område kan karakteriseres som en ressource. Undersøgelser af indhold af reaktive korn foretages kun for udvalgte forekomster af potentiel høj kvalitet, da mineral-sammensætningen til mange formål har mindre betydning. Prøvematerialet til kvalitetstestning udgøres primært af prøver indsamlet i grusgrave, fra skibslaster, prøvesandsugninger samt prøveråstofboringer.

En sikker kvalitetsvurdering kræver analyser af kornstørrelsesvariationerne i en given ressource, men for nogle kortlagte landområder foreligger disse data ikke. I disse tilfælde er der i stedet benyttet et overordnet estimat af kornstørrelsesfordelingen ud fra den forelig-

gende beskrivelse af prøverne. De enkelte råstofkvaliteter er defineret efter følgende kriterier for klassificeringen:

Sand 0 er en marin kvalitet, som normalt betragtes som uegnet som råstof, da sandet enten er for finkornet eller iblandet for meget silt, ler eller dynd. Sand 0 indgår ikke i indvindingsfirmaernes indrapporteringer, men er medtaget her for at kunne udpege undersøgte områder, hvor der ikke er fundet egnede råstoffer, og fordi denne kvalitet kan blive efterspurgt i fremtiden. Der er ikke foretaget opgørelse af Sand 0 på land. Sand 0 kan muligvis indgå som ressourcer i fremtiden til udvalgte formål.

Sand 1 (0–4 mm) er kvalitetssand, som kan benyttes til betonfremstilling eller andre høj-kvalitetsprodukter. Detaljerede undersøgelser af resourceområderne kan evt. efterfølgende vise, at sandet i en forekomst stedvist er for finkornet eller for enskornet, men aflejringstyperne og eksisterende data sandsynliggør, at der er tale om anvendeligt sand. For Sand 1 indregnes for de landbaserede sandforekomster de ressourcer, der ud fra analyseresultater, er vurderet at opfylde specifikationerne til betontilslag (såkaldte eksponeringsklasser M, A eller E²) samt forekomster af rent kvartssand.

Grus 2 (0–20 mm) er typisk sandede aflejringer med mindst 10 % grusindhold (> 2 mm). Sammensætningen af gruset er kun kendt i enkelte tilfælde, men glaciære grusaflejringer er generelt af dårligere kvalitet end kystaflejringer. For de landbaserede ressourcer henregnes tillige ressourcer, der er påvist egnet til stabilgrus som kvalitet Grus 2.

Ral 3 (6–300 mm) ressourcer skal indeholde minimum 15 % ral (6–300 mm). For de landbaserede ressourcer er Ral 3 defineret som aflejringer med mere end 15 % korn med en kornstørrelse større end 20 mm (dvs. stenfraktionen). Fossile strandvoldsdannelser er de mest almindelige til ralindvinding, men også proksimale smeltevandsaflejringer anvendes. Marine ralforekomster er ofte af bedre kvalitet end tilsvarende landforekomster, da porøs flint og svage klaster er borteroderet eller frasortet.

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). Hvis en Sand 1 forekomst ikke er egnet til betonformål, kan den klassificeres som Fyldsand 4. Denne opdeling betyder, at klassen både omfatter sandforekomster egnet til bundsikring, og sandforekomster der antagelig blot er egnet til fyldsand.

Ukendt kvalitet. Der findes desuden ressourcer, hvor der ikke er tilstrækkelig med information til at anvende ovenstående kvalitetsklasser. Denne gruppe er overvejende påvist ved geofysiske metoder anvendt i forbindelse med hydrogeologiske undersøgelser, men omfatter også udlagte råstofinteresseområder, hvor få relativt dårligt beskrevne eller modsigende borer har været til rådighed. Denne gruppe omfatter derved kun landområderne.

² Se beskrivelse af miljøklasser for dansk beton:

<http://www.danskbeton.dk/fabriksbetongruppen/teknik+og+design/valg+af+milj%C3%B8klasse>.

2.2 Granit

Råstofgruppen granit dækker i denne opgørelse granitiske bjergarter, som i Danmark findes som grundfjeld på Bornholm. Råstofgruppen omfatter forskellige granittyper og -kvaliteter og har mange forskellige anvendelsesmuligheder. Granit benyttes fx til fremstilling af bygningssten, brosten, gravsten, fliser m.m., men også til fremstilling af kvalitets-skærver til brug for asfalt og beton. De vigtigste bornholmske granittyper er: Rønne-granit, Vang-granit, Svaneke-granit, Hammer-granit og Almindings-granit. Granitterne adskiller sig fra hinanden i farve, kornstørrelse, mineralogi og modal sammensætning (mængdeforhold af de enkelte mineraler). I denne rapport behandles granitterne dog samlet som én råstofkvalitet.

Granitisk gnejs er en anden kvalitet, der er blevet udvundet fra Paradisbakke-migmatit, der er en overgangsbjergart mellem granit og gnejs. Udover de to nævnte typer findes der også gnejs på Bornholm, som stedvis kan indeholde mindre områder af granit. Denne råstofkvalitet er ikke blevet indvundet på Bornholm og anses ikke umiddelbart at have kommerciel interesse til produktion af skærver og indgår derfor ikke i nærværende undersøgelse.

2.3 Ler

Råstofgruppen ler dækker over en meget heterogen gruppe af forskellige lertyper, men i denne undersøgelse skelnes der kun mellem tre overordnede typer:

- Ler til teglproduktion
- Plastisk ler (ekspanderende ler) til specialprodukter
- Moler til specialprodukter

2.3.1 Ler til teglproduktion

Til vurdering af lerforekomsternes egnethed til teglproduktion benyttes primært kornstørrelsesfordeling og kalkindhold. Kornstørrelsesfordelingen er afgørende for, hvorvidt leret er egnet til forskellige teglprodukter, mens kalkindholdet er bestemmende for teglprodukternes farve (Ditlefsen 1989). Da data hovedsagelig omfatter undersøgelser af overfladenært, kalkfrit ler, er de kortlagte lerforekomster baseret på kornstørrelsesfordelingen opdelt i to overordnede kvaliteter, der begge er kalkfrie og dermed rødbrændende; Stenfrit ler til tegl og Anden ler til tegl. Derudover er mængderne af kalkholdigt (gulbrændende) ler opgjort tentativt.

Stenfrit ler til teglproduktion. Smeltevandsler, ishavsler og prækvartært marint ler (ekskl. plastisk ler). Disse lertyper har normalt en gunstig kornstørrelsesfordeling, der kan indgå i de fleste teglprodukter.

Anden ler til teglproduktion. Moræneler og lerforekomster af ukendt oprindelse. Moræneler har meget variabel kornstørrelsesfordeling og kan kun i nogle tilfælde indgå i teglprodukter. Ler af ukendt oprindelse er primært kortlagt i råstofgraveområder og -interesse-

områder, hvor det ud fra de eksisterende oplysninger, ikke har været muligt at vurdere, hvilken lertype der er tale om.

2.3.2 Plastisk ler

Plastisk ler, under tiden også betegnet ekspanderende ler, er knyttet til marine palæogene aflejringer. Plastisk ler har et meget højt indhold af smectitiske lerminerale. Dette bevirker, at de under optagelse af vand ekspanderer, hvilket gør dem velegnede til specialprodukter som fx borehulsforsegling, lossepladsmembraner og letklinker, bl.a. til isolerende byggematerialer.

2.3.3 Moler

Moler er en særlig forekomst af fossile kiselalger (såkaldte diatoméer) med et vist indhold af lerminerale. Moler findes i de nordvestlige Limfjordsegne omkring Fur og Mors og findes ingen andre steder i Nordeuropa. Sammen med moleret findes tynde askelag, der stammer fra vulkansk aktivitet. Moler benyttes til absorberende materiale (inkl. kattegrus), brandhæmmere og bindemiddel til dyrefoder m.m.

2.4 Kalk og kridt

Kalk- og kridtforekomsterne i Danmark består overvejende af biogent dannet calciumkarbonat (CaCO_3). I denne opgørelse er kalkbjergarterne opdelt i kridt (skrivekridt) og kalk (Danienkalk). Det skyldes, at skrivekridt er en finkornet (slammet) kalkbjergart med relativt lavt flintindhold og varierende lerindhold, mens Danienkalk varierer i kornstørrelse fra slamkalk over kalksiltskalk til kalksandskalk med et højere flintindhold end skrivekridt. Koralkalk er også en Danienkalk, men er, i modsætning til det øvrige Danienkalk, kendetegnet ved at være en meget ren kalktype.

2.5 Salt

Forekomster af salt, også kaldet stensalt, består primært af mineralet halit (NaCl) og findes i store volumener i den danske undergrund. Saltet stammer fra marine aflejringer fra Perm-tiden. Vægten af overliggende 4–5 km mægtige lag af sand og kalk har lokalt presset det plastiske og lettere salt op som diapirer i de overliggende sedimentter. Saltet findes derfor flere steder som relativt overfladenære ressourcer.

Industriell indvinding af salt finder kun sted fra Hvornum-saltdiapiren ved Mariager Fjord, hvor vand ledes ned gennem borehuller og opløser salt, hvorefter det saltmættede vand ledes op til overfladen og inddampes. På Læsø indvindes der en lille smule salt fra saltholdigt grundvand i de flade strandplaner på den sydlige side af øen; denne type er ikke omfattet af denne undersøgelse.

3 Metode

Denne opgørelse af råstofressourcerne er udarbejdet på baggrund af eksisterende data til rådighed for GEUS primo oktober 2014. En stor mængde nye geofysiske data, indsamlet i forbindelse med den nationale grundvandskortlægning, er inddraget i opgørelsen. Ressourceopgørelserne er baseret på en systematisk gennemgang af geologiske og geofysiske data fra både land- og marine områder og er foretaget på baggrund af kortlægning af i alt 143 områder – heraf 98 kommuner og 45 marine projektområder, som er præsenteret i bilagsdelen til denne rapport. På baggrund af kortlægningen er ressourcemængder beregnet for de enkelte råstofgrupper og -klasser. Datagrundlaget benyttet i denne analyse er inhomogent, og ressourcerne er derfor opgjort efter vidensniveau, der afspejler det stærkt varierende datagrundlag (nærmere beskrevet i afsnit 3.1). Påvirkningen fra en række konkurrerende arealinteresser til råstofindvinding er også medtaget i analysen og er nærmere beskrevet i afsnit 3.2.

Ressourceopgørelserne inkluderer volumen i niveauet ned til 25 m under terræn på land eller fra havbund. Ved vurdering af de landbaserede forekomster tages der ikke højde for grundvandsspejlets beliggenhed, og ressourcer både over og under grundvandsspejlet medtages derfor. Derimod medtages ressourcer på land, der er dækket af mere end 5 m overjord, som udgangspunkt ikke i analysen, da disse for de fleste steder er vurderet som værende ikke-økonomiske. Dette er gjort for at opnå en ensartet metodik velvidende, at der i nogle delområder, fx ved Roskilde og på Fyn, faktisk fjernes mere overjord for at nå ressourcerne. For de marine områder er dyndet overjord med en mægtighed på 2 m betragtet som ressourcebegrænsning, idet indvinding af materiale vil indeholde meget finstof, og spildet fra indvinding vil overstige den fastsatte accepterede grænse på 5 % væsentligt. Disse er dog behandlet særskilt som filter, se afsnit 3.2.

3.1 Ressourceklassificering i forhold til vidensniveau

Ressourcerne er klassificeret på baggrund af, hvor sikkert de er bestemt og er inddelt i klasserne påviste, sandsynlige og spekulative ressourcer (Larsen 1994):

Påviste ressourcer er karakteriseret ved, at datagrundlaget er tilstrækkeligt til at give en vurdering af volumen og kornstørrelse og i visse tilfælde ligeledes af materialekvalitet; ressourceberegningerne er angivet med en usikkerhed på ca. 20 %. For de marine områder svarer undersøgelsesniveauet til Naturstyrelsens Fase 1b-undersøgelse. Det er muligt at kvalificere og kvantificere hvad og hvor meget, der kan produceres af de givne kvaliteter. For de landbaserede råstoffer anses forekomster i råstofgraveområder i udgangspunktet som påviste. Udenfor graveområderne er sikkerheden, hvormed en ressource er kortlagt, vurderet ud fra de anvendte metoder og den datatæthed, der er tilgængelig. Hvor der er foretaget både fladedækkende geofysisk opmåling og tætliggende borer eller prøvegravninger anses ressourcen som påvist.

Sandsynlige ressourcer er, for råstoffer på det marine område, karakteriseret ved, at afgrænsning og volumen er rimeligt velbestemt på basis af få seismiske linjer og prøvetag-

ninger med tilhørende kornstørrelsesanalyser. På land er ressourcer identificeret med fladedækkende geofysik, suppleret med et mindre antal borer, klassificeret som sandsynlige. Dette er også tilfældet i områder med mange borer eller prøvegravninger, men ingen fladedækkende geofysik.

Spekulative ressourcer er til havs tolket fra seismiske målinger, og hvis sammensætning i det væsentlige er formodet ud fra en geologisk model. Landbaserede råstoffer, der alene er identificeret med geofysik, anses ligeledes for at være spekulative. Dette gælder også råstoffer, der alene er vurderet ud fra få eller modsigende borer. Dette har medført, at resourcesikkerheden i en række råstofinteresseområder på det foreliggende grundlag er vurderet at være spekulativ.

3.2 Identifikation af arealer hvor råstofindvinding ikke kan forventes mulig

Opgørelserne af råstofressourcerne i nærværende rapport er alene vurderet på grundlag af geologiske informationer og data og angiver, hvad der potentielt er mulighed for at indvinde i de undersøgte områder. De reelt til rådighed stående råstofressourcer er dog betydeligt mindre, da en lang række andre forhold bevirker, at intet eller kun en del af ressourcen kan indvindes. Dette skyldes, at der dels kan være fysiske begrænsninger, som dybdeforhold og overjords/dynd mægtighedsbegrænsninger, og dels kan der være lovgivningsmæssige og administrative begrænsninger, samt andre arealinteresser med højere prioritet.

Begrænsningerne er til dels forskellige for råstofindvinding i de marine områder og på land. Ved beregningerne af ressourcernes volumen er der anført en nedre dybdebegrænsning på 25 m under terræn/havoverflade; denne begrænsning er en modelforudsætning og opfattes derfor ikke som et filter.

En række begrænsninger giver a priori ingen eller begrænset mulighed for råstofindvinding, fx Natura 2000-områder, strandbeskyttelseslinjer, sammenhængende befæstede arealer, fredede arealer og for de marine ressourcer gælder desuden områder indenfor 6 m dybdekurven og dyndområder. I nærværende analyse er disse begrænsninger for råstofindvindingen for både marine og for de landbaserede råstoffer indarbejdet i opgørelserne. I det omfang der er overlap mellem råstof-filtrenes beliggenhed er denne fællesmængde fratrukket i opgørelsen af ressourcen.

Vi er opmærksomme på, at interesser, der kan være i konflikt med råstofindvinding, ofte kan imødekommes uden at indvinding må opgives. En fyldestgørende vurdering indenfor den enkelte forekomst kræver en nærmere analyse af de lokale forhold, hvilket ikke ligger indenfor rammerne af nærværende landsdækkende opgørelse.

Denne rapport anvender følgende filtre, indenfor hvilke det ikke umiddelbart skønnes muligt at indvinde råstoffer:

- **Sammenhængende befæstede arealer** (filter 1) omfatter byzoner og landsbyzoner, hvor råstofindvinding ikke eller kun meget vanskeligt kan lade sig gøre. Endvidere indgår hovedveje og motorveje m.m.
- **Natura 2000-områder** (filter 2 for landområder, filter 3 for marine områder) er betegnelsen for et netværk af beskyttede naturområder i EU, som dækker både arealer til lands og til havs. Natura 2000-områderne dækker ca. 18 % af det danske hav og ca. 8 % af det danske landareal og opdeles i fuglebeskyttelsesområder, habitat-områder og ramsarområder. Områderne skal bevare og beskytte naturtyper og vilde dyre- og plantearter, som er sjældne, truede eller karakteristiske for EU-landene³. Heraf følger, at det under normale omstændigheder ikke er muligt at opnå tilladelse til at indvinde råstoffer indenfor Natura 2000-områder, men at dispensation kan gives i særlige tilfælde. Ud over Natura 2000-områderne er der i dette filter medtaget en 300 m bred strandbeskyttelseslinje.
- **Fredede arealer** (filter 3) omfatter fredede naturarealer, statsfredede arealer og kirkefredede arealer. Ligeledes dækker filteret fund af fortidsminder. I det marine miljø findes der fredede vrage og andre kulturgenstande på havbunden, der som udgangspunkt er beskyttet. Der er defineret en zone på 75 til 100 m omkring sådanne objekter, hvor der ikke må indvindes råstoffer. I forbindelse med ansøgning om tilladelse til indvinding af råstoffer foretages der en marinarkæologisk screening af de arealer, der ønskes indvundet. Arealer, der ønskes beskyttet, bliver herefter taget ud af indvindingsstilladelsen, eller der fastsættes nogle dybdemæssige begrænsninger for indvindingen, fx hvis det er stenalderboplads eller lignende, der ligger begravet under ressourcerne. Det er op til en konkret vurdering, om der fastsættes restriktioner på indvindingen i et område.
- **Minimumsdybde 6 m.** (filter 1) For at forhindre unødigt erosion i kystzoner har man lovmæssigt valgt, at det ikke er tilladt at indvinde marine råstoffer på vanddybder mindre end 6 m, hvilket betyder, at en række kystnære ressourceområder bliver stærkt begrænset.
- **Dynd** (filter 2) eller anden overjord er en naturlig begrænsning, idet ressourcearealer dækket af dynd med en mægtighed på mere end 2 m normalt ikke er økonomisk interessant eller praktisk muligt at indvinde, hvis de nuværende regler skal overholdes. Dyndaflejring findes typisk på steder med dybere vand eller i beskyttede områder med begrænset bølge- og strømenergi. Desuden kan dynd aflejres i områder med kanaler udfyldt med grovere aflejringer (potentielle ressourcer).

Beskæring af arealerne er foretaget successivt, således at mængder indenfor filter 1 først er fratrukket ressourcen. Herefter er mængderne indenfor filter 2 fratrukket og endelig er mængderne indenfor filter 3 fratrukket, se tabel 3.1.

Opgørelserne af ressourcemængderne for de enkelte kommuner og projektområder viser betydningen af de valgte filtre. Effekten af denne filtrering fremgår af opgørelserne på projektområde- eller kommuneniveau, se bilag A-G. Man kan således observere den progressive effekt af begrænsningerne, fra ingen restriktioner (brutto-tal) til alle væsentlige begrænsninger (netto-tal). De anvendte filtre har først og fremmest til formål overordnet at illustrere mængderne, der kan forventes ikke at kunne indvindes. Det bør understreges at der ud fra konkrete vurderinger i de enkelte områder kan forekomme andre arealbegræns-

³ Nærmere beskrivelse af Natura 2000-områder findes her: www.naturstyrelsen.dk/Naturbeskyttelse/Natura2000

ninger. Kommuneopgørelserne og de tilhørende kort giver derved først og fremmest et bud på råstofsituationen ud fra en kortlægningsmæssig og ikke nødvendigvis en administrativ synsvinkel. De sandsynlige og påviste forekomster udenfor graveområderne kan således være behæftet med en sagsbehandlingsmæssig historik, hvor man af andre hensyn har fravalgt at udlægge arealet til gravning.

Tablet 3.1. GIS-temaer benyttet til at fratække råstofvoluminer indenfor arealer med andre overordnede arealinteresser. Der er i beskæringen set bort fra arealer mindre end 0,01 km².

Areal / filtertema	Datagrundlag
Sammenhængende befæstede arealer (filter 1 land)	AIS* byzoner + AIS landsbyzoner + anden befæstet arealanvendelse (AIS basis tema kode 1100–1222) > 0,01 km ² . Mindre veje indgår ikke.
Natura 2000-områder og kystzone (filter 2 land, filter 3 hav)	Natura 2000-områder fra Miljøstyrelsen samt 300 m strandbeskyttelseslinje (fra alm. kystlinje tema).
Fredede arealer (filter 3 land)	Arealer > 0,01 km ² i tema fra Kulturstyrelsen.
6 m dybdekurven (filter 1 hav)	6 m dybdekurven fra Farvandsvæsenets bathymetriske kortlægning.
Marine dynd-områder (filter 2 hav)	Arealer med et dynddække på over 2 m.

*Miljøministeriets Areal Informations System: AIS

4 Datagrundlag og -behandling

Datagrundlaget for de marine råstoffer er primært baseret på råstofrapporter udarbejdet af Naturstyrelsen (De Blå Havbundsrapporter), rapporter udarbejdet af GEUS for Naturstyrelsen, samt rapporter der er indberettet til GEUS i henhold til [Råstofloven](#). Endvidere er der anvendt boredata og geofysiske data indberettet til GEUS, ligesom indvindingsdata i form af skibslaster af indvundne råstoffer, der er indberettet til Naturstyrelsen, også er stillet til rådighed for GEUS.

Datagrundlaget for de landbaserede råstoffer er primært baseret på råstofrapporter indberettet til GEUS i henhold til [Råstofloven](#), samt gældende råstofplaner udarbejdet af regionerne. I et vist omfang er der ligeledes indsamlet supplerende råstofrapporter fra regionerne. Endvidere er der benyttet boredata og geofysiske data indberettet til GEUS.

4.1 Datagrundlag for de marine områder

Indtil 1991 var Naturstyrelsen ansvarlig for indsamling af data, kortlægning og udarbejdelse af råstofrapporter for det danske havområde. Resultaterne blev udgivet i en serie der blev kaldt 'De Blå Havbundsrapporter. Råstofkortlægningen overgik i 1991 til det daværende Danmarks Geologiske Undersøgelser (DGU), nu GEUS, der siden har udgivet rapporter over råstofressourcer. I forbindelse med revisionen af råstofloven for det marine område blev det pålagt råstofselskaberne med efterforskningsstilladelse at foretage en ressourcemæssig kortlægning og en miljømæssig screening af indvindingsområderne, før en tilladelse til indvinding i et konkret område blev givet. Rapporter herfra indgår i ressourceopgørelserne. Siden 2010 er der i regi af Naturstyrelsen gennemført større udbud af Råstofkortlægningen, hvilket har medført at store arealer, specielt i Nordsøen, er blevet undersøgt; dels ved en Fase 1 regional råstofefterforskning, dels ved en Fase 2 efterforskning. Rapporter fra disse undersøgelser indgår ligeledes i ressourceopgørelserne. Endelig har GEUS for Naturstyrelsen i samme periode sammenstillet eksisterende data og viden for hovedparten af de arealer, der ligger i de indre danske farvande og Østersøen. Rapporterne fra dette arbejde indgår ligeledes i råstofopgørelserne.

Indvindingsindustrien har siden 1990 systematisk indberettet informationer om indvindingsvolumener, positioner for indvinding, samt tidspunkt og angivelse af kvaliteten for indvindingen. Disse data er benyttet i ressourcevurderingen, da man via positionerne kan se hvilke ressourceområder, der indvindes fra, hvilken kvalitet der er indvundet og hvilke mængder, der er tale om.

Boredata og geofysiske data, der er anvendt ved de ovennævnte kortlægninger, er tilgængelige via GEUS' databaser hhv. Jupiter (boredata) og Marta (geofysiske data):

www.geus.dk/DK/data-maps/jupiter/Sider/default.aspx

http://data.geus.dk/geusmapmore/marta/guide_marta.html

I denne rapport er ressourcemængderne vurderet for samtlige ressourceområder, men volumenstørrelser er kun angivet, hvor nyere seismiske data og/eller prøvetagningsdata

har været til rådighed. I de tilfælde hvor der ikke eksisterer nyere kortlægning, er ressourcebeskrivelserne i De Blå Havbundsrapporter benyttet, såfremt en resources gennemsnitstykkelser er angivet. I enkelte tilfælde er der ligeledes angivet resourcevolumener i rapporterne, disse er ligeledes benyttet.

Ressourcevolumenet er endvidere vurderet på basis af indvindingsdata og arealet af resourceområderne sammenholdt med en minimums gennemsnitstykkelser. Det bør bemærkes, at volumenberegningerne angiver mængden af bruttoresource i resourceområderne, dvs. at for sands vedkommende angiver ressourcemængden ca. den mængde, der kan indvindes, mens det for grus og ral gælder, at kun typisk omkring 20 % af ressourcen består af grus eller ral, mens resten består af andre kornstørrelser, hovedsageligt sand.

4.2 Datagrundlag for landområder

Administration af råstofloven, inklusive råstofkortlægning på land efter mængde, kvalitet og beliggenhed, var frem til 2007 underlagt amterne i medfør af råstofloven fra 1977. I begyndelsen af 1980'erne blev der foretaget en såkaldt Fase 1-kortlægning af de enkelte amters råstoffressourcer ud fra eksisterende oplysninger. Kortlægningen byggede primært på boringsdata og jordartskort fra DGU samt på eksisterende oplysninger fra de enkelte råstofgrave. Kortlægningen resulterede i Fase 1-kort for de enkelte råstofftyper, som viste områder med sandsynlige og spekulative forekomster. Disse kort dannede i de efterfølgende år grundlag for planlægning og videre kortlægning af forekomsterne på land (Hansen, Ed. 1981), og Fase 2-kortlægningen har resulteret i en lang række rapporter over de enkelte kortlagte forekomster med angivelse af beliggenhed, mængde, kvalitet og dæklagsforhold. (fx Jacobsen 1985). I nogle tilfælde er Fase 2-kortlægning udført i etaper, hvor 'Fase 1½' ofte bestod af en indledende geofysisk kortlægning.

Amternes kortlægningsrapporter blev i overvejende grad fremsendt til DGU/GEUS, hvor der blev opbygget et papirbaseret råstofarkiv. I forbindelse med kommunalreformen udviklede GEUS en fælles offentlig [rapportdatabase](#) til lagring af amternes grundvandsrelaterede rapporter. En del af amternes egne råstofrapporter blev ligeledes lagret her. Med henblik på at gøre samlingen af råstofrapporter så komplet som muligt og stille den til offentlig rådighed besluttede GEUS supplerende at scanne og geokode de råstofrapporter, der gennem tiden var indberettet. Rapportdatabasen indeholder herved i dag en (om end ikke komplet så) ganske omfattende samling af Fase 2-rapporter fra hele landet, se tabel 4.1.

Tabel 4.1. Råstofrapporter i rapportdatabasen opdelt efter råstofftype.

Råstofftype	Antal rapporter
Sand, grus og sten (inklusive kvartssand)	311
Ler til teglproduktion	25
Plastisk ler	8
Moler	6
Kalk og kridt	2

I 2007 overgik opgaverne med kortlægning og planlægning af råstofindvinding til Danske Regioner, og de seneste 4–5 år har der været en øget kortlægningsaktivitet hos regioner-

ne. Da ikke alle regioner på nuværende tidspunkt indberetter til GEUS, har det været nødvendigt at kontakte nogle regioner med henblik på at tilvejebringe kopier af deres seneste kortlægningsrapporter. I tillæg til regionernes kortlægningsrapporter er gældende råstofplaner anvendt til at estimere ressourcemængderne i de enkelte graveområder.

I denne opgørelse er data for de landbaserede råstoffer i udgangspunkt analyseret og opgjort på kommuneniveau (se bilag B-G, dog ikke bilag D der er opgørelser af ler for udvalgte områder). Råstofgruppen salt, der kun findes spredt i landet, er dog opgjort samlet for hele landet, mens granit og granitisk gnejs, som kun findes på Bornholm, kun er opgjort for Bornholms Regionskommune.

4.2.1 Datagrundlaget for sand, grus og sten

Datagrundlaget for sand, grus og sten bygger primært på de i forrige afsnit beskrevne råstofrapporter. Desuden er der til en screening af arealer med mulige sand og grusforekomster inddraget geofysiske data indberettet til GEUS; disse data ligger i GERDA. GERDA (Geofysisk Relationel Database) er den nationale geofysikdatabase, der bl.a. indeholder de geofysiske data, der er blevet indsamlet i forbindelse med en national grundvandskortlægning. De hyppigst indsamlede data omfatter såkaldt "slæbegeoelektrik" (PACES), der er en elektrisk metode med fokus på de øverste 25 m; Multi Elektrode Profilerings (MEP), der også er en elektrisk metode, dog med fokus indenfor de øverste 50 m og Transient Elektromagnetiske Sonderinger (TEM). Metoderne er yderligere beskrevet her: <http://gfs.au.dk/>. Figur 4.1 viser en oversigt over de nuværende data i GERDA fordelt efter geofysisk metode.

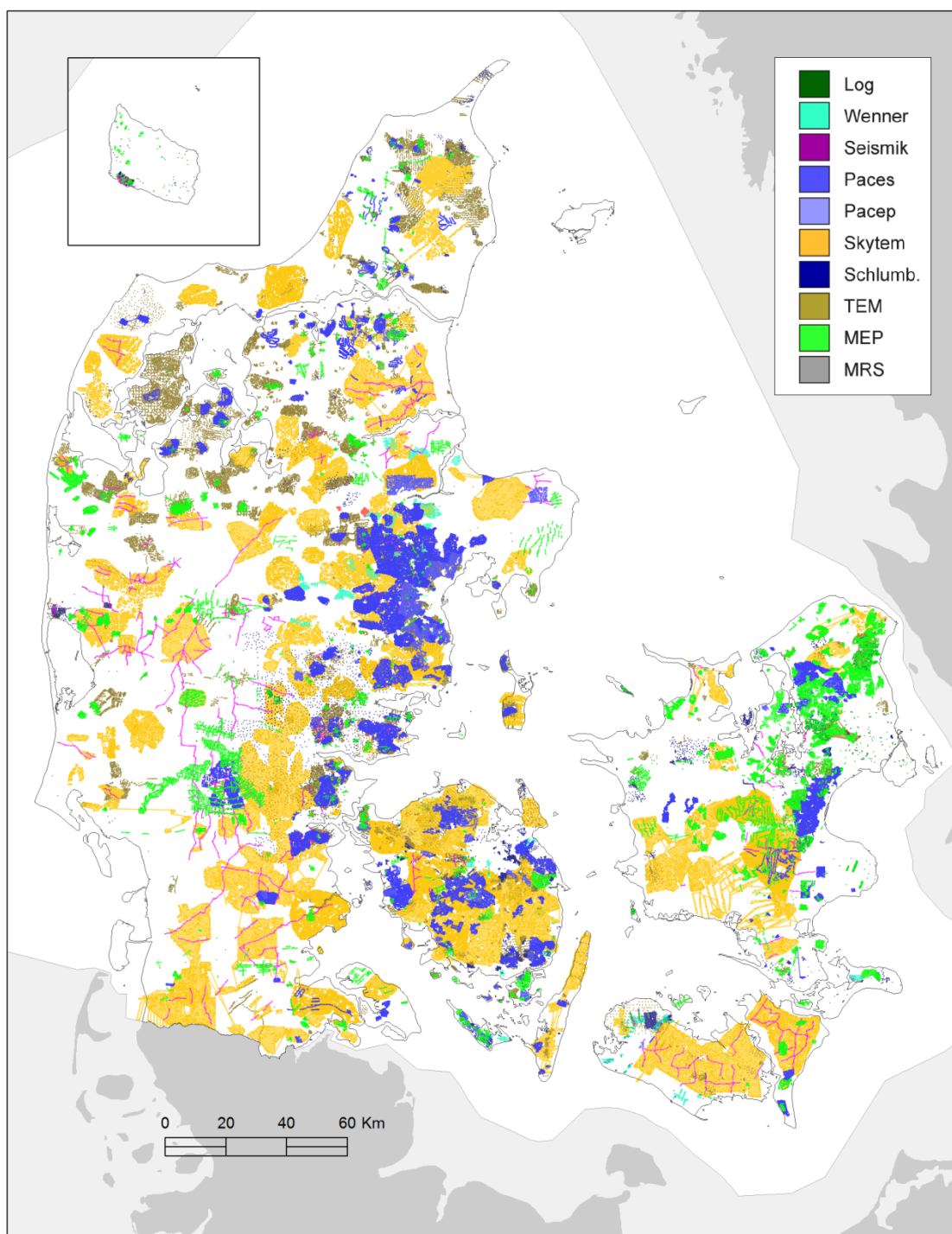
4.2.2 Datagrundlag for granit

Der er ikke foretaget egentlig råstofkortlægning efter granit og granitisk gnejs til skræver. I nærværende rapport er det præ-kvartære geologiske kort over Bornholm (Berthelsen 1989) anvendt til at vurdere den geografiske udbredelse af granit og granitisk gnejs på Bornholm. Desuden er boredata fra Jupiter inddraget for at vurdere mægtigheder af overjord.

4.2.3 Datagrundlag for ler

Opgørelsen af de forskellige lertyper bygger på de tilgængelige kortlægningsrapporter og på oplysninger fra det geologiske jordartskort. Antallet af publicerede kortlægninger efter ler er relativt begrænset (tabel 4.1). Dette skyldes dels en væsentlig mindre efterspørgsel efter ler, dels at produktionen mange steder foregår fra relativt velkendte lokale forekomster.

Hovedparten af kortlægningerne efter ler til teglproduktion har været rettet mod overfladenære kalkfrie forekomster til rødbrændende tegl, mens kortlægning af kalkholdige (gulbrændende) forekomster er meget begrænset. Foruden data i rapporter er der i nærværende opgørelse benyttet oplysninger om overfladenære lerforekomster fra det geologiske jordartskort. Derimod er der ikke benyttet geofysiske data til screening efter lerforekomster, se afsnit 4.6.1.



Figur 4.1. Oversigt over data og datatyper i den nationale geofysiske database GERDA. PACES (kaldet slæbegeoelektrik) er en elektrisk metode med fokus på de øverste 25 m. MEP (Multi Elektrode Profilering) er ligeledes en elektrisk metode med fokus indenfor de øverste 50 m og Sky-TEM er en luftbåren elektromagnetisk metode med stor indtrængningsdybde, men som også giver informationer om de øverste 25 m. Se <http://gfs.au.dk/> for en nærmere beskrivelse af metoderne. Kortet viser, at der er udført meget kortlægning med PACES i Østjylland og på Fyns samt til dels i Nordjylland; på Sjælland og i dele af Vestjylland er meget kortlægning udført med MEP.

Ved ressourceopgørelsen for plastisk ler er et mindre antal rapporter fra amter og regioner anvendt. Desuden er der anvendt boredata fra Jupiter og data fra de digitale jordartskort over Danmark i 1:25 000.

Denne opgørelse for moler-ressourcer tager udgangspunkt i oplysninger i Regionplanen for Viborg Amt (2005) kombineret med seneste estimat af restressourcerne foretaget af GEUS, branchen og regionerne.

4.2.4 Datagrundlag for kalk og kridt

Ressourceopgørelsen for kalk og kridt er baseret på et begrænset antal rapporter fra amter og regioner. Desuden er der anvendt boredata fra Jupiter, hvor der er lavet søgninger efter kalk, og data fra de digitale jordartskort over Danmark 1:25 000, som viser hvor kalken findes i overfladen.

4.2.5 Datagrundlag for salt

Der er ikke foretaget egentlig råstofkortlægning efter salt, men saltdomernes indre struktur og mineralogiske sammensætning er undersøgt under Energiministeriets "Energiforskningsprogram 81". Desuden er Top Zechstein-kortet (Britze og Japsen 1991) anvendt.

Oplysninger om Hvornum Saltdiapiren, og indvindingsdata herfra, stammer fra producenten Akzo Nobel www.akzonobel.com/mariager/.

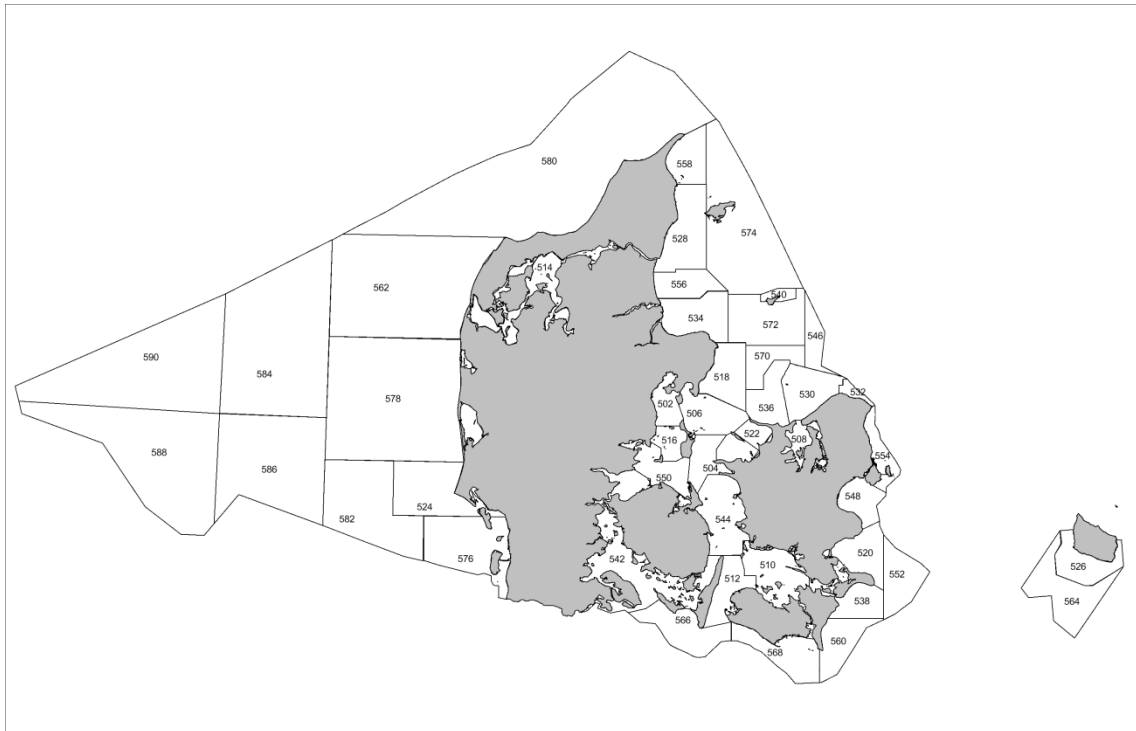
4.3 Databehandling for sand, grus og sten – marine ressourcer

Det marine område er i dag inddelt i 45 projektområder, se figur 4.2. Ressourcerne for disse projektområder er i nærværende rapport kortlagt, dog er der kun opgjort ressourcer i 41 af områderne.

For hvert projektområde er der opstillet en tabel med de potentielle tilgængelige ressourceområder. Tabellen viser ligeledes, hvordan de enkelte ressourcebegrænsninger/filtre nedbringer de potentielle ressourcemuligheder. Tabeldataene er desuden præsenteret i figurer, der illustrerer ressourcestørrelserne for henholdsvis brutto- og nettoressourcerne. Kort, tabeller og figurer for de enkelte marine projektområder kan ses i bilag A.

4.4 Databehandling for sand, grus og sten – landressourcer

Ressourceopgørelser for sand, grus og sten på land er opgjort for 78 ud af de 98 danske kommuner og er samlet i bilag B. I de resterende 20 kommuner er råstofpotentialet ikke vurderet, da det typisk er fuldt udbyggede kommuner.



Figur 4.2. Råstofrapporter i rapportdatabasen opdelt efter råstoftype. Numrene angiver de såkaldte 'projektområder'.

Ved opgørelsen på land er de anvendte datakilder benyttet i følgende prioriterede rækkefølge:

- Regionernes opgørelse af restressourcer (og om muligt af kvalitet) i de enkelte graveområder
- Fase 2-kortlagte ressourcer udenfor graveområderne
- Skønnede mængder i ikke kortlagte interesseområder
- Skønnede mængder i øvrige områder, primært opgjort ud fra geofysik

4.4.1 Opgørelser indenfor graveområder

Som led i råstofplanlægningen opgør regionerne de resterende ressourcer i de udlagte graveområder. Fire regioner publicerer ressourcestatus i de enkelte graveområder, mens Bornholms Regionskommune og Region Nordjylland angiver summerede mængder på kommuneniveau. Region Midtjylland angiver endvidere en råstofreserve svarende til den mængde, der skønnes at være tilbage i de dele af et graveområde, hvor der på nuværende tidspunkt er givet tilladelse til indvinding.

I opgørelserne for Region Hovedstaden og Region Nordjylland er ressourcerne opdelt efter egnethed til bestemte produktklasser (stabilgrus, betonsand, bundsikringsgrus etc.). Anvendelsesmulighederne og/eller kvaliteten fremgår ikke direkte af de øvrige regioners opgørelser.

De angivne restmængder i opgørelserne er for fire regionerne tilknyttet de enkelte graveområder vha. GIS-tema hentet fra Danmarks Miljøportal. Region Nordjylland og på Bornholm har man derimod alene offentliggjort restmængderne på kommunebasis.

I nærværende rapport benyttes seneste publicerede opgørelser fra de enkelte regioner og Bornholms Regionskommune, se tabel 4.2.

Tabel 4.2. Seneste publicerede opgørelse af rest-ressourcer fra regionerne og Bornholms Regionskommune.

Region	Link til rapport	Interaktiv kort
Region Nordjylland	Oplæg til debat om Råstofplan 2016	Råstofgraveområder
Region Midtjylland	Råstofplan 2012	Råstofgraveområder
Region Syddanmark	Råstofplan 2012	
Region Sjælland	Råstofplan 2012	
Region Hovedstaden	Råstofplan 2012	
Bornholms Regionkommune	Råstofplan 2012	

4.4.2 Fase 2-kortlægning udenfor graveområderne

Samtlige tilgængelige Fase 2-rapporter er gennemgået. I gennemgangen er der taget udgangspunkt i det samlede geokodede kortlægningsareal i rapportdatabasen.

Så vidt muligt er disse kortlægningsområder inddelt i delområder, hvor der er gjort fund, og i delområder hvor der specifikt ikke er gjort fund. Kortlagte forekomster indenfor eksisterende graveområder, eller indenfor områder der skønnes, at være udgravet efter kortlægningen blev foretaget, er fratrukket opgørelsen i Fase 2-rapporten.

Vurderingen af om et areal udenfor de eksisterende råstofgraveområder er udgravet bygger primært på områdets fremtræden på satellitfoto i Google Earth (primært fra 2011–2012), idet det, indenfor denne undersøgelses rammer, ikke har været muligt at indhente yderligere oplysninger om lokale forhold. Det betyder, at der er en vis usikkerhed knyttet til disse vurderinger.

For de kortlagte forekomster udenfor graveområderne er oplysninger om mængde og kvalitet samt overjordsmægtighed overført til GIS.

4.4.3 Råstofinteresseområder

Regionerne har i forskelligt omfang udlagt råstofinteresseområder. I råstofplanerne foreligger der ikke oplysninger om mængder eller kvaliteter af materialerne i interesseområderne.

Hvor der er foretaget Fase 2-kortlægning i et interesseområde, er resultaterne fra kortlægningen benyttet i nærværende analyse. Hvor der ikke foreligger kortlægningsresultater, er der foretaget et skøn af mængden af råstoffer og om muligt kvaliteten af materialerne. Til sådanne skøn er overvejende benyttet lokale boredata fra Jupiter, samt information fra

geologiske jordartskort. Mængderne er skønnet ud fra den gennemsnitlige mægtighed af sand og gruslag (med mindre end 5 m overjord) multipliceret med halvdelen af interesseområdets areal for at sikre et konservativt estimat. Ressourcesikkerheden for disse forekomster anses for at være spekulativ, jf. afsnit 3.1, undtaget er dog interesseområder beliggende på hedeslette-arealer, som ligger i nærheden af eksisterende graveområder, og/eller hvor der er mange borer. Disse forekomster anses for at være sandsynlige, da sandforekomsterne her antages at være sammenhængende.

For en stor del af de spekulative forekomster er der ikke tilstrækkelig data til at vurdere ressourcens kvalitet. Da de anslåede mængder af spekulative ressourcer med Ukendt kvalitet vurderes at være meget usikre, er de ikke medtaget i opgørelserne på kommuneniveau, men er alene tentativt opgjort på landsplan og på regionsniveau. Områdernes beliggenhed er dog vist på kommune kortene i bilag B.

4.4.4 Øvrige områder

I de øvrige områder er der benyttet fladedækkende geofysiske data fra den nationale grundvandskortlægning til en første screening efter nye forekomster, idet det vurderes, at oplysningerne fra Fase 1-kortene efterhånden er forældede til dette formål, og da det ikke ligger inden for rammerne af denne rapports opgørelse at inddrage nye enkeltstående borer.

Anvendelsen af de geofysiske data bygger på erfaringer om, at sand og grus som regel vil have en høj elektrisk modstand (resistivitet), der afviger fra de omgivende aflejrings elektriske modstand.

Der er for områder kortlagt ud fra geofysik foretaget en råstofscreening på baggrund af fladedækkende målinger foretaget med metoderne PACES, MEP og Sky-TEM. Data er udtrykt i en prioriteret rækkefølge, således at PACES- og MEP-data har fortrin i forhold til Sky-TEM data. Derved prioriteres de data, der bedst beskriver fordelingen af elektriske modstande i de øverste 25 m⁴. Herefter er der udarbejdet kort (grids) over modstandsfordelingen i 5 m intervaller indenfor de øverste 25 m. Områder (gridceller) med elektrisk modstand større end 100 ohmm antages ud fra erfaringer overvejende at bestå af sand og/eller grus. Områder med højtliggende kalk er dog blevet fratrukket. Fremgangsmåden ved beregning af volumener af de potentielle råstoflegemer ud fra geofysik fremgår af tabel 4.3.

Efter ovenstående gennemgang af modstanden i de enkelte dybdeintervaller adderes de beregnede volumener. De herved fundne råstofvolumener anses for at være spekulative (og af Ukendt kvalitet), og på grund af den relativt store usikkerhed der er knyttet til mængdeberegningerne, er de ikke medtaget i opgørelserne på kommuneniveau, men er alene skønnet på landsplan og på regionsniveau. Områdernes beliggenhed er dog vist på kom-

⁴ Nogle Sky-TEM data fra bestemte perioder har en særlig stor usikkerhed knyttet til de øverste 10–15 m. De fleste af disse data vurderes dog at være genberegnet på et senere tidspunkt eller udeladt til fordel for andre datatyper (PACES og MEP). Samlet vil der dog ved en senere lejlighed kunne laves et mere forfinet udtræk af geofysik til råstofscreening, hvor bestemt Sky-TEM data udelades.

munekortene i bilag B som en indikation af, hvor det kan være relevant at udføres supplerende råstofkortlægning.

Tabel 4.3. *Oversigt over fremgangsmåden ved beregning af det samlede potentielle råstofvolumen i et område kortlagt med geofysik. Fremgangsmåder tillader at der i de øverste 5 m kan være lav elektrisk modstand svarende til leret overjord.*

Dybdeinterval (m)	Gridceller med elektrisk modstand < 100 ohmm	Gridceller med elektrisk modstand > 100 ohmm
0–5	Ingen volumen beregnes	Volumen beregnes
5–10	Ikke yderligere beregning i dybden	Volumen beregnes
10–15	Ikke yderligere beregning i dybden	Volumen beregnes
15–20	Ikke yderligere beregning i dybden	Volumen beregnes
20–25	Ikke yderligere beregning i dybden	Volumen beregnes

4.4.5 Angivelse af kvalitet

Forekomsterne af sand, grus og sten er, hvor det har været muligt, opgjort efter kvalitet, som beskrevet i afsnit 2.1. Kvalitetsklasserne stammer som nævnt fra den marine råstofkortlægning, hvilket primært er gjort for at gøre opgørelserne på land og til havs sammenlignelige. Klasserne har endvidere den fordel, at de opfylder krav til råstoffets sammensætning, og ikke til de færdige sand- og grusprodukter, som det ellers er gjort i Fase 2-rapporterne. Opgørelser af kvalitet har krævet en vurdering af analyseresultaterne i de enkelte rapporter. Overordnet er benyttet følgende kriterier for klassificeringen:

- Forekomster med mere end 10 % grus og sten er helt eller delvist klassificeret som Grus 2.
- Forekomster, der ud fra kornstørrelsesanalyser, er angivet som egnet til stabilgrus er ligeledes klassificeret som Grus 2.
- Særligt grove aflejringer med mere end 15 % sten med en kornstørrelse større end 20 mm angives som Ral 3.
- Sandforekomster der, ud fra analyseresultater, er vurderet som egnet til betontilslag (over klasse P), samt forekomster af rent kvartssand er klassificeret som Sand 1.
- Kvalitetsklassen Fyldsand 4 er defineret som lavkvalitetsprodukt, men hvor der forekommer krav til kornstørrelsesfordelingen. Sand med mindre end 10 % grus, som ikke er fundet egnet til betonformål, men som har mindre end 22 % finstof (filler), er som udgangspunkt henført til denne klasse. Denne opdeling betyder, at klassen både omfatter sandforekomster egnet til bundsikring, og sandforekomster der antagelig blot er egnet til fyldsand.
- Klassen Sand 0, som kun benyttes for de marine områder, er defineret som siltet og/eller leret finsand, evt. med et indhold af organisk materiale. Klassen er uegnet som råstofressource. Disse materialer er ikke opgjort på land.
- Endvidere findes der, for de landbaserede ressourcer, en række ressourcer, hvor der ikke er tilstrækkeligt med informationer til at anvende ovenstående kvalitetsklasser. Disse er angivet med Ukendt kvalitet.

4.5 Databehandling granit

Oplysninger om mængde og kvalitet af forekomster af granit er benyttet i følgende prioriterede rækkefølge:

- I graveområder, hvor Bornholms Regionskommune har anslået restressourcen af granit eller granitisk gnejs, er denne mængde benyttet i opgørelsen.
- I råstofgraveområder og råstofinteresseområder uden andre oplysninger er mængde og kvalitet beregnet ud fra områdets areal og en antaget gravedybde på 25 m under terræn.
- For resten af Bornholm estimeres de spekulative ressourcer ud fra det prækvartære geologiske kort over Bornholm (Berthelsen 1989), og volumenet beregnes med en antaget gravedybde på 25 m.

4.6 Databehandling ler

4.6.1 Ler til teglproduktion

Oplysninger om mængde og kvalitet af lerforekomster er benyttet i følgende prioriterede rækkefølge:

- I graveområder, hvor regionen har anslået restressourcen af ler, er denne mængde benyttet i opgørelsen.
- For de lerforekomster, hvor der er foretaget en egentlig Fase 2-kortlægning, er mængde og kvalitet som udgangspunkt taget fra rapporten.
- I råstofgraveområder og råstofinteresseområder uden andre oplysninger er mængde og kvalitet vurderet ud fra jordartskort og boredataoplysninger i Jupiter.
- I øvrige områder, hvor der ifølge jordartskortet træffes smeltevandsler, ishavsler og marint oligocænt ler, er der anslået en ressourcemængde svarende til, at der findes én meter ler på halvdelen af arealet.

Der er ikke benyttet geofysiske data til screening efter lerforekomster. Dette skyldes, at der ved screening efter ler er behov for at anvende metoder der fokuserer indenfor de øverste 1–2 m, hvor de efterspurgte kvaliteter af ler findes. Slæbegeoelektrik (PACES) er i stand til at skelne mellem sand og ler i dette dybdeinterval, men vil give en relativ usikker bestemmelse af den elektriske modstand i leret. Derfor kan det med PACES være svært at skelne mellem stenfrit ler og moræneler; men moræneler er mest udbredt og har ofte ikke råstofegenskaber, hvorfor der ikke er benyttet geofysiske data til screening af lerforekomster. Ressourcesikkerheden for lerforekomsterne er overordnet vurderet som for sand, grus og sten på land, se afsnit. 4.4.

Som nævnt har det på landsplan ikke været muligt at udpege forekomster af kalkholdigt ler (til gulbrændende tegl), idet disse kun i få tilfælde er blevet kortlagt. En kortlægning af udvalgte områder på Fyn udgør dog en undtagelse (Larsen 2010). Da egnede forekomster af gulbrændende ler som regel træffes umiddelbart under forekomster af kalkfattigt smeltevandsler og ishavsler og gerne med større mægtighed, er mængderne af kalkholdigt ler

tentativt anslået til at udgøre dobbelt så meget som mængden af kalkfattigt smeltevandsler og ishavsler, se afsnit 6.1.4 for kortlagte og anslåede mængder.

4.6.2 Øvrige lertyper

Oplysninger om mængde og kvalitet af forekomster af plastisk ler er benyttet i følgende prioriterede rækkefølge:

- I graveområder, hvor regionen har anslået restressourcen af ler, er denne mængde benyttet i opgørelsen.
- For de lerforekomster, hvor der er foretaget en egentlig Fase 2-kortlægning, er mængde og kvalitet som udgangspunkt taget fra rapporten.
- I råstofgraveområder og råstofinteresseområder uden andre oplysninger er mængde og kvalitet vurderet ud fra jordartskort og boredata i Jupiter.
- I øvrige områder er der anvendt jordartskort og boredataoplysninger fra Jupiter til at udpege overfladenære forekomster. Jordartskortet viser, hvor der er truffet plastisk ler i overfladen. Der er i Jupiter lavet en søgning efter boringer, hvor der er truffet plastisk ler i de øverste 5 m (mindre end 5 m overjord). I de områder hvor plastisk ler findes overfladenært er mængderne beregnet ved at fratække den estimerede overjordstykkelse fra en antaget gravedybde på 25 m under terræn.

Nærværende opgørelse for moler-ressourcer tager udgangspunkt i oplysninger i Regionplanen for Viborg Amt (2005) kombineret med seneste estimat af restressourcerne fortaget af GEUS, branchen og regionerne. Endvidere er inddraget råstofrapporter fra GEUS til angivelse af undersøgte områder, hvor der ikke er gjort fund.

4.7 Databehandling for kalk og kridt

Oplysninger om mængde og kvalitet af forekomster af kalk og kridt er benyttet i følgende prioriterede rækkefølge:

- I graveområder, hvor regionen har anslået restressourcen af kalk, er denne mængde benyttet i opgørelsen.
- For de kalkforekomster, hvor der er foretaget en egentlig Fase 2-kortlægning er mængde og kvalitet som udgangspunkt taget fra rapporten.
- I råstofgraveområder og råstofinteresseområder uden andre oplysninger er mængde og kvalitet vurderet ud fra jordartskort og boredata i Jupiter.
- I øvrige områder, hvor der ifølge jordartskortet træffes kalk i overfladen, er der anslået en ressourcemængde, hvor det antages, at der indvindes til 25 m under terræn. Der er i Jupiter lavet en søgning efter boringer, hvor der er truffet kalk i de øverste 10 m (mindre end 10 m overjord). Her er mængderne beregnet ved at fratække den estimerede overjordstykkelse fra en antaget gravedybde på 25 m under terræn.

- I øvrige områder er der anvendt jordartskort og boredataoplysninger fra Jupiter til at udpege overfladenære kalk- og kridtressourcer. Der er i Jupiter lavet en søgning efter boringer, hvor der er truffet kalk i de øverste 10 m (mindre end 10 m overjord). I de områder hvor kalkbjergarterne findes overfladenært er mængderne beregnet ved at fratække den estimerede overjordstykkelser fra en antaget gravedybde på 25 m under terræn.

4.8 Databehandling for salt

Saltforekomsternes mængder er beregnet ud fra saltdiapirens volumen. Saltproduktionen fra Hvornum saltdiapiren finder sted ved indvinding af salt fra 1.000 til 1.500 meters dybde, og der anvendes derfor ikke en antaget gravedybde/indvinding på kun 25 m. Volumen af saltdiapirene er beregnet som arealet af omkreds gange med højden af diapiren. Niveauerne er aflæst på kort over Top Zechstein fra Britze og Japsen (1991) med 500 m ækvivalensdistance. Her er usikkerheden 100 m eller mere. Indholdet af stensalt i forhold til den samlede tykkelse af Zechstein-aflejringerne er ca. 40 % (Jacobsen 1984).

For Hvornum diapirens vedkommende er der anvendt data fra producenten Akzo Nobel www.akzonobel.com/mariager/.

5 Ressourcernes beliggenhed

Nedenfor gives en sammenfattende beskrivelse af de estimerede råstofressourcer med fokus på den geografiske udbredelse af de forskellige råstofklasser, typer og kvaliteter, der er præsenteret i kortene på figur 5.1 til 5.9 (side 35–43). I bilag A–G findes der detailkort som på mere lokalt plan (typisk kommune- eller projektområde-niveau) viser råstofressourcernes placering i Danmark.

5.1 Sand, grus og sten

5.1.1 Sand

Sand 0

Figur 5.1 viser ressourcer af Sand 0, som kun er opgjort marint. Enkelte steder er der fundet betydelige volumener af Sand 0 i store sammenhængende arealer som påviste ressourcer, men i særdeleshed som spekulativ ressource. Sand 0 er hidtil kun anvendt i meget begrænset omfang, men der er mulighed for, at Sand 0 vil kunne anvendes til bl.a. iblandning af tilslagsmaterialer, eksempelvis ved fremstilling af stabilt grus.

Sand 1

Ressourcer af Sand 1 fremgår af figur 5.2. På land ses en overvægt af Sand 1 i Midt- og Sønderjylland svarende til områderne, hvor der træffes miocæne kvartssandsforekomster. Forekomsterne af kvalitetssand (Sand 1) i det marine miljø er specielt knyttet til de større flak, hvor der er sket en erosion og omlejringer af højereliggende smeltevandsmaterialer og moræner. Materialet er ført længere til søs og er sorteret og aflejret som undersøiske flakdannelse, som det eksempelvis ses på Rønne Banke/Adler Grund og Kriegers Flak. Udover disse steder indvindes Sand 1 på de samme steder, hvor der indvindes ral og sten til betonindustrien.

Fyldsand 4

Beliggenheden af ressourcer af Fyldsand 4 fremgår af figur 5.3. Fyldsandsforekomster er primært egnede til bundsikring og andet fyld. Der er bl.a. fundet større forekomster i Vendsyssel, i Nordsjælland, i Samsøbælt og i Nordsøen. Generelt vurderes sand af denne kvalitet dog at kunne findes i det meste af landet, men ofte er ressourcerne ikke kortlagt, da der i kortlægningen er fokuseret på materialer af højere kvalitet.

Sand og grus af Ukendt kvalitet

Figur 5.4 viser ressourcer af sand og grus af Ukendt kvalitet. Viden om sand og grus med ukendt materialekvalitet stammer primært fra de geofysiske kortlægninger efter grundvand, men råstofkortlægninger (Fase 1½), hvor der primært er benyttet geofysik, forekommer også. Som eksempel herpå kan nævnes en større sammenstilling af borer og eksisterende geofysiske data i fem kommuner som Region Hovedstaden fik udført i 2011 (COWI 2011). Endvidere optræder der større forekomster af Ukendt kvalitet i de råstofinteressesområder, hvor der alene har været anvendt jordartskort samt få dårligt beskrevne eller

modsigende borer til rådighed til opgørelse af ressourcen. Denne kvalitet omfatter således kun råstoffer på land.

De registrerede ressourcers beliggenhed afspejler således til en vis grad, hvor Naturstyrelsen har udført fladedækkende grundvandskortlægning og er i mindre grad geologisk relateret. Dog er der en tendens til, at der øst for den Østjyske Israndslinje er færre områder med sandforekomster, hvilket skyldes at de seneste (baltiske) gletsjere mange steder har deformeret forekomsterne og blandet dem med lerede aflejringer, hvilket bl.a. afspejler sig i vegetationen; der er langt færre hedeslette-arealer øst for israndslinjen end vest for.

5.1.2 Grus og sten

Figur 5.5 og 5.6 viser registrerede Grus 2 og Ral 3 ressourcer. Mange af disse forekomster findes i forbindelse med de overordnede israndslinjer, hvilket skyldes at grove smeltevandsmaterialer er aflejret i forbindelse med israndsnære vandløb knyttet til smeltevandets udmundning ved gletsjerporte langs isranden. Det er især tilfældet langs Hovedopholdslinjen i Jylland, men ses til dels også i Himmerland, langs den Østjyske Israndslinje og langs israndslinjerne op gennem Storebælt. Andre forekomster ligger i forbindelse med ældre begravede israndslinjer. Ral 3 er i denne opgørelse især fundet i graveområderne i det østlige Sønderjylland, ved Roskilde, i det østlige Himmerland og ved Fjerritslev. Hovedparten af disse forekomster udgøres af glacialt smeltevandsgrus med varierende indhold af ral. Forekomsten ved Fjerritslev samt en mindre forekomst på Samsø udgøres dog af hævede marine aflejringer.

Grus-, ral- og stenforekomsterne i det marine miljø er specielt knyttet til druknede tidligere kystlandskaber, hvor der er sket nedbrydning og omlejring af kystklinerne, eller fra de druknede smeltevandssletter og undersøiske tunneldale eller åsdannelser. Desuden sker der i det marine miljø en kraftig sortering og omfordeling af materiale på grund af bølgepåvirkning og/eller strøm, som ofte medfører aflejringer på havbunden i større forekomster.

5.2 Granit

Forekomster af granit egnet til knuste materialer, facadesten m.m. forekommer i Danmark udelukkende på Bornholm. Figur 5.7 og bilag C viser ressourcer af granit og granitisk gnejs, der vurderes at være af primær interesse for industrien. Der forekommer desuden store mængder af gnejs, som ikke umiddelbart har gunstige egenskaber for anvendelse til skærver, og som ikke tidligere er blevet indvundet. Gnejs indgår derfor ikke i denne opgørelse.

5.3 Ler

De danske ressourcer af ler er i nærværende opgørelse opdelt i ler til teglproduktion, plastisk ler og moler. Ler til tegl er endvidere opdelt i to kvaliteter: Stenfrit ler til teglproduktion og Andet ler til teglproduktion. Ressourcernes beliggenhed fremgår af det landsdækkende

kort, se figur 5.8, og af 22 detailkort for udvalgte områder, bilag D, og ressourceopgørelser for 73 af de 98 danske kommuner kan ses i bilag E.

Stenfrit ler til teglproduktion findes i spredte forekomster over det meste af landet. Påviste og sandsynlige forekomster findes især i Nord- og Midtjylland samt på Fyn. Spekulative forekomster er fundet i alle regioner og især på Fyn og i Sønderjylland, hvor mange af disse er udpeget som råstofinteresseområder. Påviste og sandsynlige forekomster findes især i Region Nordjylland, i Region Midtjylland og i Region Syddanmark, men også i region Hovedstaden. Spekulative forekomster er fundet i alle regioner og især i Region Syddanmark, som har udpeget mange af dem som råstofinteresseområder.

Forekomster af andet ler til teglproduktion (primært moræneler) findes især i området mellem Aabenraa og Sønderborg. Spredte forekomster findes dog over hele landet.

Påviste og sandsynlige forekomster af plastisk ler findes ved Randers og på Tåsinge. Ved Randers findes endvidere meget store spekulative forekomster. Endelig findes en forekomst på Lolland, der ud fra de hidtidige undersøgelser anses for at være spekulativ.

Forekomster af moler findes primært på det nordlige Mors, på Fur samt lokalt på det nordligste Salling i Nordjylland. Der har gennem de seneste 30 år pågået en intensiv kortlægning efter moler, som er fulgt op af graveplanlægning for de fundne ressourcer. Der er ingen forventninger til opdagelsen af nye brydeværdige fund i området. Ressourcens levetid er derfor relativt velkendt (Viborg Amt 2005).

5.4 Kalk og kridt

Størstedelen af den danske undergrund, Bornholm undtaget, består af et flere hundrede meter tykt lag af kalk, men de fleste steder ligger kalken relativt dybt. Figur 5.8 og bilag F illustrerer overfladenære (< 10 m overjord) kalk- og kridtressourcer i Danmark, og som det fremgår af kortet, har disse ressourcer en begrænset geografisk udbredelse. Kridt findes stort set udelukkende i Nordjylland, men forekommer også enkelte andre steder i landet, bl.a. på Møn nær Møns Klint. Kalkressourcerne er koncentreret i Nordvestjylland, men der er også overfladenært kalk på Stevns og få andre steder i landet, bl.a. i nærheden af Gretnaa.

5.5 Salt

Der findes store mængtigheder af stensalt i den danske undergrund, men de fleste steder befinder saltforekomsterne sig i flere kilometers dybde og har derfor ikke umiddelbar økonomisk interesse. De områder hvor salt har størst kommerciel interesse er, hvor det findes som diapirer tættere på overfladen. Sådanne relativt overfladenære saltforekomster ses på figur 5.9 og bilag G.

Fig. 5.1 : Ressourcer af Sand 0 kvalitet

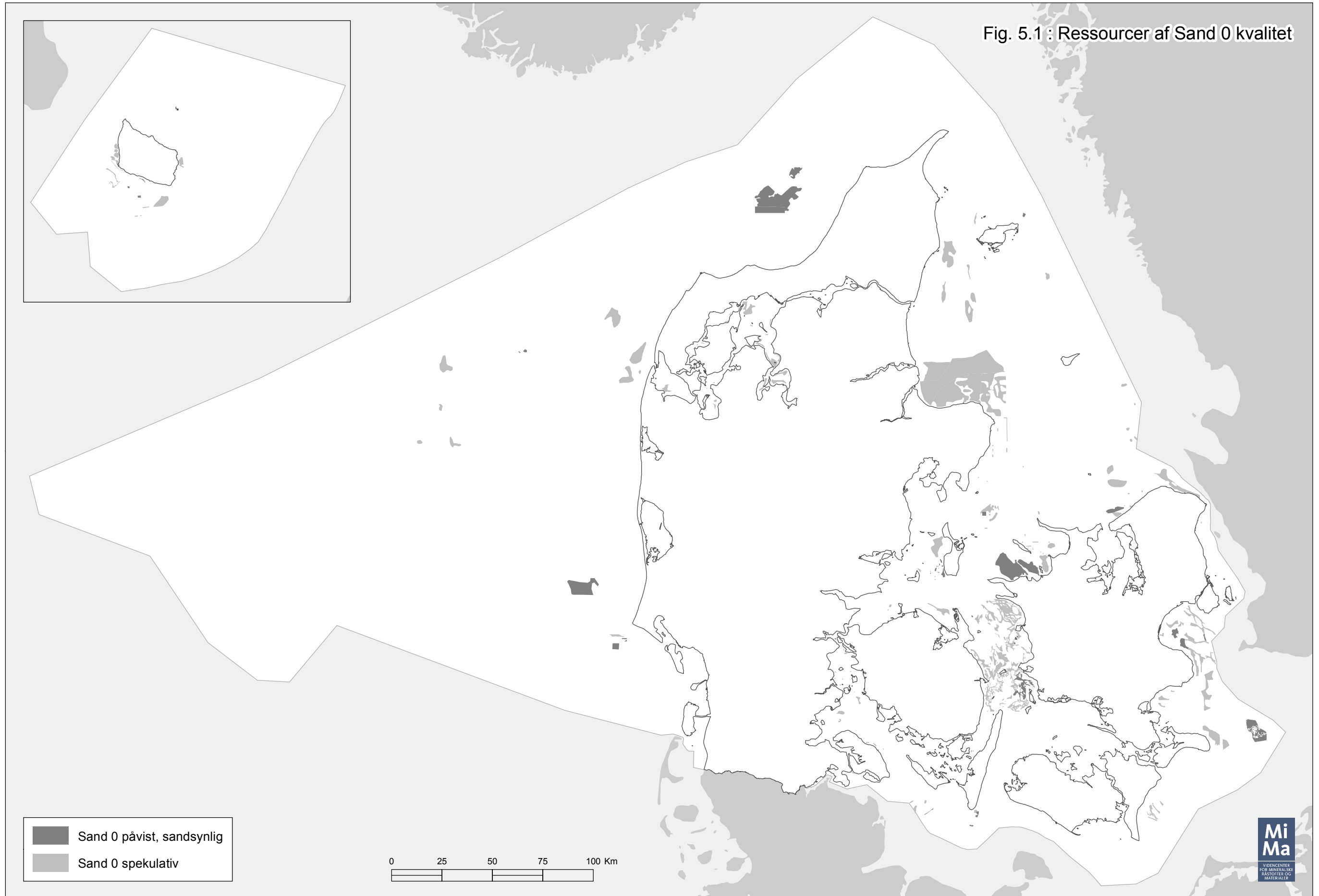
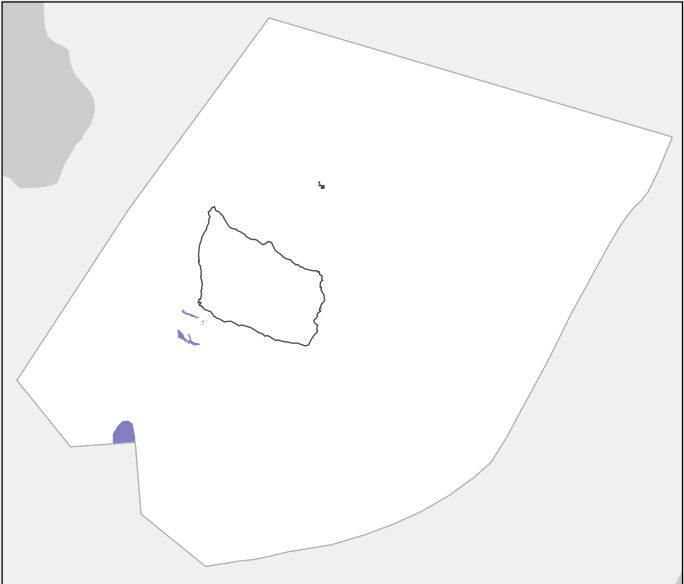


Fig. 5.2 : Ressourcer af Grus 2 kvalitet



■ Grus 2 påvist, sandsynlig
■ Grus 2 spekulativ

0 25 50 75 100 Km

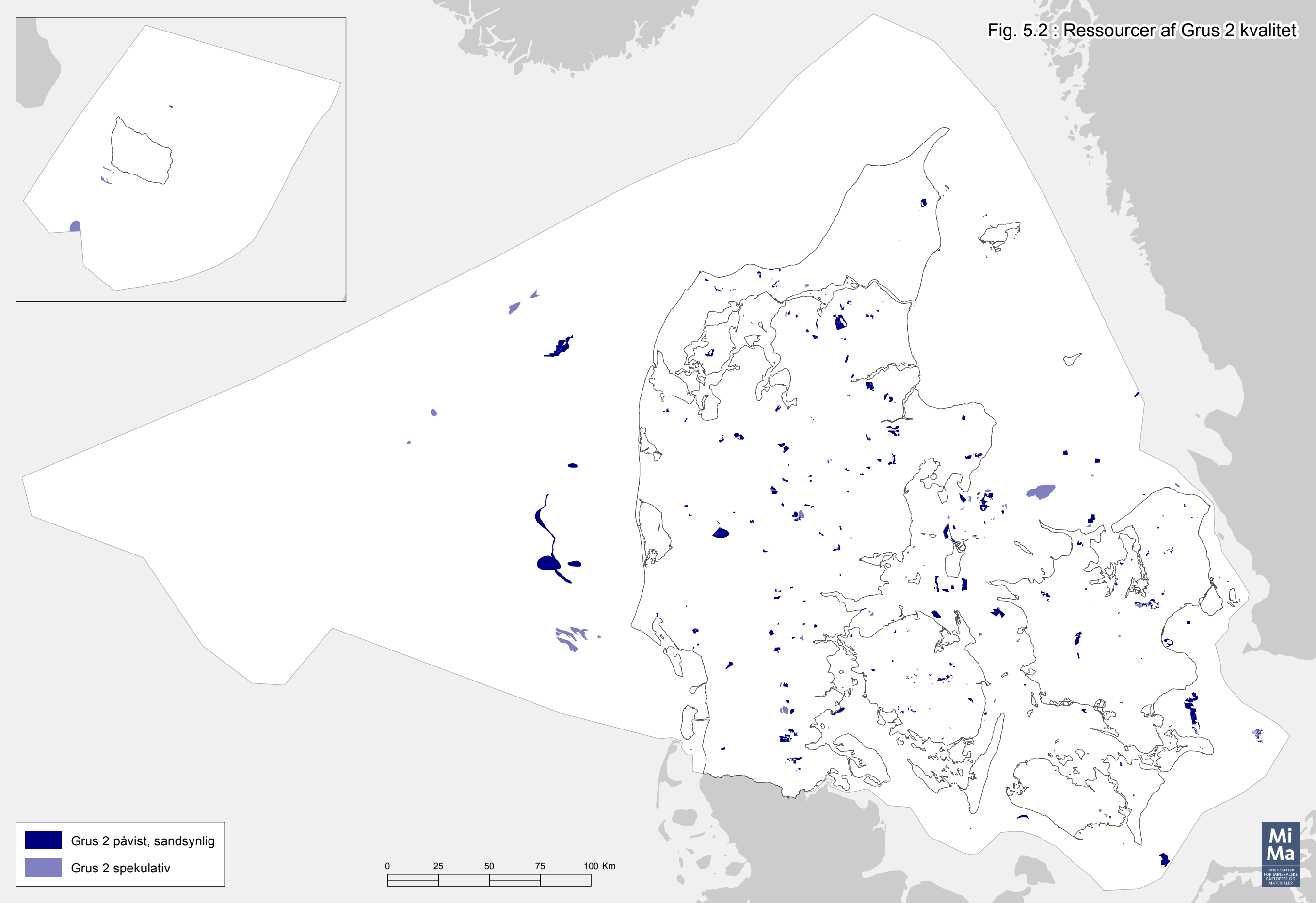
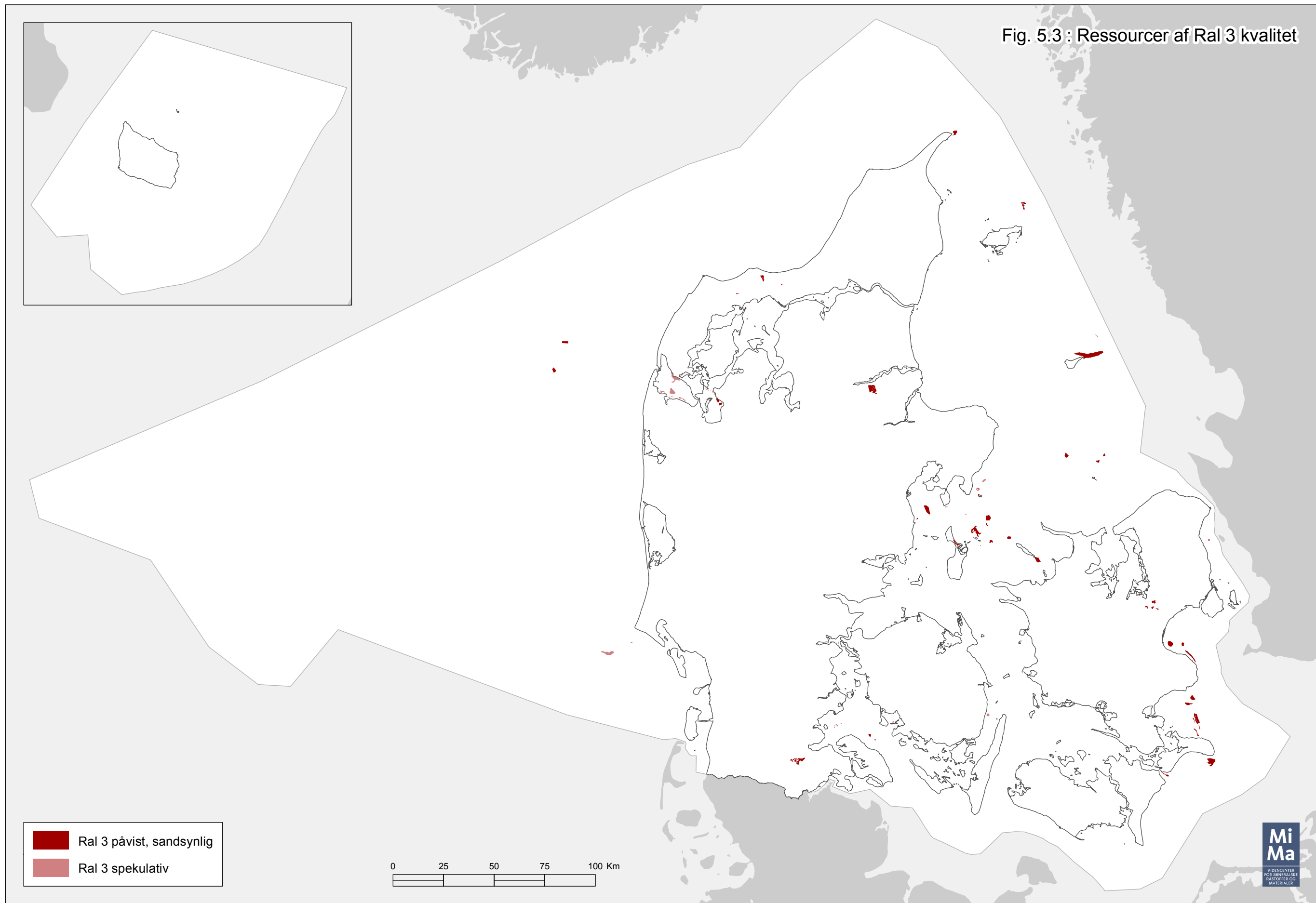


Fig. 5.3 : Ressources af Ral 3 kvalitet



- Ral 3 påvist, sandsynlig
- Ral 3 spekulativ

0 25 50 75 100 Km

Fig. 5.4 : Ressources af Sand 1 kvalitet

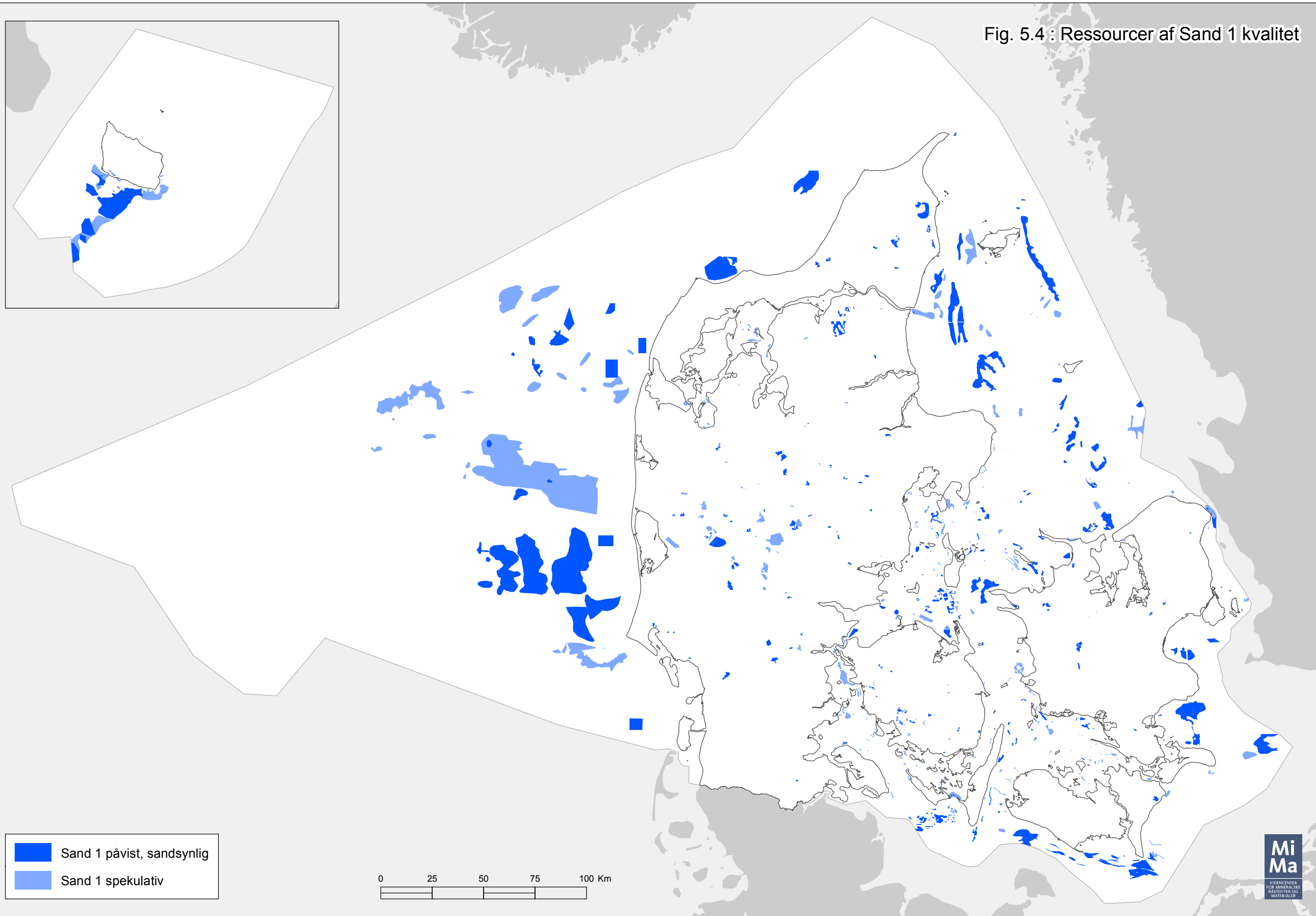
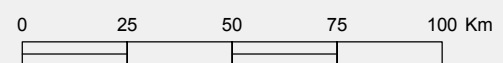
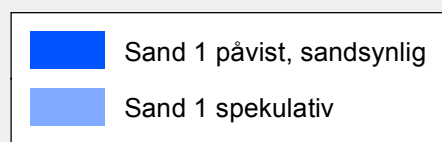
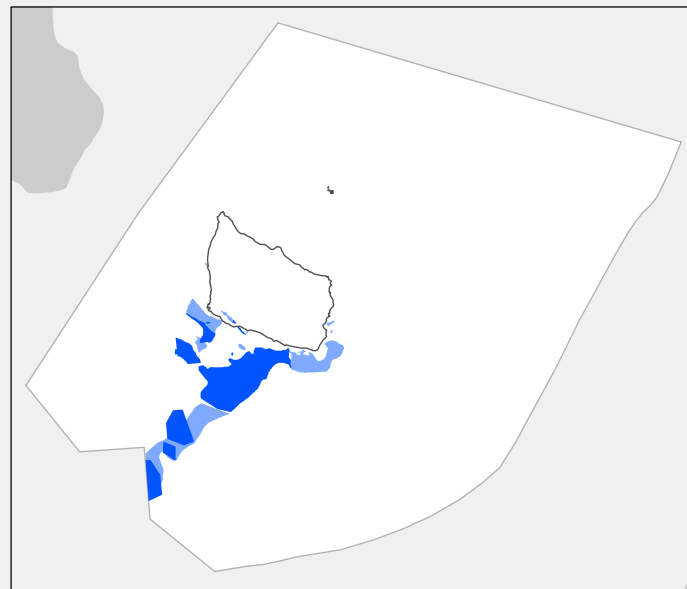
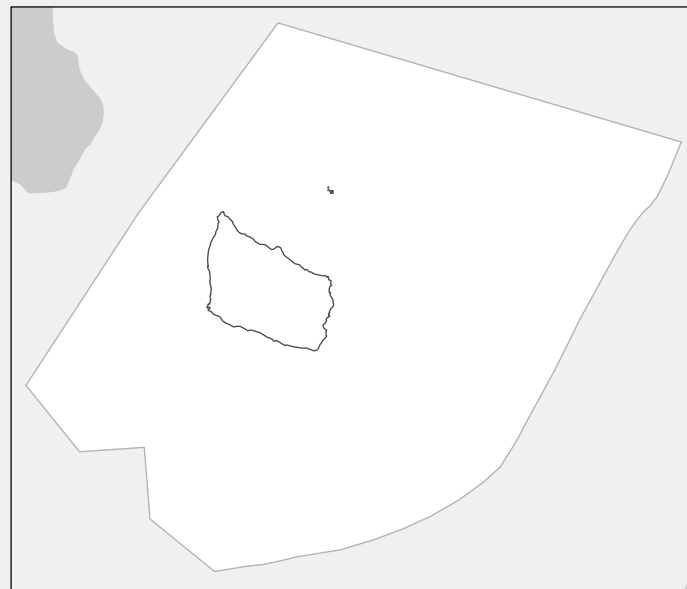




Fig. 5.5 : Ressources af Fyldsand 4 kvalitet



-  Fyldsand 4 påvist, sandsynlig
-  Fyldsand 4 spekulativ

0 25 50 75 100 Km




Fig. 5.6 : Ressources af ukendt sand grus kvalitet

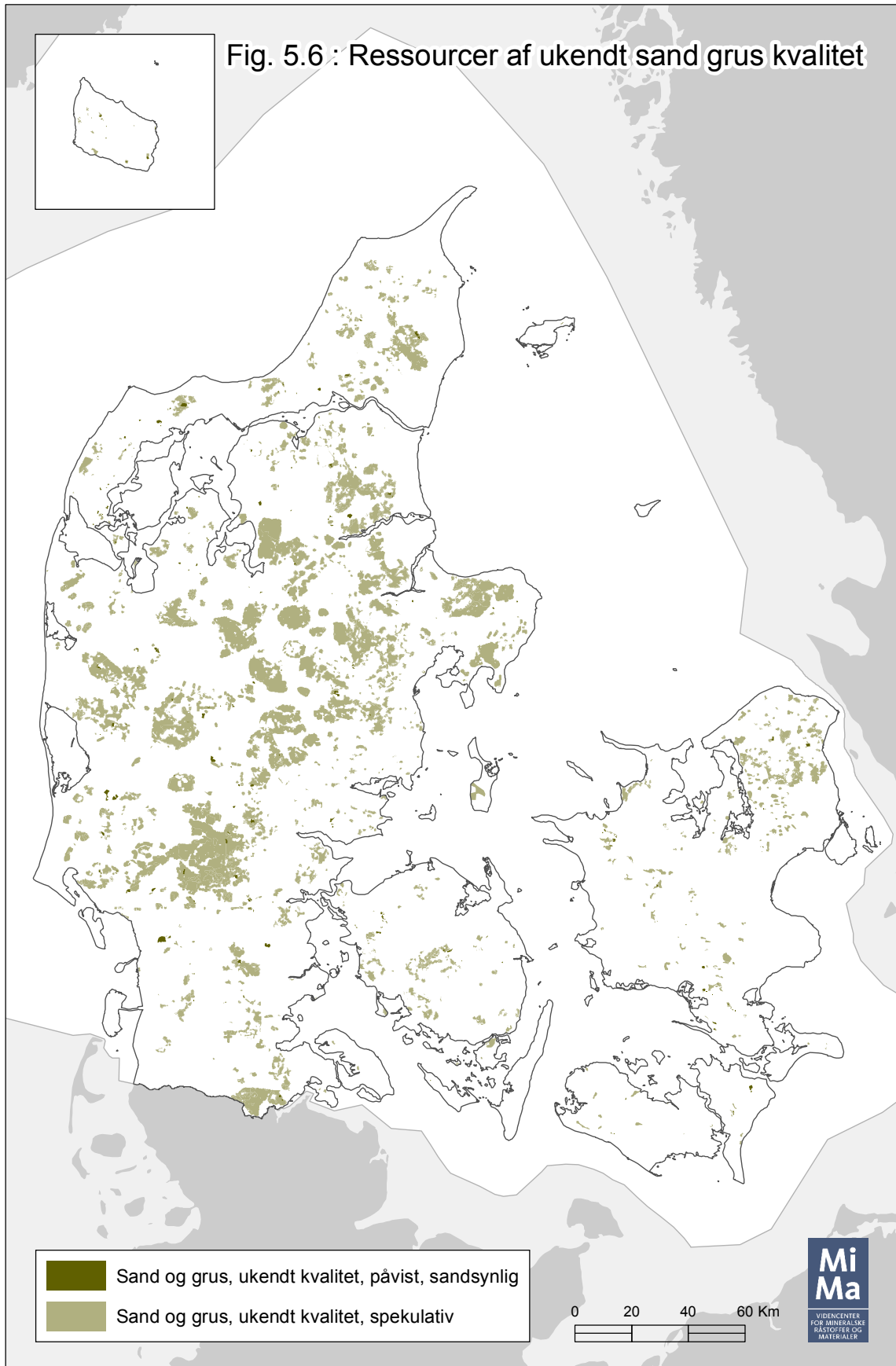


Fig. 5.7 : Ressources af kalk, kridt og granit

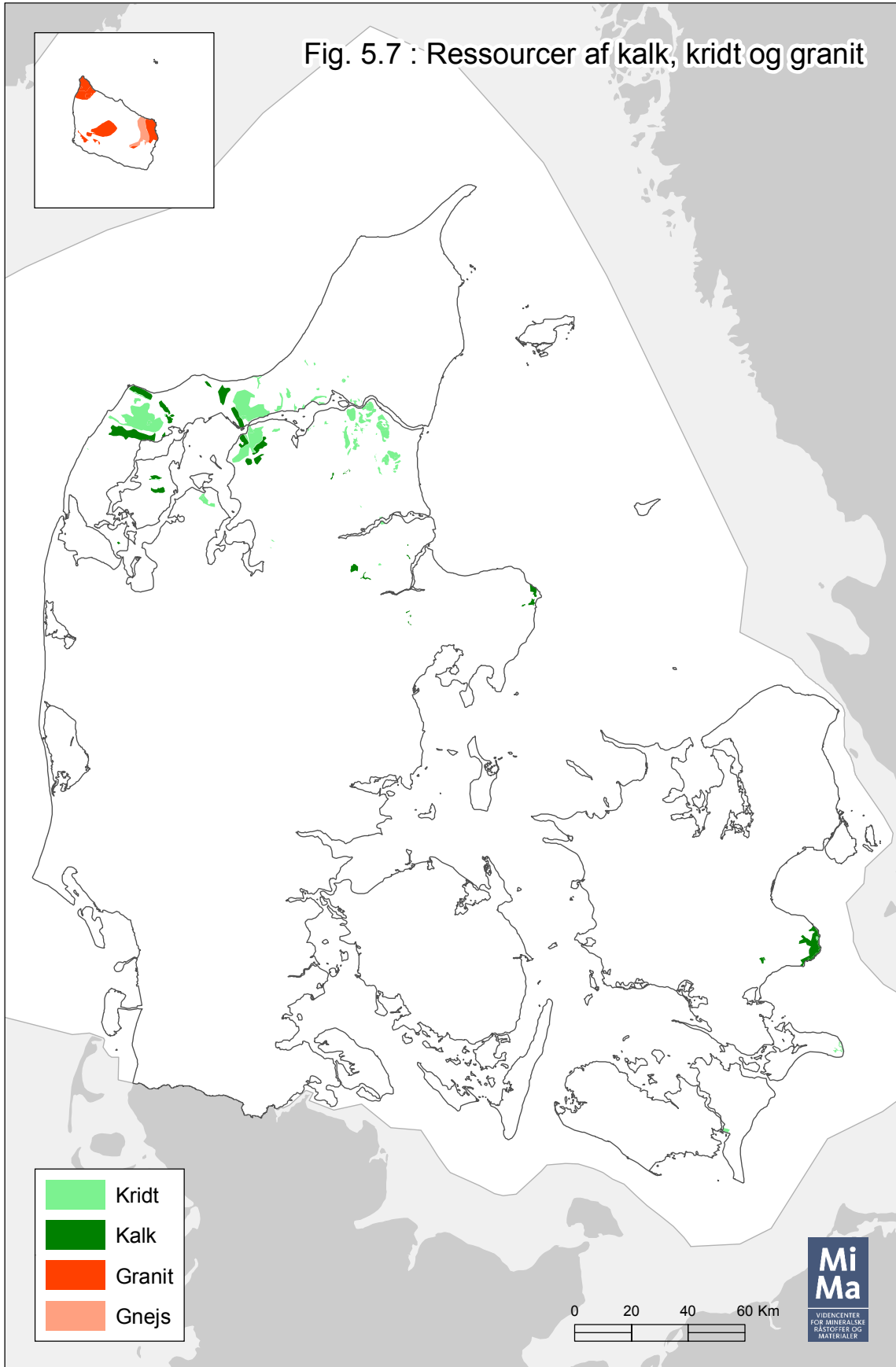


Fig. 5.8 : Ressources af ler

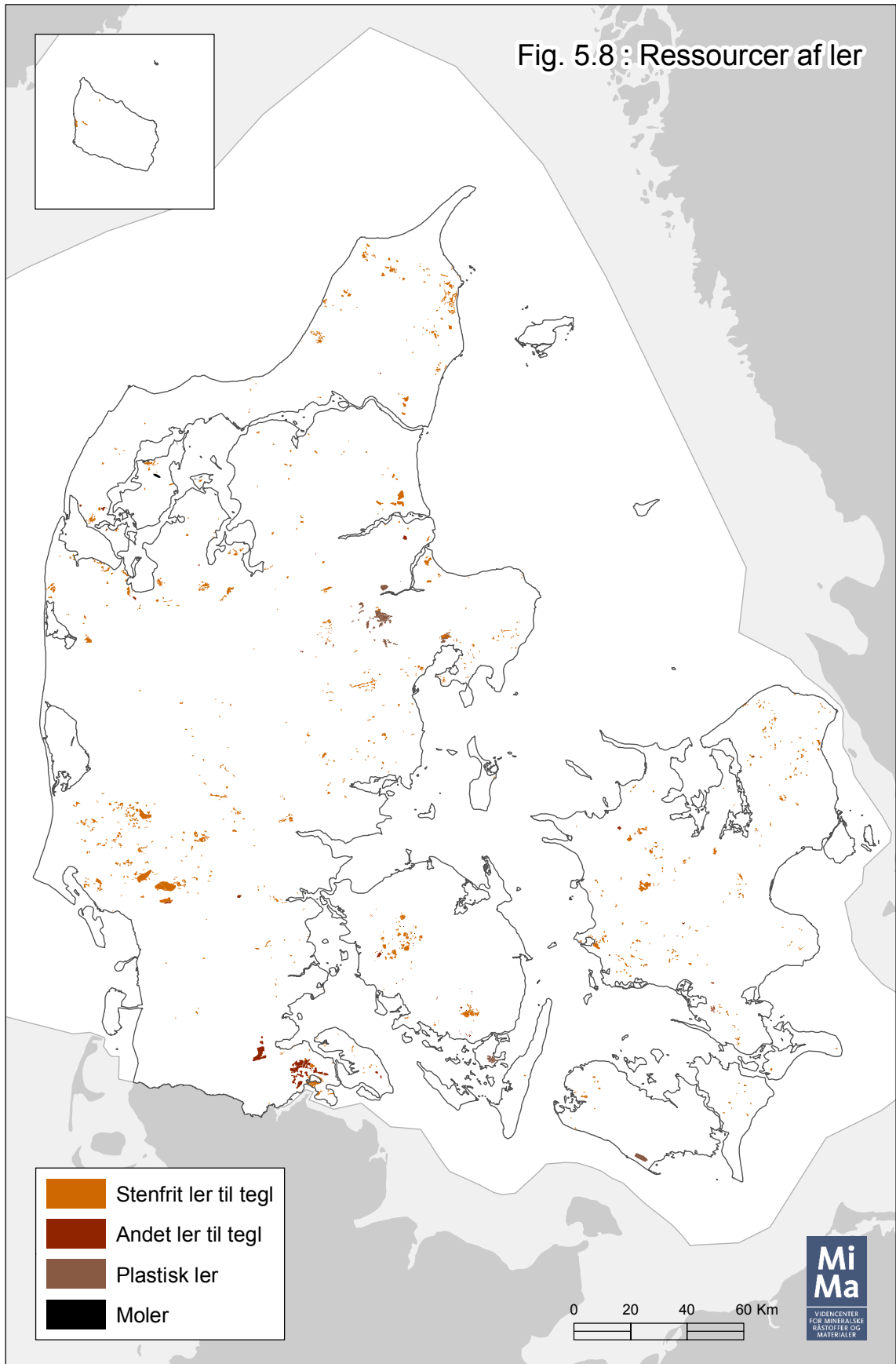
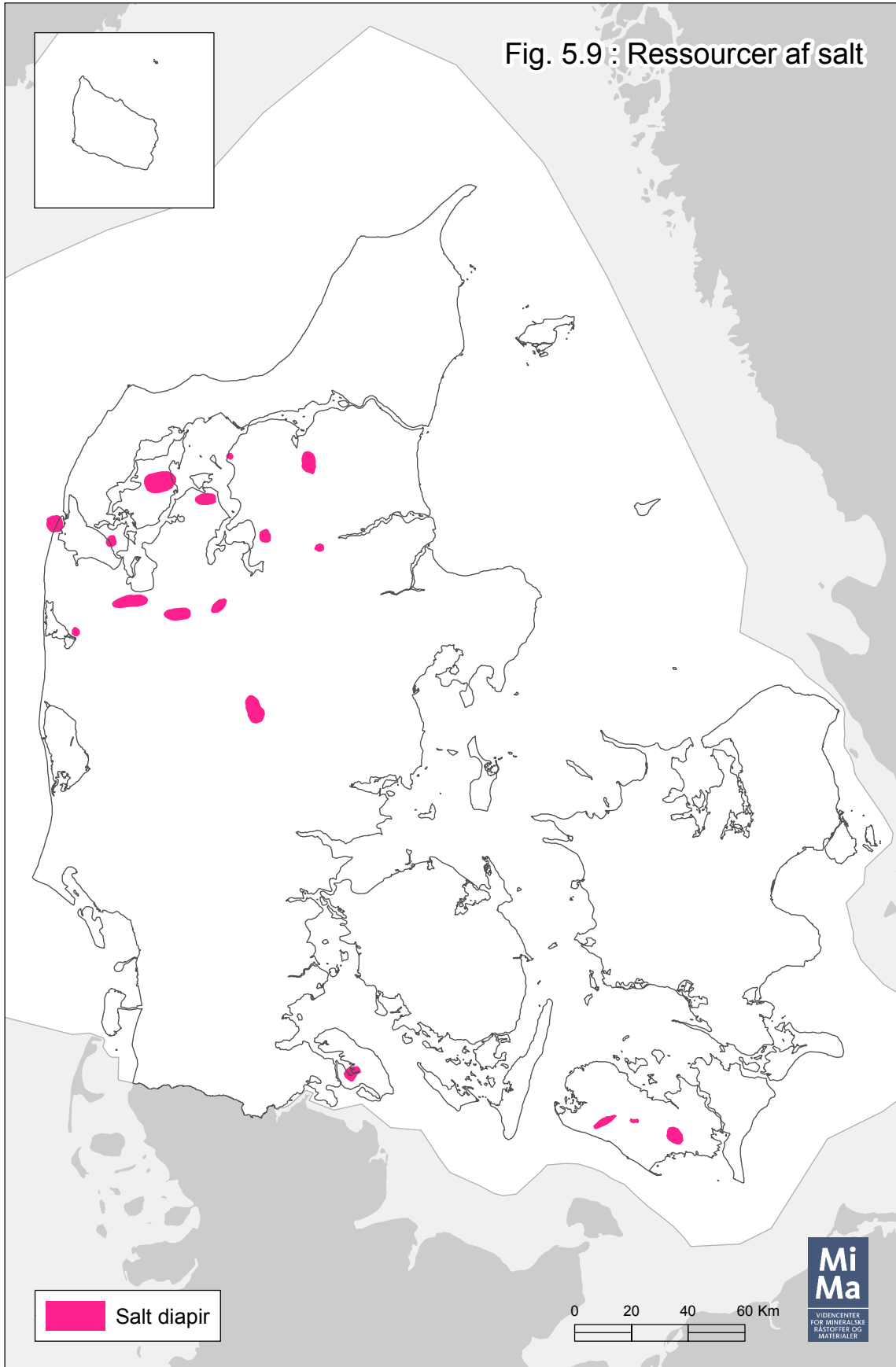


Fig. 5.9 : Ressources af salt



6 Estimerede råstofmængder

6.1 Ressourcevurderinger

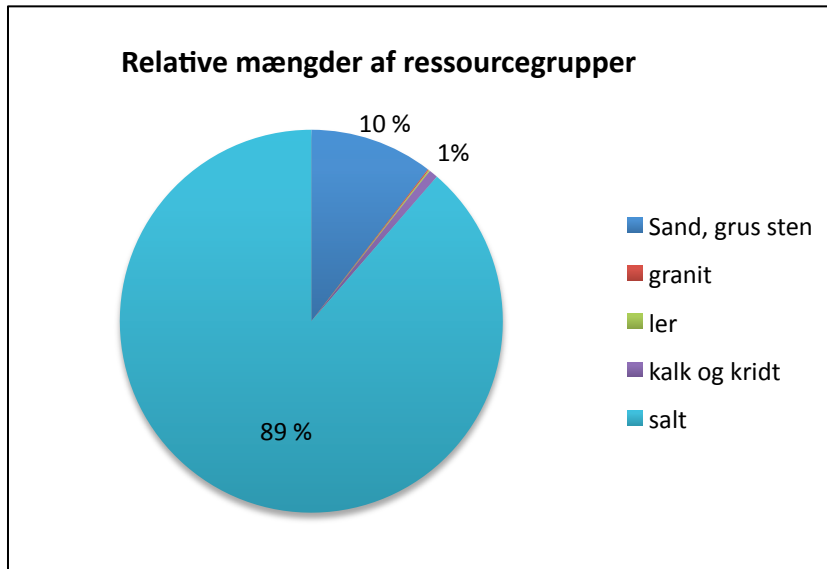
De samlede estimerede råstofvurderinger er sammenfattet i tabel 6.1 til 6.6 og grafisk illustreret i figur 6.1 til 6.20. I tabellerne er benyttet samme metodik, som er benyttet i bilagsdelen med opgørelser i hele mio. m³ for ressourcer større end 10 mio. m³ og ressource mindre end 10 mio. m³ er angivet med et decimal. Det skal dog påpeges, at der er en betydelig usikkerhed knyttet til opgivelserne, særligt for store og/eller spekulative ressourcer, som ikke umiddelbart er afspejlet i de detaljerede tal. Beliggenheden af ressourcerne er nærmere beskrevet i foregående afsnit (afsnit 5). Nedenfor er nogle af de vigtigste ressourcepotentialer nærmere beskrevet med størst fokus på de påviste nettoressourcer, men som det fremgår af en række figurer i dette kapitel, er der generelt ikke væsentlige forskelle mellem fordelingerne af brutto- og nettoressourcer for de forskellige råstofkvaliteter. Ligeledes er bruttoressourcerne for de fleste råstofgrupper og -kvaliteter ikke betydeligt større end nettoressourcerne, når der ses på de nationale påviste og sandsynlige ressourcer; noget anderledes ser det ud lokalt. I forhold til en eventuel tilladelse til indvinding kan lokale forhold yderligere spille ind, hvorfor det reelle nettotal må forventes at være væsentligt mindre. Og som tidligere nævnt giver kommuneopgørelserne og de tilhørende kort (bilag A-G) derved først og fremmest et bud på råstofsituationen ud fra en kortlægningmæssig, og ikke nødvendigvis en administrativ, synsvinkel.

6.1.1 Den samlede ressourceopgørelse

Den samlede ressourceopgørelse for de fem undersøgte råstofgrupper fremgår af tabel 6.1 og er illustreret i figur 6.1. Salt er klart den største påviste ressource (89 %) efterfulgt af råstofgruppen sand, grus og sten (10 %), som er den råstofgruppe, som der indvindes langt mest af og derfor har størst økonomisk betydning i Danmark. Herefter følger gruppen kalk og kridt, ler og granit som tilsammen udgør 1 % af totalmængderne.

Tabel 6.1. Samlet opgørelse for alle undersøgte råstofgrupper. Alle tal i mio. m³.

Forekomststype	Sand, grus og sten	Granit	Ler	Kalk og kridt	Salt	Total
Påviste	4.603	38	46	293	34.669	39.649
Sandsynlige	10.747	0	68	89	809.230	820.134
Spekulative	80.064	3.175	1.190	9.192	489.671	583.292
Total sum	95.414	3.213	1.304	7.430	1.333.570	1.443.075
Netto						
Forekomststype	Sand, grus og sten	Granit	Ler	Kalk og kridt	Salt	Total
Påviste	4.073	38	46	293	34.669	39.119
Sandsynlige	9.621	0	66	89	809.230	819.006
Spekulative	68.888	2020	1.029	7.048	489.671	568.656
Total Sum	82.582	2058	1.141	7.430	1.333.570	1.426.781



Figur 6.1. Relative mængder af påviste ressourcegrupper for både land- og marine områder. Opgørelsen er foretaget for nettoressourcer. 100 % svarer til 39.649 mio. m³, jf. tabel 6.1.

6.1.2 Sand, grus og sten

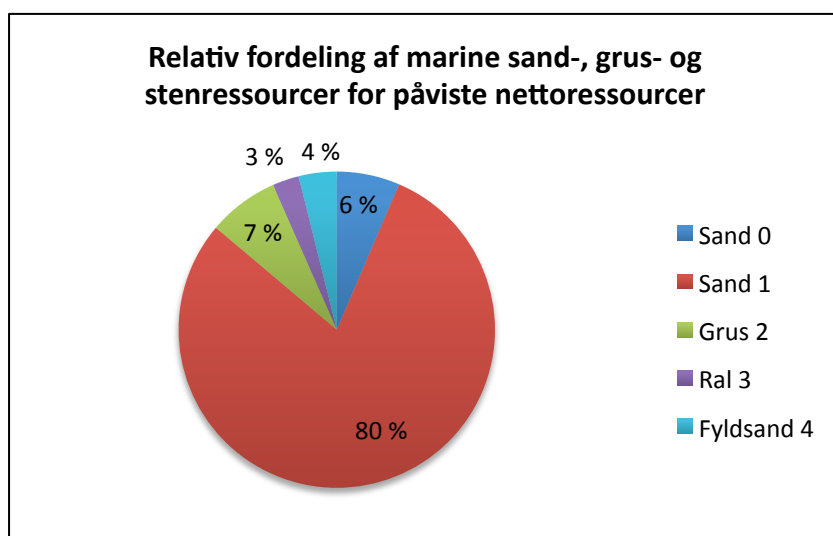
De samlede sand-, grus- og stenressourcer er opgjort og fremgår af tabel 6.2; andelen af de enkelte grupper er vist på figur 6.2 til 6.7. Den samlede brutto- og nettoressourceopgørelse for alle ressourcekvaliteter (undtagen Ukendt kvalitet) for sand, grus og sten for de marine områder og de landbaserede områder ses i figur 6.5 og 6.6.

Råstofgruppen sand, grus og sten er den eneste af de undersøgte råstofgrupper, som indvindes både til havs og til lands. Af de påviste nettoressourcer udgør de marine sand-, grus- og stenressourcer hele 70 %, se tabel 6.2. Omvendt forholder det sig, hvis man kigger på den totale ressource omfattende alle tre ressource sikkerhedsklasser, her udgør de marine ressourcer kun 16 % af det samlede volumen for nettoressourcerne. Denne lave andel skyldes bl.a., at der på land er en stor spekulativ ressource af Ukendt kvalitet der alene er vurderet på baggrund af geofysik eller af få spredte boreriger med dårlige materialeskrivelser.

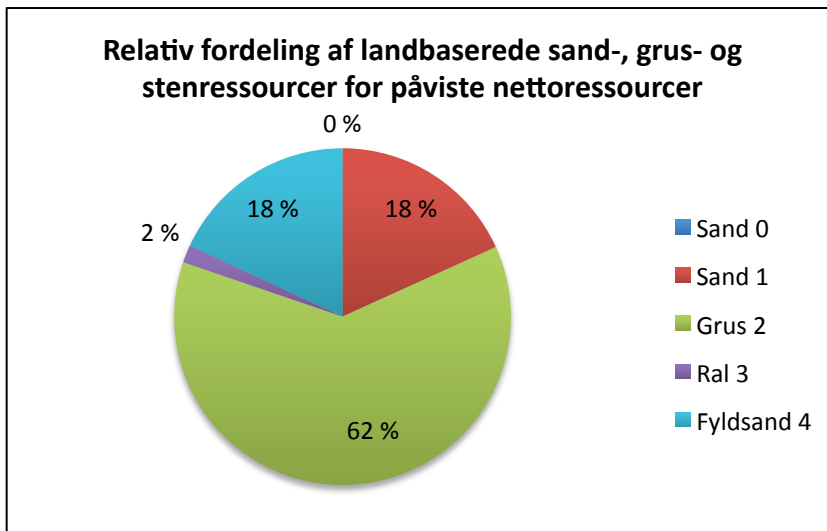
Indenfor ressource sikkerhedsklassen Ukendt kvalitet, ses en betydelig forskel mellem brutto- og nettoressourcerne på knap 9.000 mio. m³ svarende til ca. 12 %. Ser man på materialer af kendt kvalitet (figur 6.2 og 6.3), ses at Sand 1 er den vigtigste marine kvalitet (80 %), og at grus er den dominerende kvalitet for landområderne (62 %). Herudover er der fundet betydelige mængder af Sand 0 i det marine miljø og Fyldsand 4, specielt til lands, mens Ral 3 kun udgør 2–3 % både til havs og til land. Den samlede ressourceopgørelse for påviste sand-, grus- og stenressourcer til lands og havs ses af figur 6.4, Sand 1 er dominerende og udgør sammen med Grus 2 86 %, mens de øvrige kvaliteter udgør 2–7 %.

Tabel 6.2. Samlet opgørelse for sand-, grus- og stenressourcer fra land- og marine områder.
Alle tal i mio. m³.

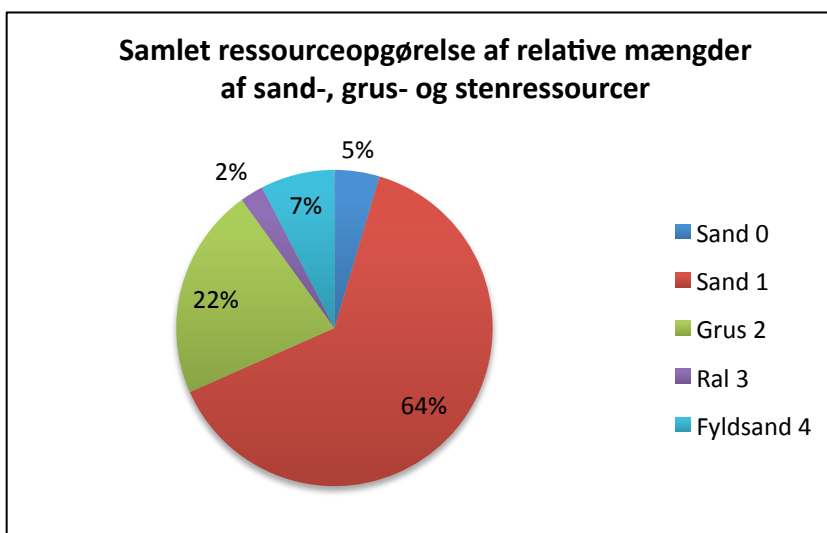
Forekomststype	Brutto						
	Sand 0	Sand 1	Grus 2	Ral 3	Fyldsand 4	Ukendt kvalitet	Total
Marine ressourcer							
Påviste	192	2.678	217	87	196		3.370
Sandsynlige	1.311	7.177	776	174	123		9.561
Spekulative	2.263	1.471	202	15	553		4.504
Sum (marint)	3.766	11.326	1.195	276	872		17.435
Landressourcer							
Påviste		194	662	18	192	167	1.233
Sandsynlige		262	615	11	193	105	1.186
Spekulative		44	97	0	17	75.402	75.560
Sum (land)		500	1.374	29	402	75.674	77.979
Totalopgørelse							
Påviste	192	2.872	879	105	388	167	4.603
Sandsynlige	1.311	7.439	1.391	185	316	105	10.747
Spekulative	2.263	1.515	299	15	570	75.402	80.064
Total sum	3.766	11.826	2.569	305	1.274	75.674	95.414
Forekomststype	Netto						
	Sand 0	Sand 1	Grus 2	Ral 3	Fyldsand 4	Ukendt kvalitet	Total
Marine ressourcer							
Påviste	184	2.273	207	77	111		2.852
Sandsynlige	1.214	6.334	739	135	94		8.516
Spekulative	497	1.183	106	13	418		2.217
Sum (marint)	1.895	9.790	1.052	225	623		13.585
Landressourcer							
Påviste		191	656	18	191	165	1.221
Sandsynlige		259	554	10	178	104	1.105
Spekulative		43	96	0	13	66.519	66.671
Sum (land)		493	1.306	28	382	66.788	68.997
Totalopgørelse							
Påviste	184	2.464	863	95	302	165	4.073
Sandsynlige	1.214	6.593	1.293	145	272	104	9.621
Spekulative	497	1.226	202	13	431	66.519	68.888
Total sum	1.895	10.283	2.358	253	1.005	66.788	82.582



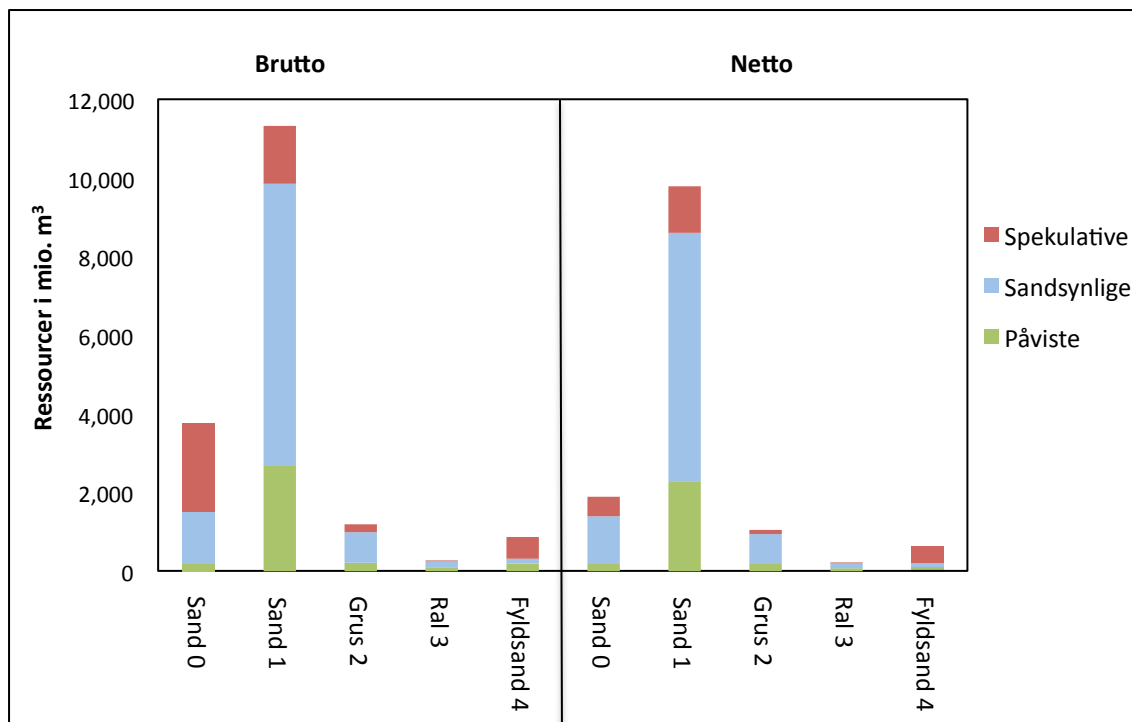
Figur 6.2. Relativ fordeling af de marine sand-, grus- og stenressourcer for påviste nettoressourcer, hvor kvaliteten er kendt. 100 % svarer til 2.852 mio. m³, jf. tabel 6.2.



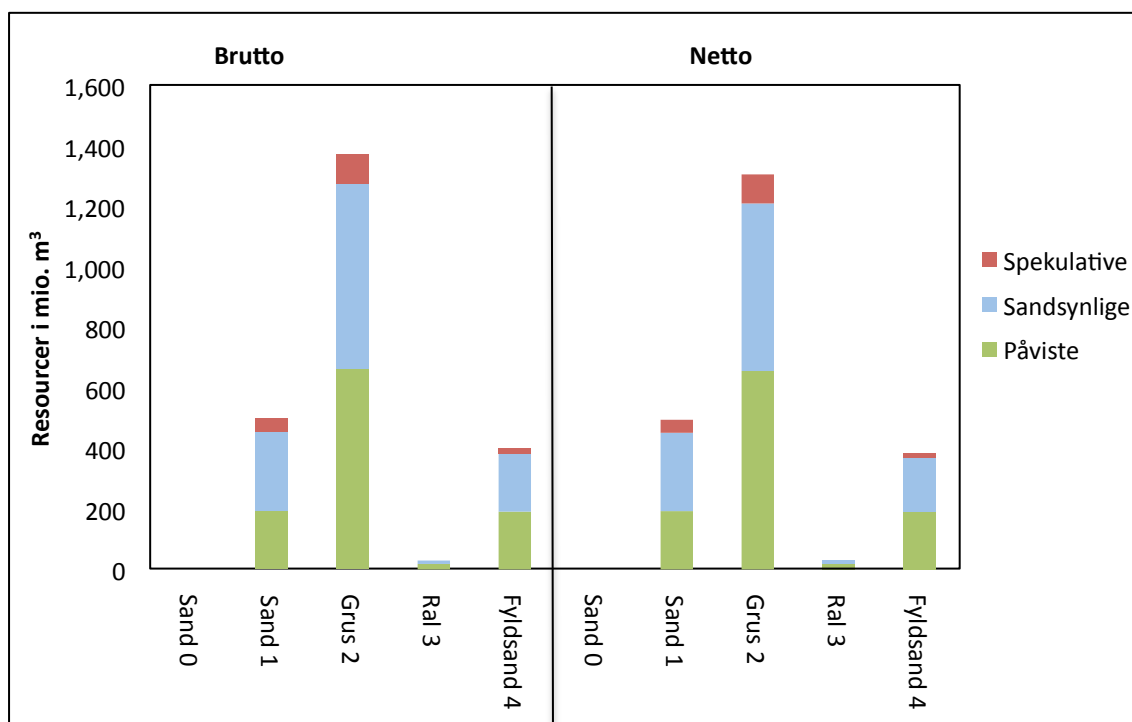
Figur 6.3. Relativ fordeling af de landbaserede sand-, grus- og stenressourcer for påviste nettoressourcer, hvor kvaliteten er kendt. 100 % svarer til 1.056 mio. m³, jf. tabel 6.2. Hertil kommer 165 mio. m³ påviste sand-, grus- og stenressourcer af Ukendt kvalitet.



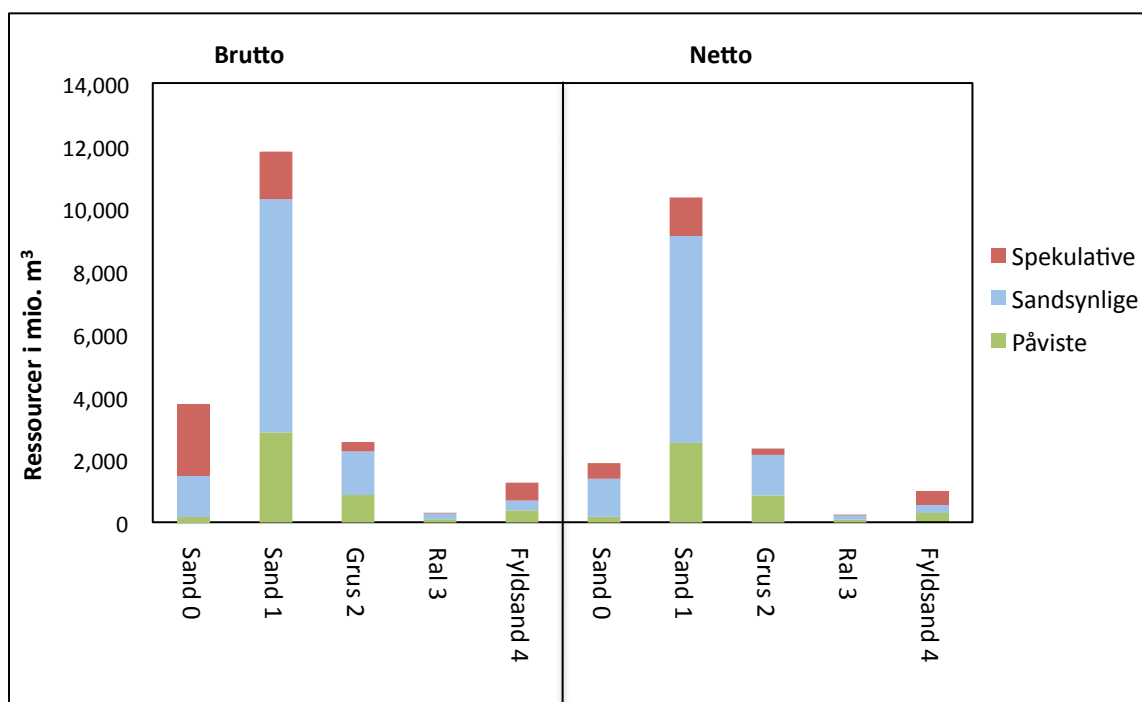
Figur 6.4. Samlet ressourceopgørelse for påviste sand-, grus- og stenressourcer, hvor kvaliteten er kendt. 100 % svarer til 4.073 mio. m³, jf. tabel 6.2.



Figur 6.5. Samlet ressourceopgørelse for sand, grus og sten for de marine områder.

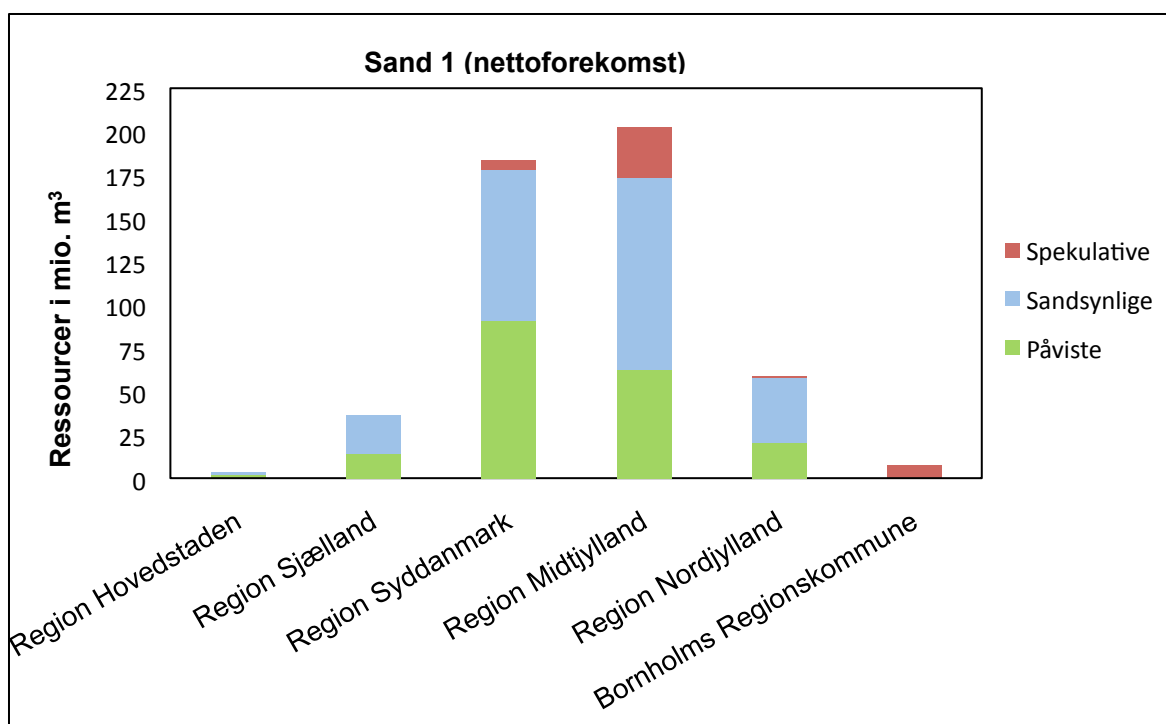


Figur 6.6. Samlet ressourceopgørelse for sand, grus og sten for de landbaserede områder. (Ukendt kvalitet er ikke medtaget).

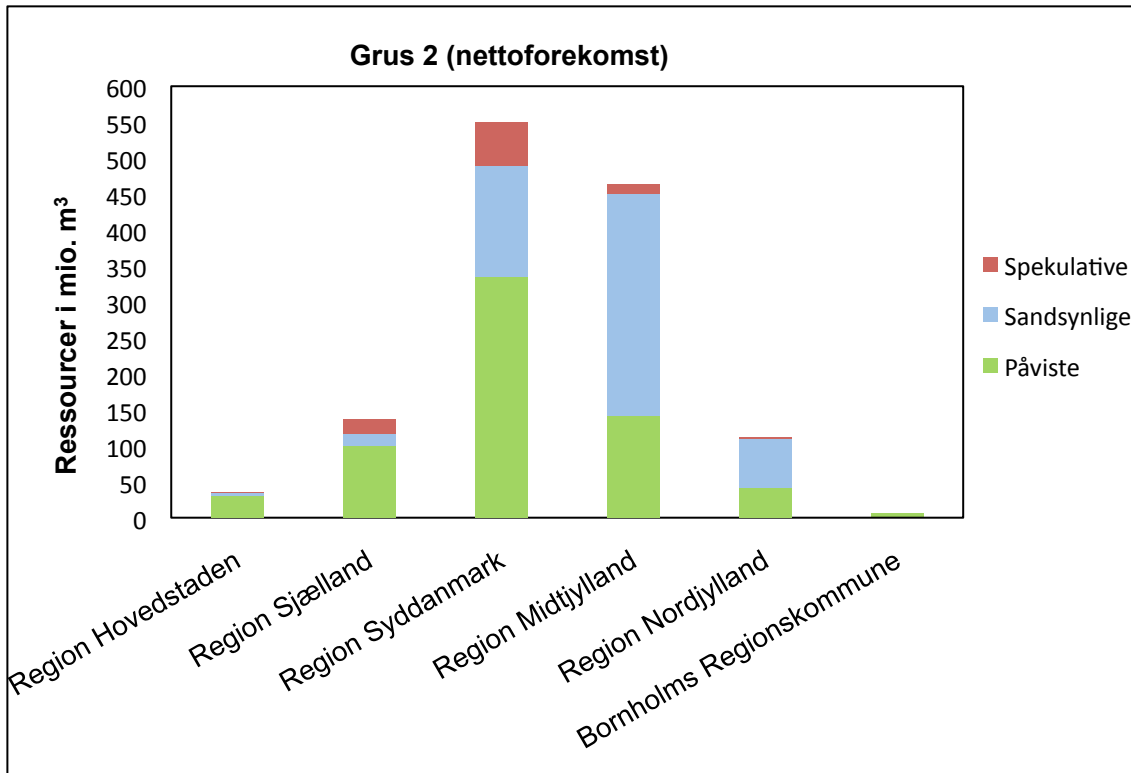


Figur 6.7. Samlet ressourceopgørelse for sand, grus og sten for hele landet. (Ukendt kvalitet er ikke medtaget).

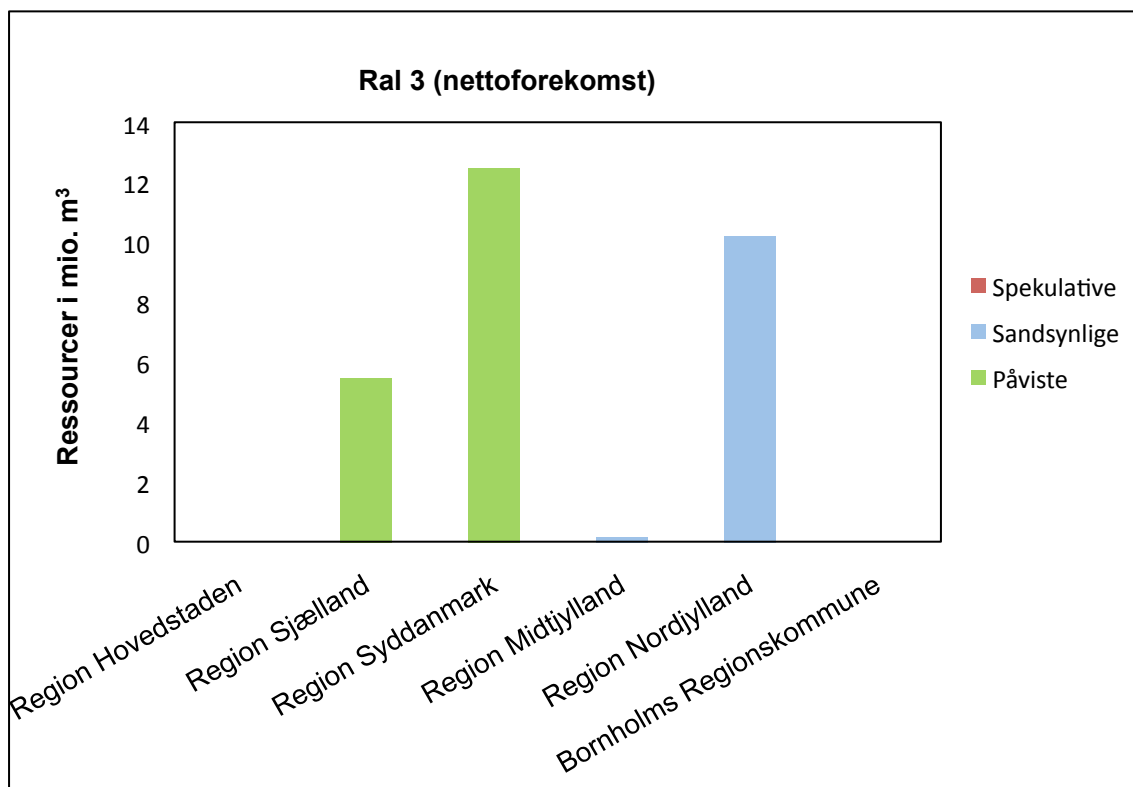
For de landbaserede råstoffer er det relevant at vurdere fordelingen af ressourcerne på regionsplan. Voluminerne af nettoforekomsterne for sand, grus og sten for regionerne er opgjort for de enkelte råstofkvaliteter og ses i figur 6.8 til 6.12. Tabel 6.3 giver en kort oversigt over, hvor der findes større forekomster af sand, grus og ler til tegl i de fem regioner.



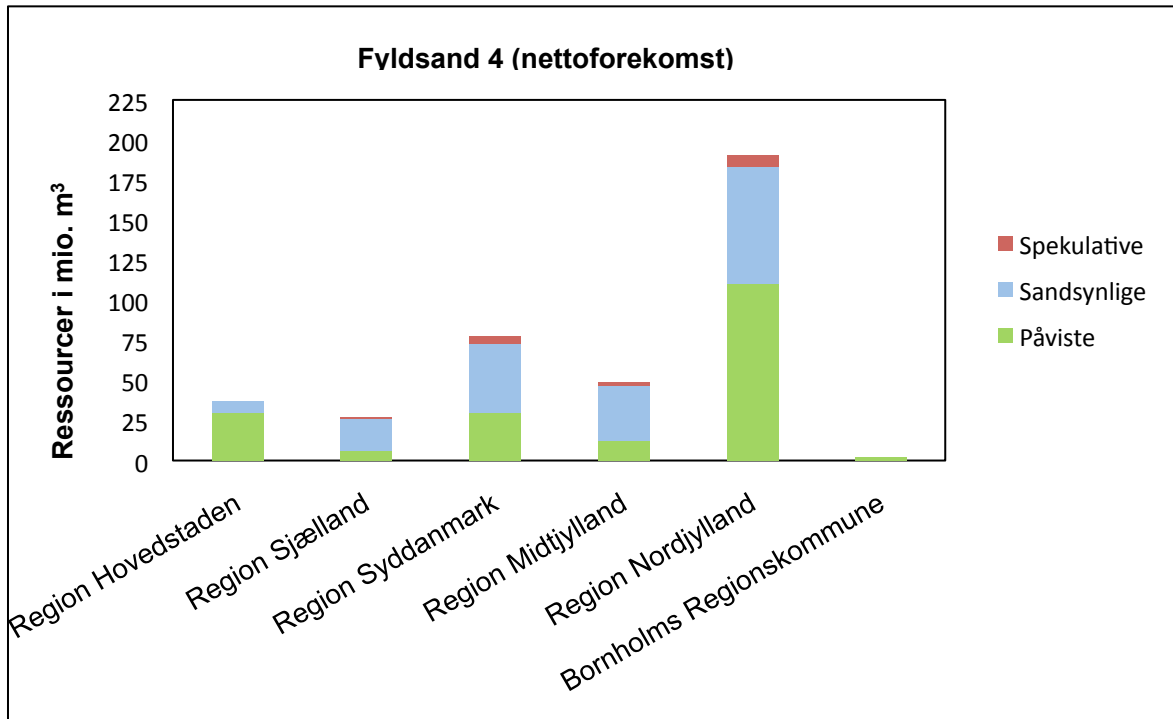
Figur 6.8. Landbaserede nettoressourcer af Sand 1 fordelt på regioner.



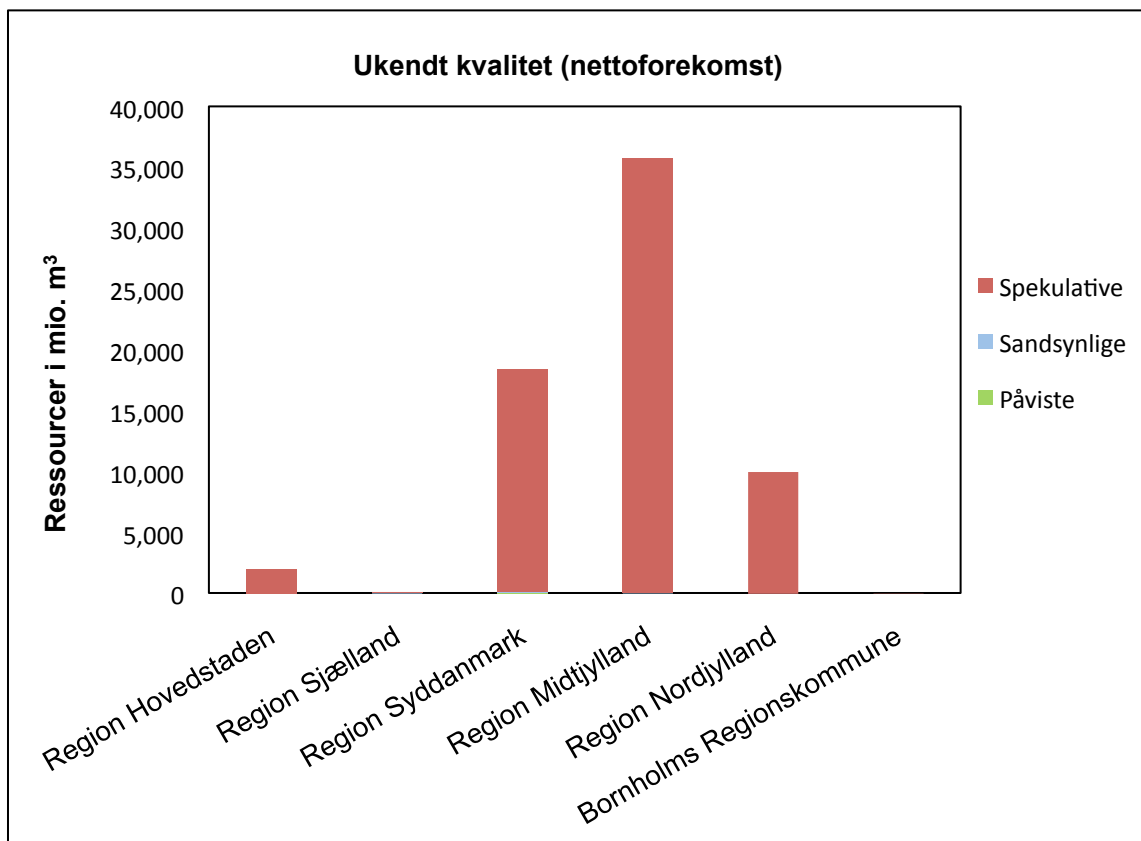
Figur 6.9. Landbaserede nettoressourcer af Grus 2 fordelt på regioner.



Figur 6.10. Landbaserede nettoressourcer af Ral 3 fordelt på regioner.



Figur 6.11. Landbaserede nettoressourcer af Fyldsand 4 fordelt på regioner.



Figur 6.12. Landbaserede nettoressourcer af Ukendt kvalitet fordelt på regioner.

Tabel 6.3. Oversigt over landbaserede ressourcer fordelt på regioner.

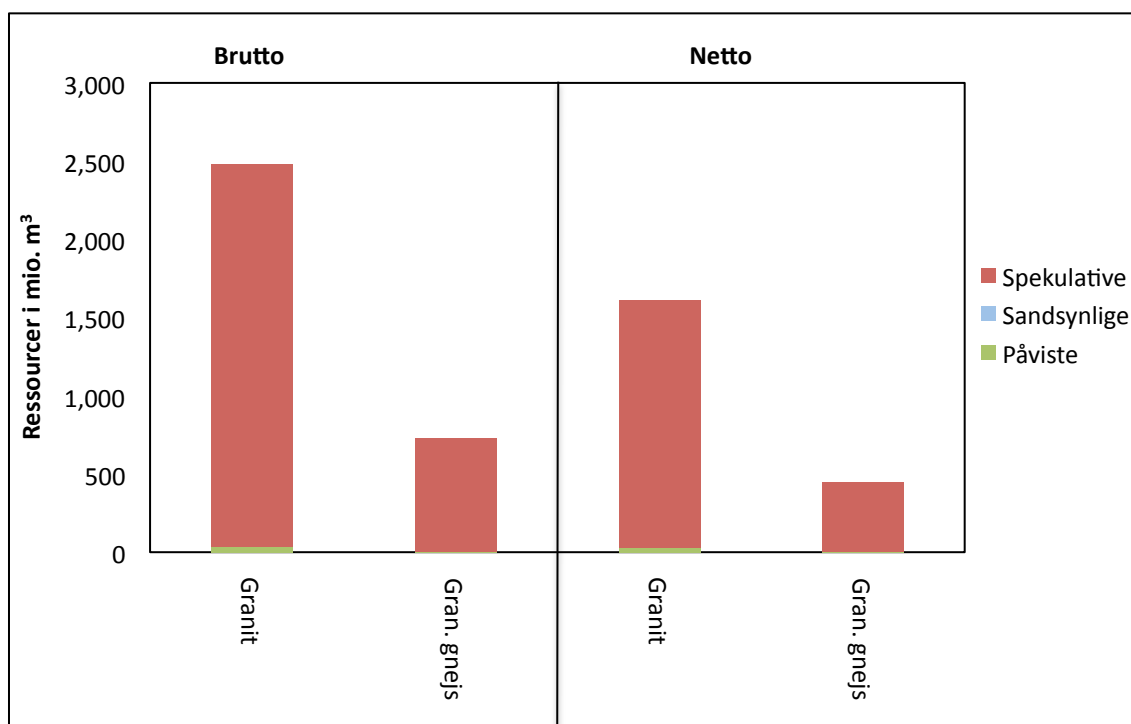
Region	Primære områder med grove materialer (Grus 2 og Ral 3)	Primære områder med Sand 1	Primære områder med Fyldsand 4	Primære områder med ler til teglprod.
Hovedstaden	Hedehusene		En del spredte ressourcer i den nordvestlige del af regionen	Helsingø, Nivå- Hille-rød, Skævinge
Sjælland	Lolland Ø, Falster N, Sorø, Kalundborg, Nykøbing Sj. og Roskilde	Bårse og Nordøst-falster m.fl.	Spredte ressourcer	Spredte ressourcer, ingen indvinding
Syddanmark	Billund, Aabenraa, Haderslev, Hjortlund, Odense og Svindinge	Billund og områder mellem Kolding og Ribe. SØ Fyn og SV Fyn	Spredte ressourcer	Nybøl, Aabenraa, Varde, Vissenbjerg, Stenstrup
Midtjylland	Randers, Glatved, Skelhøje, Herup, Spørring, Rom, Tulstrup	Området mellem Ringkøbing Fjord og Silkeborg	Spredte ressourcer	Området ved Venø Bugt, Viborg-Skive, Mariager-Randersfjord, Hammershøj
Nordjylland	Himmerland, Mors og Fjerritslev	Vendsyssel	Frederikshavn, Aalborg, Thisted, Jammerbugt, Himmerland Ø	Vendsyssel, Sydthy
Bornholms Regionskommune				

6.1.3 Granit

Granitressourcerne, der kun findes på Bornholm, er på 2.020 mio. m³ (netto), hvoraf de påviste granitressourcer udgør 38 mio. m³ (tabel 6.4). Granit udgør 89 % af nettoressourcen, resten udgøres af granitisk gnejs. Fordelingen mellem brutto- og nettoressourcer er angivet i tabel 6.4 og vist i figur 6.13, og det ses, at for granit og granitisk gnejs reduceres de spekulative ressourcer med henholdsvis 35 % og 39 %, mens der ingen reduktion ses for de påviste ressourcer.

Tabel 6.4. Samlet opgørelse for granitressourcer. Alle tal i mio. m³.

Forekomststype	Brutto			Netto		
	Granit	Gran. gnejs	Total	Granit	Gran. gnejs	Total
Påviste	34	4,0	38	34	4,0	38
Sandsynlige	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spekulative	2.447	728	3.175	1.579	441	2.020
Total sum	2.481	732	3.213	1.613	445	2.058



Figur 6.13. Samlet ressourceopgørelse for de granitiske bjergarter.

6.1.4 Ler

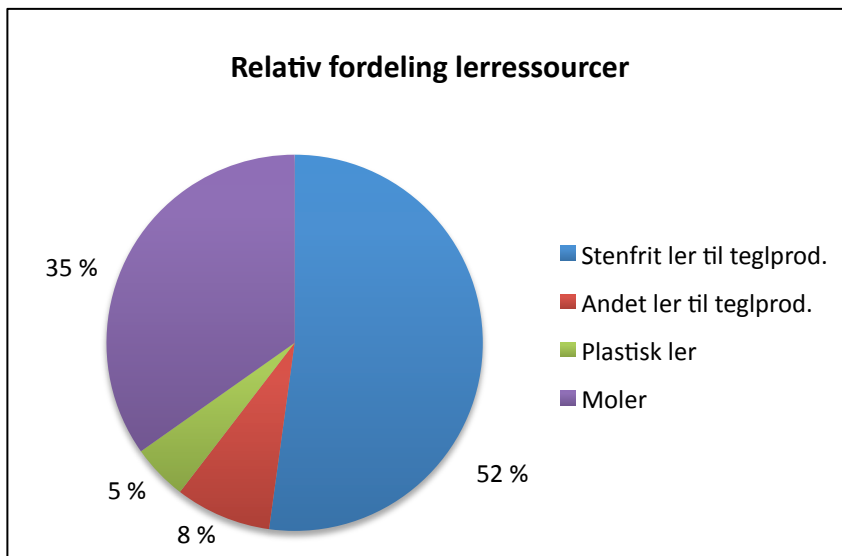
Råstofgruppen ler er sammen med granit klart den råstofgruppe med de mindste ressourcer; lers påviste ressource er på 46 mio. m³ (tabel 6.1 og 6.5). Som det fremgår af figur 6.14 er stenfrit ler til teglproduktion den dominerende påviste råstofkvalitet (52 %) efterfulgt af moler (35 %), andet ler til teglproduktion (8 %) og plastisk ler (5 %). De opgjorte mængder af ler til teglproduktion omfatter som nævnt i afsnit 4.6.1 stort set udelukkende kalkfattige lerforekomster, som giver rødlige teglprodukter. Mægtighederne af nettoressourcerne for ler i de enkelte regioner er desuden opgjort for de forskellige råstofkvaliteter og ses i figur 6.15 til 6.18.

Tabel 6.5. Samlet ressourceopgørelse for ler. Alle tal i mio. m³.

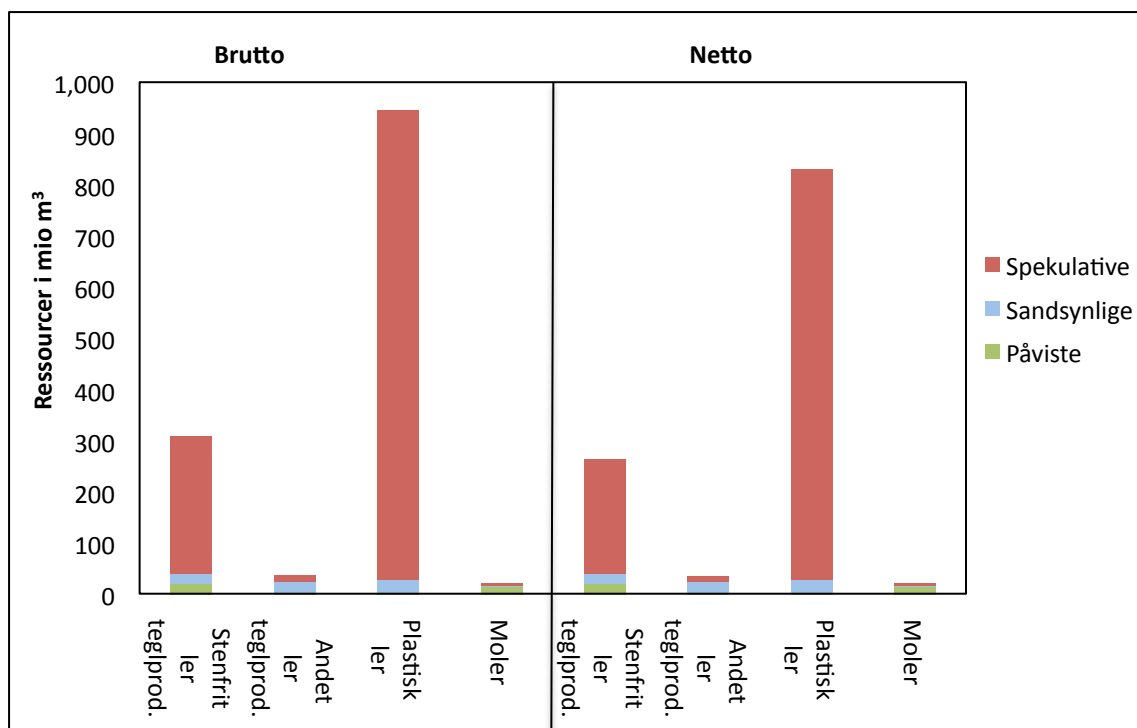
Forekomststype	Brutto					Netto				
	Stenfrit ler til teglprod.	Andet ler til teglprod.	Plastisk ler	Moler	Total	Stenfrit ler til teglprod.	Andet ler til teglprod.	Plastisk ler	Moler	Total
Påviste	24	3,8	2,2	16	46	24	3,8	2,2	16	46
Sandsynlige	29	11	27	0,5	68	28	11	27	0,3	66
Spekulative	256	12	917	5	1.190	212	10	802	5	1.029
Total sum	309	27	946	22	1.304	264	25	831	21	1.141

Ud over de opgjorte mængder af ler til teglproduktion findes ressourcer af gulbrændende kalkholdigt ler, som stort set kun er kortlagt på Fyn og derfor ikke indgår i selve opgørelsen. Antages det, at der under halvdelen af arealerne med stenfrit, rødbrændende ler (eksklusive de kortlagte områder på Fyn) findes 2 m stenfrit, gulbrændende ler, kan det løseligt anslås, at der på landsplan findes omkring 470 mio. m³ gulbrændende ler. Mængderne er dog

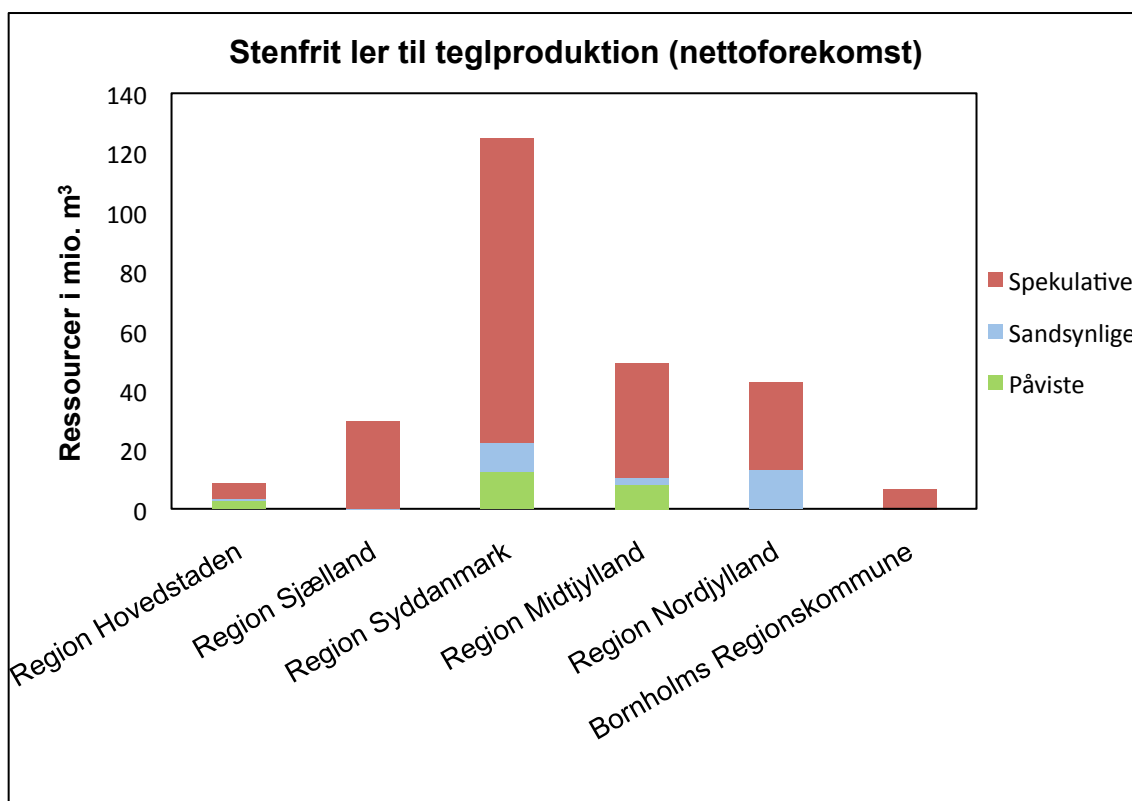
meget spekulative. Derudover har Region Syddanmark kortlagt 64 mio. m³ gulbrændende ler på Fyn, der vurderes at være sandsynlige ressourcer, se Larsen (2010) for detaljer.



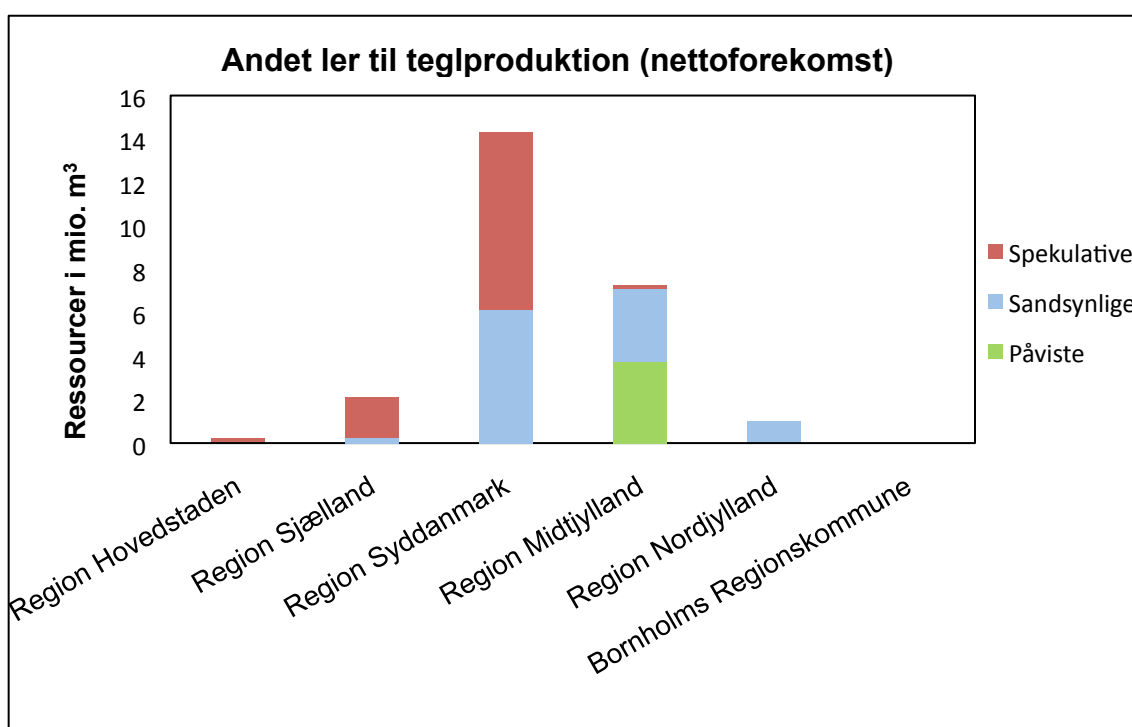
Figur 6.14. Relativ fordeling af påviste netto-lerressourcer. 100 % svarer til 46 mio. m³, jf. tabel 6.5.



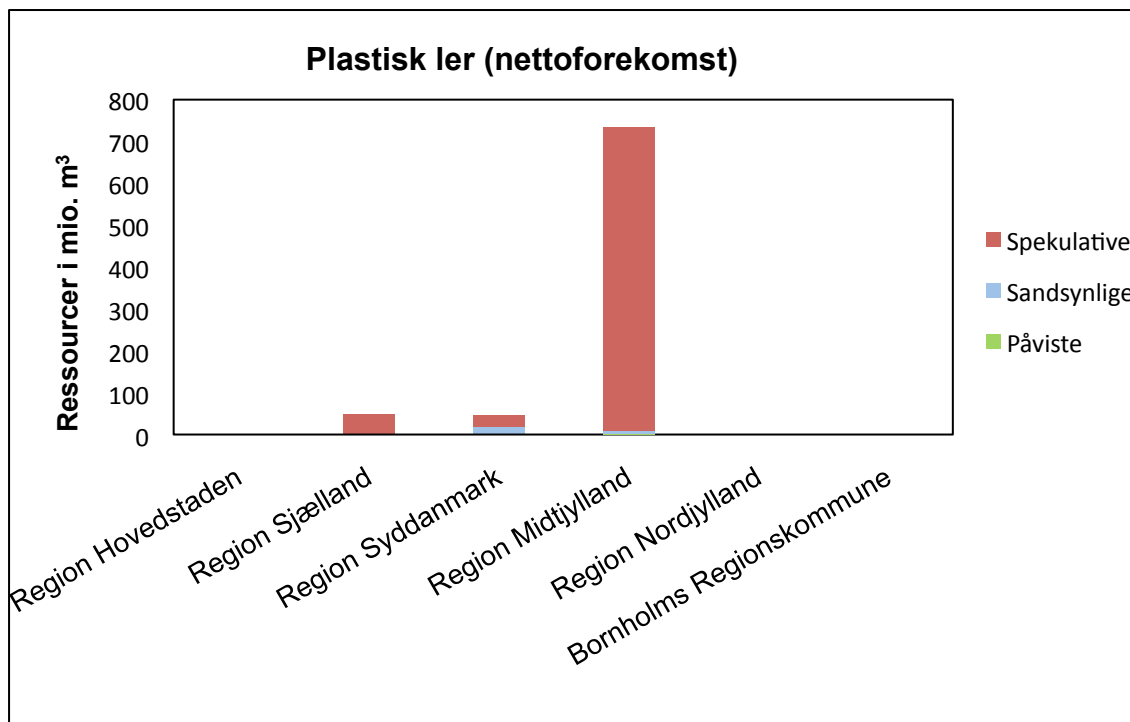
Figur 6.15. Samlet ressourceopgørelse for ler.



Figur 6.16. Nettoressourcer af stenfrit ler til teglproduktion fordelt på regioner.



Figur 6.17. Nettoressourcer af andet ler til teglproduktion fordelt på regioner.



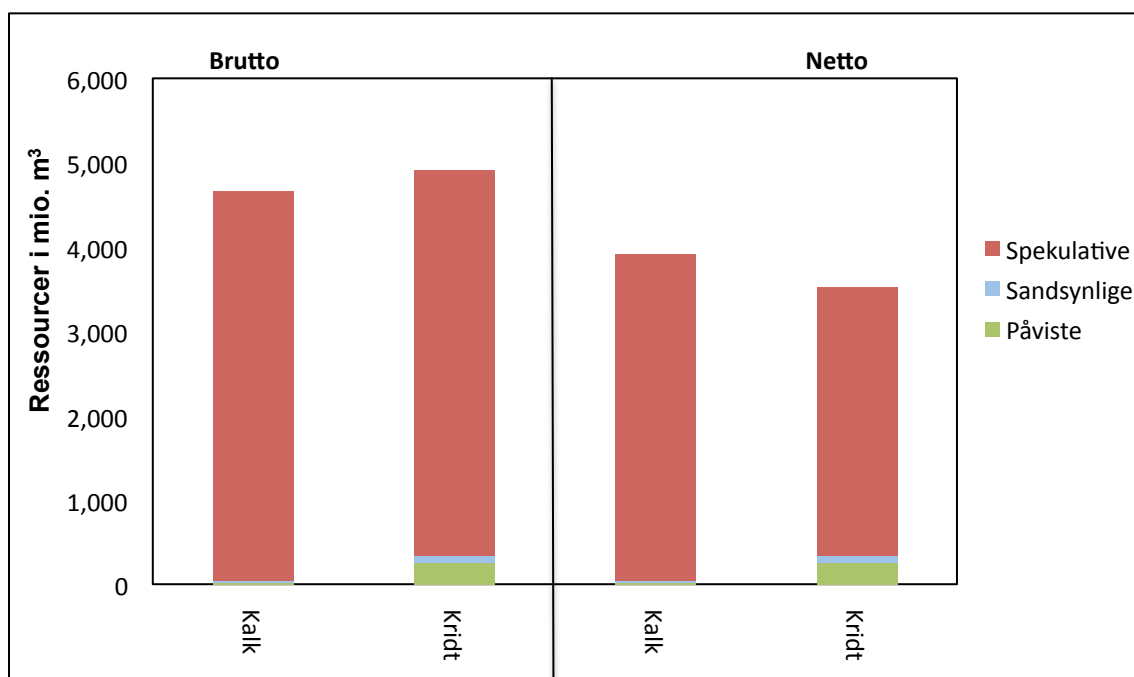
Figur 6.18. Nettoressourcer af plastisk ler fordelt på regioner.

6.1.5 Kalk og kridt

Råstofgruppen kalk og kridt er med et samlet volumen på 293 mio. m³ den 3. største råstofgruppe (tabel 6.1 og tabel 6.6). Kridt dominerer og udgør 91 % af de samlede påviste danske karbonatressourcer, mens kalk udgør 9 %. Som angivet i tabel 6.6 og figur 6.19, findes der betydelige spekulative kalk- og kridtressourcer.

Tabel 6.6. Samlet opgørelse for kalk- og kridtressourcer. Alle tal i mio. m³.

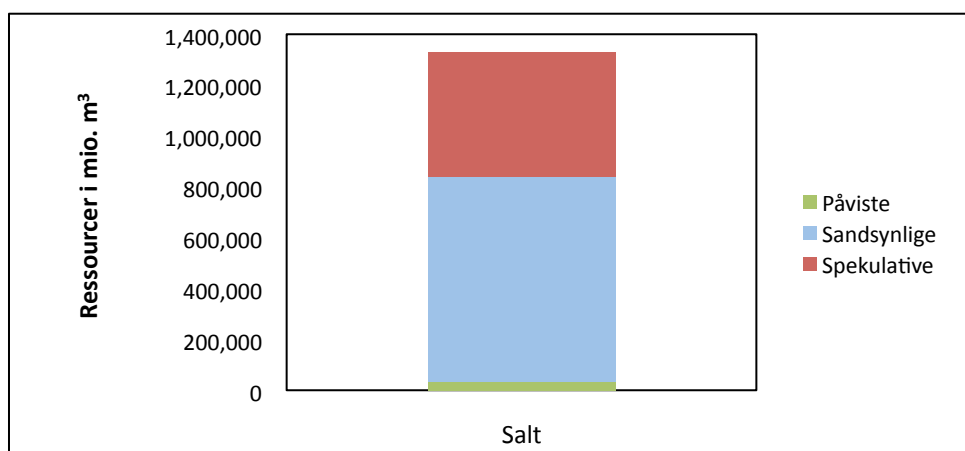
Forekomststype	Brutto			Netto		
	Kalk	Kridt	Totalt	Kalk	Kridt	Totalt
Påviste	27	266	293	27	266	293
Sandsynlige	14	75	89	14	75	89
Spekulative	4.619	4.573	9.192	3.868	3.180	7.048
Sum	4.660	4.914	9.574	3.909	3.521	7.430



Figur 6.19. Samlede opgjorte kalk- og kridtressourcer.

6.1.6 Salt

Salt adskiller sig fra de øvrige mineralske råstoffer på flere måder: 1) fundamental forskellig brydningsmetode; 2) ved at høre under [Undergrundsloven](#) og ikke [Råstofloven](#), som for de øvrige undersøgte råstofgrupper; og 3) ved kun at være fundet på stor dybde. Saltressourcerne er angivet i tabel 6.1 og figur 6.20 og er på 1.333.570 mio. m³, svarende til ca. 89 % af den samlede råstofressource, og er dermed langt den største ressourcegruppe, både samlet, men også indenfor alle tre ressourcesikkerhedsklasser. Kun ca. 3 % af saltressourcerne er påviste, mens de sandsynlige og spekulative ressourcer udgør henholdsvis ca. 61 % og 36 %. På grund af den særlige indvindingsmetode, der ikke påvirker omgivelserne uden for produktionsanlægget, er der ingen forskel mellem brutto- og nettoopgørelserne.



Figur 6.20. Samlede saltressource.

7 Sammenfatning

Denne rapport præsenterer den første samlede kvantitative analyse af de mineralske råstofressourcer for hele Danmark; både marine og landbaserede områder indgår i analysen. Formålet med rapporten er at bidrage med viden om, hvor de forskellige råstofftyper findes, og håbet er, at denne viden kan indgå i vurderinger af, hvor råstofindvinding mest hensigtsmæssigt kan foregå. Analysen omfatter råstofgrupperne: sand, grus og sten; granitiske bjergarter; ler (teglværksler, plastisk ler og moler); kalk og kridt; samt salt. Desuden angiver analysen en række råstofkvaliteter; påviste, sandsynlige og spekulative.

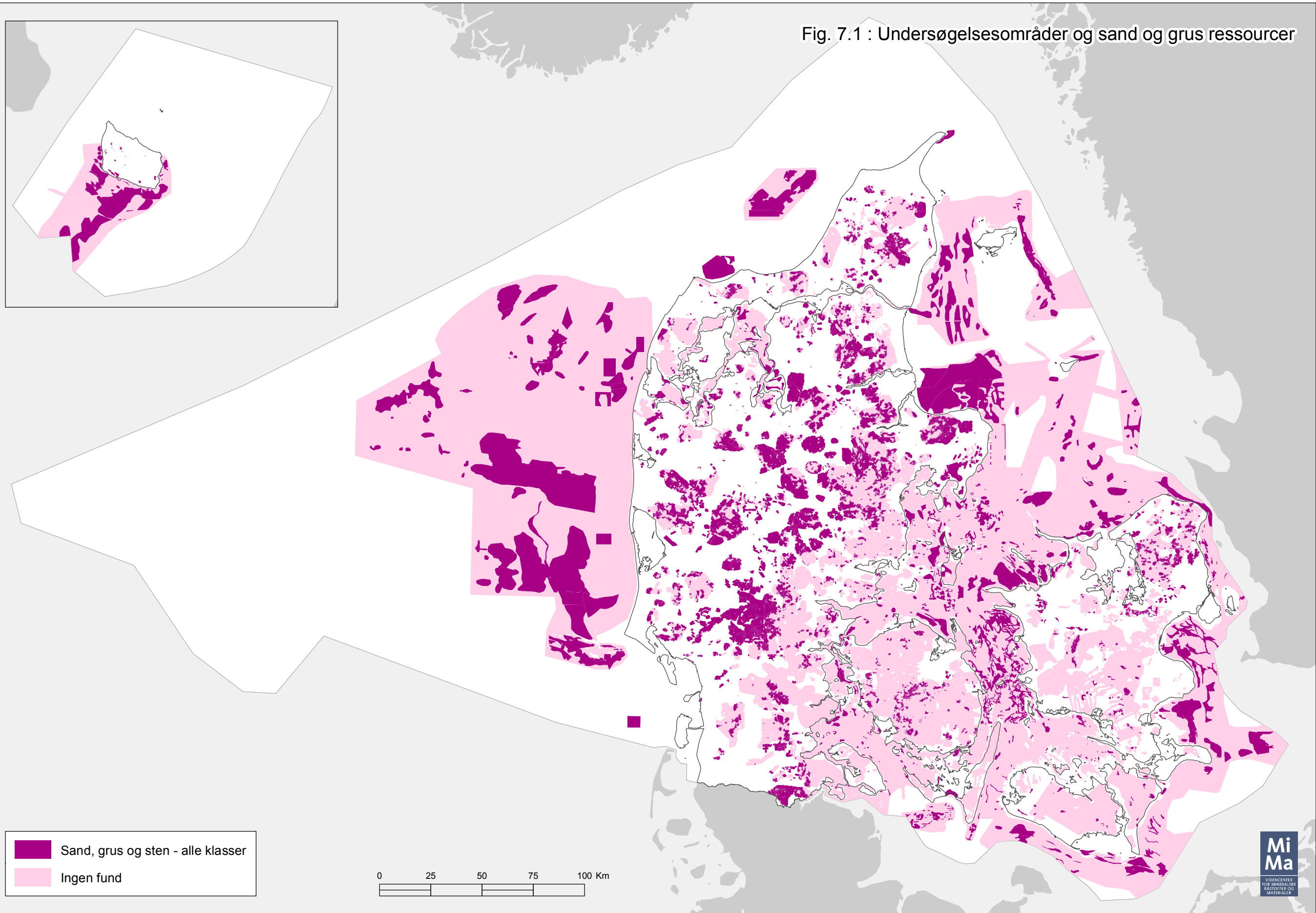
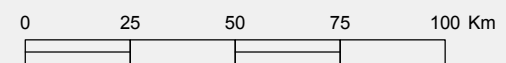
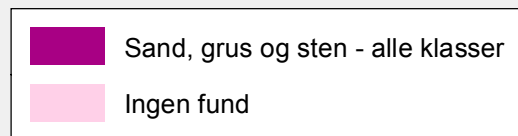
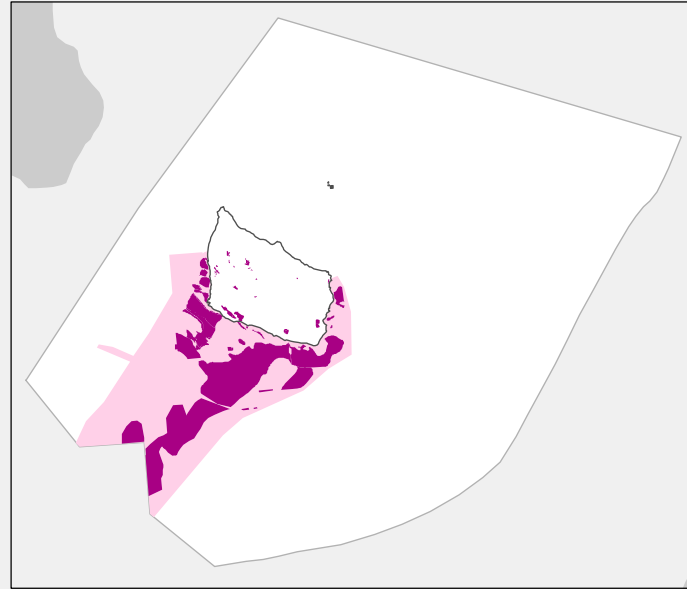
Rapporten er udarbejdet på baggrund af datagrundlag, som var tilgængeligt for GEUS oktober 2014. Kernen i opgørelserne udgøres af råstofrapporter over kortlægninger på land og til havs foretaget gennem de seneste ca. 40 år kombineret med de senest publicerede ressourceopgørelser, som er foretaget af regionerne. Som noget nyt er geofysiske data indsamlet til brug for grundvandskortlægning anvendt til supplerende screening af sand- og grusforekomster udenfor de kortlagte områder. Desuden er vurderingerne baseret på geologiske tolkninger for de enkelte geologiske miljøer. De overfladenære lerressourcer er udover råstofrapporterne vurderet på basis af oplysninger fra det geologiske jordartskort. Ligeledes er opgørelserne for salt og granit baseret på tidligere publicerede geologiske kort og rapporter. Opgørelserne omfatter, med undtagelse af salt, mængderne af tilgængelige råstoffer indenfor de øverste 25 m. Der er ikke foretaget ressourcevurderinger i områder med mere end 5 m overjord for sand, grus og sten og 10 m for kalk og kridt.

Figur 7.1 viser hvilke områder, både til havs og på land, der er undersøgt for sand, grus og sten, herunder områder hvor der findes råstofressourcer af de nævnte typer. Overordnet kan det konkluderes, at ca. 40 % af det samlede danske areal er undersøgt, og at der er fundet ressourcer i ca. 10 % af dette. For landområdet er ca. 42 % af arealet undersøgt, og der er gjort fund i omkring 13 %; for de marine områder er ca. 40 % af det samlede areal undersøgt for sand, grus og sten/ral, og der er gjort fund i omkring 9 %. De udførte råstofkortlægninger er dog meget varierende i omfang og indhold, hvorfor der stedvis er en stor usikkerhed knyttet til den benyttede klassifikation og mængdeopgørelse. Derfor er der benyttet tre ressourcesikkerhedsklasser: påviste, sandsynlige og spekulative, som henfører til, hvor velbestemt ressourcerne er.

En betydelig del af råstofressourcerne ligger i områder, hvor indvinding ikke er mulig på grund af andre arealinteresser. En række af disse forhold kan eksempelvis være fredninger, byer, veje, Natura 2000-områder o.l. Denne type områder er identificeret, og hvor disse overlapper med identificerede råstofressourcer er det overlappende volumen fratrukket – filtreret fra (og derfor benævnt filtre). Analysen angiver både brutto- og nettomængder fraregnet tre anvendte filtre.

Opgørelsen bygger på et stort og til dels uhomogent datamateriale, hvorfor der kan forekomme unøjagtigheder i fortolkning af enkelte ressourcer. Talmaterialet er behæftet med betydelig usikkerheden, men det er dog vores vurdering, at de overordnede konklusioner er retvisende. Rapporten peger desuden på områder, hvor mere viden er ønskelig.

Fig. 7.1 : Undersøgelsesområder og sand og grus ressourcer



8 Referencer og anvendt litteratur

- Al-Hamdani, Z. og Leth, J.O. 2011: Marin råstof- og naturtypekortlægning i Nordsøen 2011. Opsamling på 2010 kortlægningen. Udført i samarbejde med Orbicon A/S. GEUS rapport nr. 2011/103.
- Akzo Nobel Mariager. Hjemmeside downloadet februar 2015.
www.akzonobel.com/mariager/
- Berthelsen, A. 1989: Bornholms geologi III: Grundfjeldet, Varv 6, 1, 1–42.
- Bornholms Regionskommune 2012: Råstofplan for Bornholm 2012–2024.
- Britze, P. og Japsen, P. 1991: The Danish Basin. "Top Zechstein" and the Triassic (Two-way Traveltime and Depth, Thickness and Interval Velocity) Geological Map of Denmark 1:400 000. Geological Survey of Denmark, Copenhagen Map Series 31.
- COWI 2011: Region Hovedstaden. Geologisk kortlægning af 5 kommuner.
- Ditlefsen, C. 1988: Kortlægning af ler til teglproduktion. KORTLÆGNINGS-serie 6. Skov og Naturstyrelsen 1988.
- Jensen, J.B. 1995: Evaluering af sand og grus ressourcer på det danske havområde. Sydvestlige Kattegat, et pilotprojekt. 1-64. GEUS rapport nr. 1995/17.
- Jensen, J.B. 1997: Evaluering af sand og grusressourcer på det danske havområde. Del II Øresundsregionen. GEUS rapport nr. 1997/13.
- Jensen, J.B. 1998a: Evaluering af sand, grus og stenressourcer på det danske havområde. Del IV sammenfattende rapport. 1–71. GEUS rapport nr. 1998/129.
- Jensen, J.B. 1998b: Evaluering af sand og grusressourcer på det danske havområde. Del III Bæltregion: Kattegat Nord, Vestkysten og Bornholm. GEUS rapport nr. 1998/76.
- Jensen, J., Leth, J.O., Borre, S. og Nørgaard-Pedersen, N. 2010: Model for potentielle sand og grusforekomster for de danske farvande. Delområdet Jyske Rev – Lille Fisker Banke. GEUS rapport nr. 2010/23.
- Hansen, J., M. (Ed.) 1981: Beskrivelse af råstofgrave. KORTLÆGNINGS-serie 3. Fredningsstyrelsen 1981.
- Larsen, B. 1994: Material sammensætningen i submarine råstofforekomster – Et metodestudium. DGU kunderapport nr. 91, 1994.
- Larsen, B. og Leth, J.O. 2001: Geologisk kortlægning af Vestkysten. Regionalgeologisk tolkning og en samlet vurdering af aflejringsforholdene i området mellem Nymindegab og Horns Rev. GEUS rapport nr. 2001/96.
- Larsen, G. 2010: Råstofkortlægning af rød- og gulbrændende ler på Fyn og Øerne. Region Syddanmark 2012.
- Larsen, G. og Kornborg, C. 1994: Geologisk Set, Det mellemste Jylland, Geografforlaget.
- Lomholt, S. 2011: Efterforskning af marine råstoffer 2010. Rapportering af efterforskning af sand og grus på det danske havområde i 2010. GEUS rapport nr. 2011/130.
- Lomholt, S. og Andresen, C.S. 2013: Efterforskning af marine råstoffer 2012. Rapportering af efterforskning af sand og grus på det danske havområde 2012. GEUS rapport nr. 2013/73.
- Lomholt, S., Andresen, C.S. og Skar, S. 2014: Efterforskning af marine råstoffer 2013. Rapportering af efterforskning af sand og grus på det danske havområde i 2013. GEUS rapport nr. 2014/71.

- Lomholt, S., Jensen, D.J., Leth, J.O., Larsen, B. og Andresen, C.S. 2013: Evaluering af marine råstofressourcer i det Nordlige Kattegat. GEUS rapport nr. 2013/76.
- Lomholt, S., Leth, J.O. og Skar, S. 2013. Marin råstofkortlægning i Nordsøen 2012: Detaljeret undersøgelse af 3 delområder. Udført for Naturstyrelsen. GEUS rapport nr. 2013/5.
- Jacobsen E.M. 1985: En råstofgeologisk kortlægning omkring Roskilde. Dansk Geologisk Forening. Årsskrift for 1984, 65–78.
- Jacobsen, F.L. 1984: Lithostratigrafi af de danske zechsteinsalte I det Norsk-Danske Bassin. In: Fabricius, J. (Ed.): Zechstein Salt Danmark. Salt research Project EFP-81. Volume 1. Sammendrag af Saltforskningsprojekt EFP-81. DGU Serie C. No. 1-1984. ISBN 87 88640 08 6, 13–29.
- Jensen, J.B. 2013: Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater og ressourceopgørelse fra Kriegers Flak med special fokus på tolkning af Energinet DK data fra 2012. GEUS rapport nr. 2013/78.
- Nicolaisen, J.F., Jensen, J.B., Schmedes, M.L., Borre, S. Leth, J.O., Al-Hamdani, Z., Ad-dington, L.G., Pedersen, M.R. 2010: Marin råstof- og naturtypekortlægning i Nordsøen 2010. Rapport udarbejdet af GEUS og ORBICON for Naturstyrelsen.
- Nørgaard-Pedersen, N. og Andresen, C.S. 2013. Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater og oplæg til supplerende kortlægning af de marine råstofressourcer i områderne Køge Bugt, Fakse Bugt og nord for Fyn. GEUS rapport nr. 2013/24.
- Nørgaard-Pedersen, N. og Jensen, D.J. 2013. Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater og oplæg til supplerende kortlægning af de marine råstofressourcer i områderne Århus bugt, Samsø Nordøst, Smålandsfarvandet og Øresund. GEUS rapport nr. 2013/77.
- Nørgaard-Pedersen, N., Skar, S. og Lomholt, S. 2012. Detaljeret bearbejdning af kortlægningsresultater samt evaluering af de samlede marine råstofressourcer i området nord for Sjælland. GEUS rapport nr. 2012/101.
- Region Hovedstanden, Koncern Miljø 2012: Råstofplan 2012.
- Region Midtjylland 2012: Råstof for Region Midtjylland 2012.
- Region Nordjylland 2014: Oplæg til debat om Råstofplan 2016. Redegørelse om revision af råstofplan 2012.
- Region Sjælland 2012: Råstofplan for Region Sjælland 2012-2023.
- Region Syddanmark 2012: Råstofplan 2012 for Region Syddanmark.
- Regionskommune Bornholm 2012: Råstofplan for Bornholm 2012-2020.
- Skar, S. 2013: Evaluering af marine sand- og grusressourcer i det sydlige danske havområde – Områderne Lillebælt (542), Østersøen Vest (566), Femern Bælt (568) samt Gedser (560). GEUS rapport nr. 2013/12.
- Skar, S. og Lomholt, S. 2012. Efterforskning af marine råstoffer 2011. Rapportering af efterforskning af sand og grus på det danske havområde i 2011. GEUS rapport nr. 2012/57.
- Viborg Amt 2005: Regionplan for Viborg Amt

9 Bilagsoversigt

Bilag A: Sand, grus og sten – marine ressourcer

Bilag B: Sand, grus og sten – landressourcer

Bilag C: Granit

Bilag D: Ler, kort

Bilag E: Ler, ressourceberegninger

Bilag F: Kalk og kridt

Bilag G: Salt

Alle bilag er publiceret i separat bilagskompendium, se <http://mima.geus.dk/publikationer/>.

Geocenter Danmark er et formaliseret samarbejde mellem de fire selvstændige institutioner De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Institut for Geoscience ved Aarhus Universitet samt Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning (IGN) ved Københavns Universitet og Geologisk Museum under Statens Naturhistoriske Museum.

9 788778 714060

MiMa rapport 2015/1

Danske mineralske råstofressourcer Kvantitativ analyse baseret på geologiske og geofysiske data

Udbygning af infrastruktur, nye materialer og øget købekraft internationalt giver stigende efterspørgsel på mineralske råstoffer, både med hensyn til mængder (volumen) og antal (forskellige mineraler/råstoffer). Mineralske råstoffer indgår i næsten al infrastruktur og forbrugsvarer og er derfor helt uundværlige for moderne samfund. Overalt i verden udgør sand og grus nogle af de vigtigste råstoffer, da de især anvendes til bygge- og anlægsopgaver. Sådan er det også i Danmark.

Denne rapport er den første samlede opgørelse af Danmarks mineralske råstofressourcer og er tænkt som et redskab til langsigtet planlægning af råstofindvindingen i Danmark. Rapporten er udført af Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) i regi af De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS).

Opgørelsen omfatter sand, grus og sten, granit, ler, ekspanderende ler, diatomit-ler, kalk/kridt og salt og er baseret på eksisterende, tilgængelige geologiske og geofysiske data. Datagrundlaget for henholdsvis landområder og marine områder er ikke homogent, og ressourcerne er derfor inddelt i klasserne påviste, sandsynlige og spekulative i forhold til den foreliggende viden i et givet område. Da en betydelig del af ressourcerne ligger i områder, hvor indvinding ikke er mulig, eller er i konflikt med andre arealinteresser, er opgørelsen i første omgang reduceret i forhold til, hvad der dækkes af byzoner, veje, fredede områder, lavvandede og/eller dyndede marine arealer samt Natura 2000-områder. Kun en lille del af de beregnede mængder vil dog være til rådighed for indvinding, når der skal tages hensyn til andre lokale forhold. Ressourcemængderne er kortlagt og beregnet for i alt 143 områder – heraf 98 kommuner og 45 marine projektområder, og de samlede nationale ressourcer er opgjort og sammenfattet i landsdækkende kort.

Rapporten udgør første fase af en undersøgelse af de danske mineralske råstoffer. De efterfølgende faser vil omfatte en analyse af råstofindvindingens geografiske og produktmæssige fordeling samt en værdikædeanalyse af de danske råstofforbrugende brancher.

Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) er et rådgivende center under De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS). MiMa formidler viden om mineralske ressourcers værdikæde fra efterforskning og udvinding til forbrug, genanvendelse og udviklingen af nye teknologier