

Alternativ disponering av avgangsmasse fra Nussir og Ulveryggen

6. april 2011



Anders Bonden, rådgiver
Bergfald Miljørådgivere
Kongens gate 3
0153 Oslo
23 00 0590
bonden@bergfald.no

Innhold

Alternativ disponering av avgang fra gruvedrift i Nussir og Ulveryggen	3
Beskrivelse av avgangen, egenskaper og hva den kan være egnet til.....	3
Massestabilitet.....	4
Xantater	5
Sedimenteringshastighet og flokkuleringsmiddel.....	5
Norsk regelverk for forurenset grunn og forurenset sjøbunn	6
Tildekking av forurenset sjøbunn i Hammerfest havn	7
Kyst- og flomvern i Nederland.....	9
Kontakt med nederlandske myndigheter og organisasjoner.....	11
Vann- og avløpsverk.....	11
Forskere og institusjoner	11
Krav til masser som er i bruk i dag i Nederland	12
Konsekvenser av dagens masseuttak til Nederlandske diker	14
Klimaeffekter av sugemudring	14
Organisering av flomvern i andre land	17
England.....	17
USA	17
Tyskland.....	17
Andre bruksområder.....	18
Utvinning av fosfor og kalium	18
Asfaltproduksjon	20
Betongproduksjon	20
Artikler om havstigning samlet vinter/vår 2011	22

Alternativ disponering av avgang fra gruvedrift i Nussir og Ulveryggen

I Norge er avgang fra gruveindustrien hovedsakelig å regne som avfall, masser uten bruksområde der det må tas en avveining om den minst miljøskadelige måten å disponere massene. I Norge er nå EUs mineralavfallsdirektiv på høring. Direktivet ble til som følge av ulykker med dambrudd, der store mengder forurensning ble spredd med store miljøkonsekvenser. Formålet med direktivet er å forhindre eller redusere negative miljø- og helseeffekter fra håndtering av avgang fra mineralindustrien.

For gruver er alternativene ofte sjødeponi, landdeponi eller en kombinasjon av disse to. Nussir må deponere et totalvolum på mellom 20 og 25 mill m³ avgang over gruvens levetid. Produksjonen vil trappes opp mot mot 1 – 2 mill. tonn i året. Dette kapitlet vil ta for seg alternative måter for disponering av avgangen fra Nussir og Ulveryggen.

Avhengig av en rekke parametere, kan avgang brukes i betongvareindustri, asfalt til veidekke, stabiliseringsmasser ved veibygging, overdekking av forurenset grunn til lands og overdekking av forurenset sjøbunn i havnebassenger og fjorder. Avgang kan også inneholde mineralske råstoffer med sekundær nytteverdi. Ethvert nytt gruveprosjekt bør derfor se på mulighetene for å finne nytteverdi av sin avgang.

Mange slike alternative anvendelser vil støte på kostnadsutfordringer. Dels knyttet til transport og dels knyttet til at utfyllinger og lignende ofte er kortvarige prosjekter, mens produksjonen av masse fra gruva er konstant.

Menneskeskapte utslipp av klimagasser har derimot skapt et nytt og økende marked for masser.

Jordens temperatur stiger, og som følge av dette stiger også havnivåene. Termisk ekspansjon, utvidelse av havets volum som følge av økt temperatur, fører til at havet i gjennomsnitt stiger med 3 mm årlig. I tillegg fører is-smelting til at vannstanden stiger med 1,3 mm årlig (American Geophysical Union, 2011). Totalt stiger havene på denne måten med 4,3 mm årlig. I henhold til IPCC er trenden i utslipp og temperaturstigning økende, så mot slutten av Nussirs planlagte driftsperiode vil havøkningen trolig ligge opp mot 6 mm/år.

Flere land i verden har i dag landområder som ligger under havoverflaten eller i utsatte områder. Flere land synker også i forhold til landområdene rundt seg. Nederland er et slikt land. Store deler av landet ligger under havoverflaten, på det meste mer enn 6 meter under. Dessuten synker vestkysten av Nederland med 0,5 – 1 mm årlig på grunn av utvinningen av naturgass. Havoverflaten stiger med 4,8 – 5,3 mm årlig totalt i forhold til Nederlands kyst.

Bruk av avgang fra Nussir og Ulveryggen til dikebyggingsprosjekter er et av alternativene som vi ser på i dette kapitlet. Vi dekker også mulighetene for å bruke avgangsmassene til oppryddingsprosjekter i norske fjorder og havneområder.

Beskrivelse av avgangen, egenskaper og hva den kan være egnet til

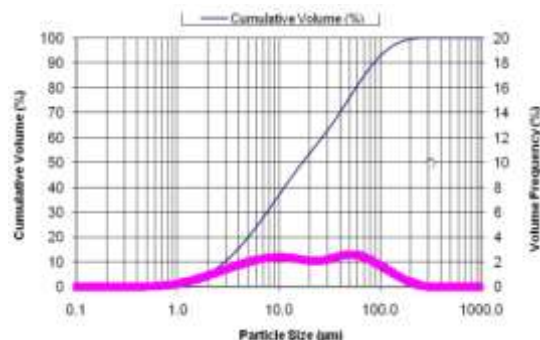
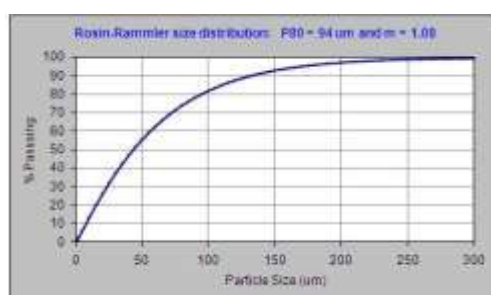
Avgangens fysiske og kjemiske egenskaper er beskrevet tidligere i konsekvensutredningen på bakgrunn av tester utført blant annet av SGS og NIVA. Vi vil

i denne seksjonen begrense oss til egenskapene som er viktige for alternative disponeringer av avgangen.

Massestabilitet

Bergfald Miljørådgivere har ikke foretatt egne stabilitetstester av avgangsmassene, kun vurdert stabiliteten ut fra tilsendte mineralogiske studier og tidligere utførte sedimenteringstester.

Som en integrert del av prosessutviklingen er det foretatt flere tester av partikkelfordeling, sedimenteringshastighet mv.. Nedmalingen er dimensjonert for å maksimere fangsten av verdimetallene. Fangsten ligger typisk fra 92 til 95 prosent av kobberinnholdet, og etterlater bare svært tungt løselig kobber. Kornstørrelsen er



Bilde 1: Fordelingskurver over partikkelstørrelse

ganske finkornet: 50 prosent av mengden er < 40 mikron i en test og <20 i en annen.

Avgangsmassene domineres av silikatpartikler, opptil 50 prosent av totalvolumet. Silikatpartikler danner ved knusing relativt skarpe kanter, noe som gjør at sedimenterte masser pakkes tett og danner harde lag. Dette er gunstig for å unngå sedimentdrift.

Massene inneholder en del dolomitt, og er derfor basiske. Avgangsprøvene viser en gjennomgående pH på 9,3. Sjøvann holder normalt pH på ca. 8,1. Tidligere var sjøvann enda mer basisk. Man regner ofte med et førindustrielt nivå på 8,3. Forsuringen av havet regnes for å være et av de mer alvorlige utslagene av drivhuseffekten, blant annet gjennom ødeleggelse av korallrev. Tilførsel av masser med svakt basisk innhold vil ikke forverre dette. Tvert imot vil det være et lite bidrag til å bremse forsuringen.

Det er foretatt tester ved SGS i Canada med sedimenter i både sjøvann og ferskvann, under forskjellige betingelser, både med og uten tilsats av en flokkulant. NIVA i Norge har foretatt parallelle tester, inkludert med tilsats av en flokkulant.

Basert på SGS og NIVAs foreløpige rapporter tyder alt på at massene sedimenterer svært raskt.

I kontrast består de marine sedimenter som brukes som dikemateriale i Nederland i dag stort sett av leire- og siltpartikler med størrelse < 5 mikron. Partiklene er gjennomgående rundere, og massene inneholder i tillegg organisk materiale. Alt dette gjør at Nussirs avgangsmasser har raskere sedimenteringshastighet og høyere massestabilitet enn de massene som brukes i dag.

Xantater

Xantat-nivået i avgangen er målt til under deteksjonsgrensen på 5 mg/L. Denne deteksjonsgrensen er høyere enn grensen for akutt toksisitet observert hos vannlevende organismer. Det er manglende dokumentasjon for miljøegenskapene i stoffet. For å vurdere om innholdet av xantater i avgangen vil være et hinder for å bruke massene i prosjekter som beskrives under må det testes mer nøyaktig og miljøegenskapene må dokumenteres.

Sedimenteringshastighet og flokkuleringsmiddel

Magnafloc 10 er klassifisert som toksisk basert på innholdet av akrylamid. Akrylamid er ikke bioakkumulerende og brytes ned innen 10 dager. Konsentrasjonen av akrylamid i Magnafloc 10 er lav. Akrylamid er i tillegg svært løselig i vann, og det er derfor sannsynlig at stoffet i hovedsak vil følge vannet som gjenvinnes fra avgangen. Dette underbygges av forsøk med avgang etter behandling med Magnafloc 10 gjort ved Sydvaranger gruve. I forsøkene ble akrylamid ansett som eneste kjente toksiske stoff i avgangen. Forsøk med fisk, alger og børstemark kunne ikke dokumentere toksiske effekter. Det er derfor sannsynlig at bruk av flokkuleringsmiddel ikke vil gi noen toksisk påvirkning på avgangen.

Bruken må likevel overvåkes nøye, og prosessene må optimaliseres for å bruke minst mulig Magnafloc 10.

Norsk regelverk for forurenset grunn og forurenset sjøbunn

Klif har laget tilstandsklasser for forurenset grunn og sjøbunn i Norge, med tilhørende veiledning om hva grunn i forskjellig forurensningsgrader kan brukes til. Klassifiseringen varierer fra 1 (meget god) til 5 (svært dårlig). Det er utført tester på avgangsmassene fra Nussir som viser resultater som varierer mellom tilstandsklasse 1 og 4.

Arsen er ikke funnet over deteksjonsgrensen på 0,2 mg/kg. Dette tilsvarer tilstandsklasse 1, meget god.

Bly er ikke funnet over deteksjonsgrensen på 20 mg/kg og tilsvarer tilstandsklasse 1. En test med lavere deteksjonsgrense har funnet 1,67 mg/kg bly.

For kadmium gjelder også at funnet er under deteksjonsgrensen, den er her på 0,1 mg/kg og dermed er denne også innenfor grensen til tilstandsklasse 1.

Kvikksølv er målt opp til 0,3 mg/kg noe som tilsvarer tilstandsklasse 1.

Kobberverdiene som er målt i avgangen varierer mellom 507 og 1400 ppm. Målet til gruen vil være at denne restverdien er så lav som mulig, ettersom kobber er produktet som utvinnes. Det er rimelig å anta at avgangen i virkeligheten vil ligge i den nedre delen av intervallet ved produksjon. Dersom restverdien av kobber holdes under 1000 mg/kg vil dette tilsvare tilstandsklasse 3.

Den høyeste målte verdien av sink er 59 mg/kg og det tilsvarer tilstandsklasse 1.

For krom er den høyeste målte verdien 823 mg/kg hvilket tilsvarer tilstandsklasse 4. Det er også gjort tester som ikke har funn over deteksjonsgrensen på 40 mg/kg som tilsvarer tilstandsklasse 1. Dette gjelder også nikkel som er målt fra 37 mg/kg til 355 mg/kg.

Det er i pågangen målt verdier av krom og nikkel som er langt lavere enn de målte verdiene i avgangen. Det er i en prosess der 2 % av massene tas ut gravimetrisk ikke mulig å få en slik opphopning av konsentrasjonen av disse metallene. Vi regner derfor med at den høyeste verdien for hvert av stoffene som ligger veldig høyt over de andre målingene er et resultat av målefeil. Resten av målingene ligger godt innenfor tilstandsklasse 3.

Masser med tilstandsklasse 3 kan i Norge brukes til toppjord i sentrumsområder, grunn under kontorer og forretninger samt i industri- og trafikkarealer. Masser med denne tilstandsklassen kan også brukes i dypereliggende jord (>1 m) i boligområder. Resultatene av tester på avgangen i forhold til tilstandsklassene for forurenset grunn står oppført i Tabell 1.

Tilstand/ Metall	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	Nussir avgang
Arsen	< 8	8-20	20-50	50-600	600-1000	< 0,2
Bly	< 60	60 -100	100-300	300-700	700-2500	1,67
Kadmium	<1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000	< 0,1
Kvikksølv	<1	1-2	2-4	4-10	10-1000	< 0,3 -0,3
Kobber	< 100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000	>500<1000
Sink	<200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000	19-59
Krom (III)	<50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000	< 40 - 823
Krom (VI)	<2	2-5	5-20	20-80	80-1000	-
Nikkel	< 60	60- 135	135-200	200-1200	1200-2500	37-355

Tabell 1: Tilstandsklasser for forurenset grunn. Alle tall i mg/kg .

Det er strengere krav til klassifiseringen for forurenset sjøbunn i Norge. Kobberinnholdet vil her føre til en klassifisering som tilstandsklasse 5, svært dårlig, mens det for de andre parametrene vil variere mellom bakgrunnsnivå (klasse 1) og dårlig (klasse 4). Et interessant aspekt som ikke framkommer av klassifiseringssystemet er hvor tilgjengelig metallene er for miljøet rundt seg. Til tross for høye verdier av kobber i avgangsmaterialet, viser utlekkingstestene forskjellige resultater fra liten til betydelig utlekking.

Dersom det i virkeligheten er liten utlekking kan dette skyldes at kobberet i avgangen fra Nussir er det som ligger igjen inne i partiklene til tross for omfattende prosessering for å få kobberet ut. Kobber i vanlig byjord, havnesedimenter og lignende er i hovedsak løst kobber fra en rekke bruksområder. Biotilgjengeligheten kan derfor ikke sammenliknes.

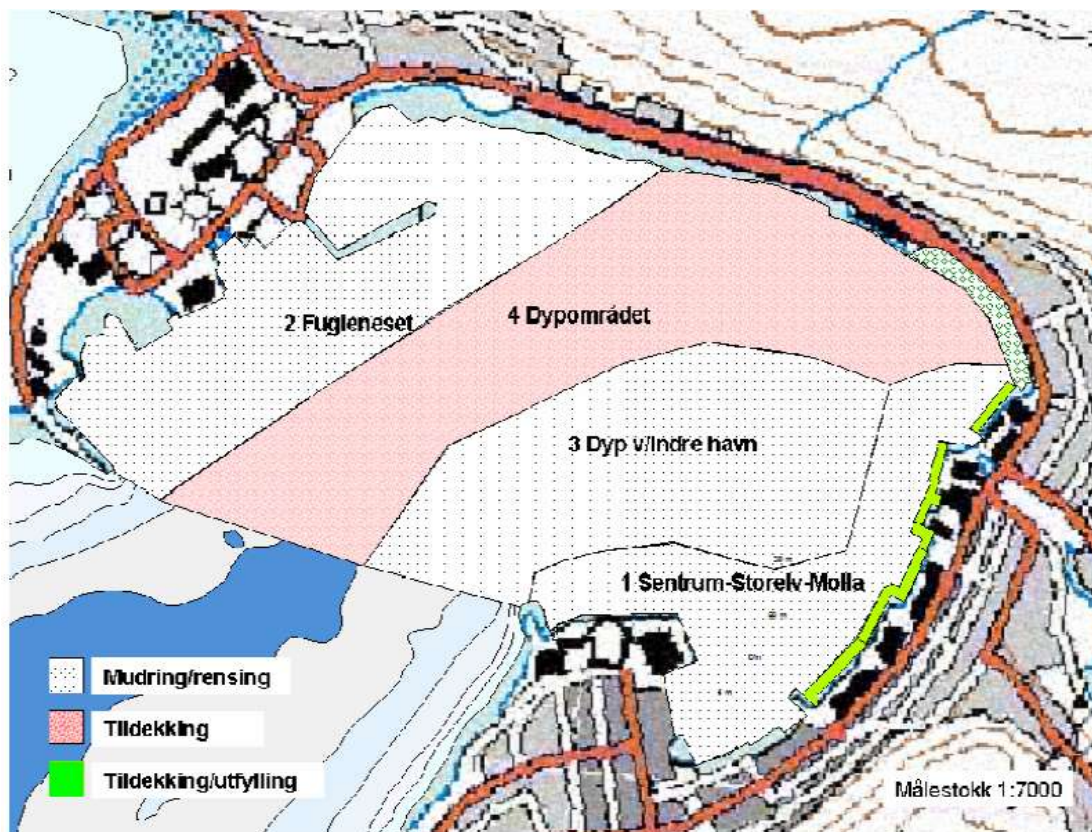
Det er utført flere utlekkingstester for å se hvorvidt metallene er tilgjengelige i vann og for biologisk liv. Disse testene viser forskjellige resultater og det kan ikke konkluderes på bakgrunn av disse resultatene. Det må gjennomføres flere tester for å finne ut den reelle utlekkingen. Prosessen må også optimaliseres for å redusere restverdien av kobber, krom og nikkel for at avgangsmassene skal kunne brukes i Norge.

Tilstand/ Metall	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	Nussir avgang
Arsen	< 20	20-52	52-76	76 - 580	>580	< 0,2
Bly	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720	1,67
Kadmium	<0.25	0.25 - 2.6	2.6 - 15	15 - 140	>140	< 0,1
Kvikksølv	<0.15	0.15 - 0.63	0.63 - 0.86	0.86 - 1.6	>1.	< 0,3 -0,3
Kobber	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220	>500<1000
Sink	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4500	>450	19-59
Krom	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000	< 40 - 823
Nikkel	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840	37-355

Tabell 2: Tilstandsklasser for forurenset sjøbunn. Alle tall i mg/kg.

Tildekking av forurenset sjøbunn i Hammerfest havn

Et område som har pekt seg ut som mulighet for lokal disponering av masser som miljøtiltak er tildekking av forurensete sedimenter i Hammerfest havn. Det er dypområdet av havna som skal tildekkes, og tildekkingen skal skje fra 2014. Målet med tildekking er å oppnå tilstandsklasse 2 i havnen. Hammerfest havn er i dag preget av betydelig forurensning av organiske miljøgifter som PAH, PCB og TBT. Dette er organiske miljøgifter som er lett tilgjengelig for biologisk liv. Forurensningsgraden er lavere for tungmetaller. I det aktuelle tiltaksområdet er det forurensning av organiske miljøgifter som utgjør trusselen (Fylkesmannen i Finnmark Miljøvern avdelingen, 2006). Innholdet av kobber i avgangen tilsier at det ikke vil være mulig å oppnå tilstandsklasse 2 ved å bruke massene til tildekking i Hammerfest havn.



Bilde 2: Mulige tiltak i Hammerfest havn (Fylkesmannen i Finnmark Miljøvernnavdelingen, 2006).

Kyst- og flomvern i Nederland

Nederland er avhengig av å beskytte seg mot havet. En fjerdedel av landet ligger under gjennomsnittlig havnivå. Uten diker ville 65 prosent av landet blitt oversvømt. Også mesteparten av nasjonalproduktet produseres under havoverflaten, der det bor flest mennesker. På det meste ligger landet 6,7 meter under havoverflaten, rett vest for Rotterdam. Nederland har en dobbel utfordring i at havene stiger, samtidig som landarealene, spesielt på vestsiden av landet, synker.

Mellom 9. og 13. århundre var det store tap av landarealer til vannet. I 1421 skjedde den såkalte St. Elizabeth-oversvømmelsen, som resulterte i en stor innenlands sjø. De kjente nederlandske vindmøllene har siden introduksjonen mellom 1250 og 1600 blitt brukt til pumpe vann vekk fra jordbruksområder. I denne tiden ble det også opprettet samfunnsgrupper for å dele på ansvaret og kostnadene ved å bygge og vedlikeholde diker. Disse er forgjengerne til dagens Waterschappen, eller vannmyndigheter.

I 1953 var det igjen en stor flom i Nederland. Denne krevde 1800 menneskeliv og førte til store omveltninger i organiseringen av flomvernet i Nederland. Det som tidligere hadde vært 2500 vannmyndigheter, ble nå til 26 større vann- og avløpsverk med større ansvar, fullmakter og økonomi. Denne flommen førte også til byggingen av Deltaprojektet, et beskyttelsessystem mot flom i deltaet til elvene Rhinen, Maas og Schelde.

Vann- og avløpsverkene i Nederland er det fjerde forvaltningsnivået i Nederland, mens Norge eksempelvis har tre. De har anledning til å kreve inn skatter til vann- og avløp. De har også det totale ansvaret for flomvern i sine områder.

Det blir årlig brukt over 40 milliarder kroner på å bygge og vedlikeholde de 3450 kilometerne med diker og annet flomvern i Nederland. Finansieringen kommer fra alle fire forvaltningsnivåene i Nederland, med hovedvekt på vann- og avløpsverkene og sentrale myndigheter. Vedlikehold er en viktig oppgave og tilstanden til alle diker sjekkes hvert femte år mot kvalitetskravene og sikkerhetsnivået til hver enkelt dike. De sterkeste dikene skal tåle alt opp til 10000-årsstormer.

Den nederlandske Deltakommisjonen leverte i 2008 en rapport til myndighetene om hvordan Nederland skal klimasikres. Havene stiger og et land som Nederland må være forberedt. Det er derfor utarbeidet en plan for hvordan Nederland skal takle havstigning og villere vær de neste hundre årene. Det vurderes om noen diker skal få økt sikkerhet til 1:100 000, altså at de skal kunne stå i mot 100000-årsstormer.

Dagens ytre flomvern baseres i hovedsak på to modeller. I sørlige del av Nederland mudres utløpet av de store elvene fortløpende, dette er elvesedimenter som kontinuerlig tilføres fra Rhinen. Disse massene disponeres til dikene. I vest og i nord baserer man seg i stor grad på sugemudringsbåter som henter havsedimenter fra Nordsjøen og frakter disse inn til kysten.



Bilde 3: Inndeling av lokale vannverk i Nederland.

Kontakt med nederlandske myndigheter og organisasjoner

For å avklare regelverket for bruk av masser har det blitt tatt kontakt med forskjellige vann- og avløpsverk på kysten av Nederland. Vann- og avløpsverkene som er kontaktet står oppført under med kontaktinformasjon. Det samme gjelder forskere, organisasjoner og sentrale myndigheter som er kontaktet i forbindelse med undersøkelsene.

Vann- og avløpsverk

Rijnland

<http://www.rijnland.net>

post@rijnland.net

Wetterskip Fryslân

<http://www.wetterskipfryslan.nl/>

info@wetterskipfryslan.nl

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

<http://www.hhnk.nl/>

info@hhnk.nl

Noorderzijlvest

<http://www.noorderzijlvest.nl/>

info@noorderzijlvest.nl

Forskere og institusjoner

Dr. Jack Middelburg

Universitetet i Utrecht

Forfatter av flere rapporter om tilstanden i Nordsjøen.

j.middelburg@geo.uu.nl

Dr. Henk de Haas

Det Kongelige Nederlandske institutt for havforskning.

henk.de.haas@nioz.nl

Deltares

Ledende uavhengig institusjon for forskning. Spesielt innen områdene vann og jord.
info@deltares.nl

Også nederlandske organisasjoner har blitt kontaktet. Det er innledet kontakt med Nordsjøstiftelsen i Nederland, samt Seas at Risk. Dette er organisasjoner som blant annet arbeider med problemene som skapes av dagens masseuttak fra Nordsjøen og søker å endre denne praksisen eller gjøre den mer miljøvennlig. Kontakt med flere organisasjoner, som de store internasjonale miljøvernorganisasjonene sine lokale avdelinger i Nederland, kan også bli viktig fremover. Et samarbeid med organisasjonene vil tydeliggjøre at vi kan løse flere utfordringer på én gang ved gjenbruk av avgangsmasser.

Krav til masser som er i bruk i dag i Nederland

Dagens massebruk reguleres gjennom Soil Quality Decree, jordkvalitetsloven. Kapittel 4, seksjon 35, beskriver hva som er omfattet av kapitlet.

d. the use of excavated soil or dredged material in raising land in hydraulic engineering constructions and for the infill of surface water with a view to flood protection, the objectives of Article 4 of the Water Framework Directive, the protection of the quality of nature and the smooth and safe movement of shipping;

Avgang kan ikke regnes verken som *excavated soil* eller *dredged material*, men vi søker å supplere bruken av disse materialene, så vi må regne med at det samme regelverket må bli gjeldende.

Det er også strenge krav til import av masser, som beskrives i soil quality decree seksjon 28:

1. The manufacture, import, possession for use in the Netherlands or for trade purposes for the Dutch market, transport, provision to another person or use of building materials is prohibited, unless:

a. the composition values and emission values of the building material have been determined on the basis of the parameters specified in appendix 1 of this decree and have been designated by decision of Our Ministers in accordance with the methods laid down in decision of Our Ministers by or under the supervision of an approved person or institution;

b. a person or institution designated by decision of Our Ministers has established in a manner prescribed by decision of Our Ministers that the values referred to under a do not exceed the maximum composition and emission values established by decision of Our Ministers;

c. an environmental declaration issued subject to conditions laid down in decision of Our Ministers shows that the provisions under a and b are complied with; and

d. the relevant batch is accompanied by a delivery note containing the information prescribed by decision of Our Ministers.

2. By decision of Our Ministers, rules shall be laid down prescribing the cases in which a delivery note as referred to in the first subsection under d is not required.

3. A person who uses the building materials shall retain the accompanying environmental declaration and the delivery note for a period of five years from the time when the building materials are used and shall on request surrender that declaration or delivery note to the competent authority.

4. By decision of Our Ministers, rules shall be laid down with respect to the combining and splitting of batches of building materials.

5. The use of building materials in contravention of Section 5, first and seventh subsections, of this decree is prohibited.

I seksjon 40 blir det bestemt at jord som brukes skal få dokumentert sine miljømessige egenskaper etter metode bestemt av departementet. Seksjon 41 viser til at testene skal gjøres ut fra listen i Appendix 1. Dette er en omfattende liste over stoffer og forbindelser det skal testes for.

Når det kommer til diker er det et todelt regelverk. Det er nasjonale regler, samt mulighet for lokale regler. Nasjonalt gjelder at masser med forurensing innenfor

bakgrunnsverdiene alltid kan brukes. I tillegg er det mulighet for lokale krav. Bakgrunnsverdiene står beskrevet i Tabell 3.

Tilstand/ Metall	Bakgrunn	Maks boligområder	Maks industri	Intervensjons- verdi	Nussir avgang
Barium	190	550	920	Granskes	387 - 1260
Kadmium	0,6	1,2	4,3	13	< 2
Kobolt	15	35	190	190	8-96
Kobber	40	54	190	190	500 - 1400
Kvikksølv	0,15	0,83	4,8	36	< 0,3 -0,3
Bly	50	210	530	530	20
Molybden	1,5	88	190	190	< 10 - 13
Nikkel	35	39	100	100	37-355
Sink	140	200	720	720	19-59

Tabell 3: Nederlandske grenseverdier for forurenset jord. Alle tall i mg/kg. (Departementet for bebyggelse, arealplanlegging og miljø, 2010).

I Nederland er det noen av kriteriene til innhold av tungmetaller som er strengere enn kravene i Norge, mens noen er lettere. Det er naturlig i dette tilfellet å sammenligne Nederlands makskrav til masser til bruk til industriformål med Norges tilstandsklasse 3 for forurenset grunn ettersom det til dels er overlappende funksjonsområder. Nederland opererer også med en intervensjonsverdi. Det er når masser som tas opp av bakken ikke uten videre kan brukes. Da skal den enten deponeres eller renses.

Det er spesielt interessant å se på kobberverdien ettersom det her er stor forskjell på norske krav (< 1000 mg/kg) og nederlandske krav (<190). Det er nevnt tidligere at Nussir vil optimalisere driften til å ta ut så mye kobber som mulig, og at restinnholdet av kobber vil ligge i det lavere intervallet av testene. Det er allikevel så langt over intervensjonsverdien i Nederland at det er lite trolig at man vil kunne benytte avgangsmassene uten videre testing.

Det må undersøkes nærmere om masser til bygging av diker omfattes av dette regelverket eller om de omfattes av et annet regelverk. Det er lite sannsynlig at sjøbunn som sugemudres testes før sedimentene spyles på land. Samtidig er dette havområdet resipient for tilførsel av tungmetaller og organiske miljøgifter fra blant annet Rhinen.

Det er grunn til å forvente at det er høyere nivå av biologisk tilgjengelige metaller og miljøgifter i de masser som i dag brukes i Nederland, både elvesedimenter og havbunn – enn det er i avgangen fra Nussir.

Forurensing fra Rhinen til Nordsjøen			
Stoff	Tilførsel 1980	Tilførsel 2000 (% av 1980)	Reduksjon
Kadmium	18	5.5 (31%)	69%
Kobber	500	240 (48%)	52%
Bly	320	150 (47%)	53%
Sink	2000	810 (41%)	59%
PCB	0.22	0.08 (36%)	64%
PAH	2.1	2 (95%)	5%

Kilde: Directie Noordzee, 2003

Tabell 4: Forurensing fra Rhinen til Nordsjøen (tonn per år)

Konsekvenser av dagens masseuttak til Nederlandske diker

Dagens praksis ved vest- og nordkysten av Nederland er at det sugemudres havsedimenter fra Nordsjøen for så å sprøyte sedimentene på land langs eksisterende diker for å vedlikeholde eller reparere. Stichting de Noordzee, Nordsjøstiftelsen, er én organisasjon som ser negativt på konsekvensene av slikt masseuttak. Det tas ut omtrent 50 millioner m³ sand fra Nederlands del av Nordsjøen hvert år. Av dette vil omtrent halvparten bli brukt til diker langs kysten (Stichting de Noordzee). Resten brukes til byggeprosjekter på land og ved havnene.



Bilde 4: Dike umiddelbart etter påføring av sugemudrede masser.

Ved denne praksisen skapes det flere miljøproblemer. For det første ødelegges havbunnen ved sugemudring. Sugemudringen fører også til en stor støvsky bak båtene. Dette har store konsekvenser for livet i området, men den totale effekten er ukjent (Stichting de Noordzee).

Overflaten av havsedimenter er svært viktige for både biologisk produksjon, biodiversitet og karbon/næringsbalanse. Forstyrrelse av overflaten regnes som sterkt negativt miljømessig. Derfor har en rekke land innført områder med forbud eller restriksjoner på bruk av bomtrål og bunntål. Mudring er et langt større inngrep enn tråling, ved at massene – og det biologiske livet – fjernes, ikke bare forstyrres.

Klimaeffekter av sugemudring

Nederland tar ut 25 millioner m³ sand fra havbunnen i året for å legge på dikene. I sedimentene på havbunnen er det lagret store mengder karbon som er tatt ut av den normale karbonsyklusen mellom havet, jorden og atmosfæren. Sugemudring er en prosess der en av bivirkningene er at dette karbonet igjen blir gjort tilgjengelig i kretsløpet og dermed øker mengden karbon i atmosfæren.

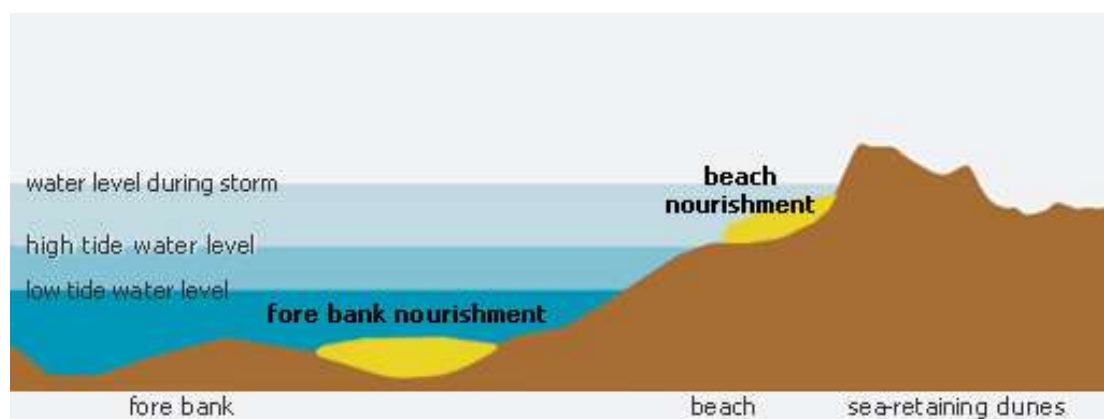
Mengden karbon som blir tilgjengelig avhenger av det organiske karboninnholdet (TOC) i sedimentene. Data tilgjengelig for Nordsjøen viser at TOC-innholdet varierer

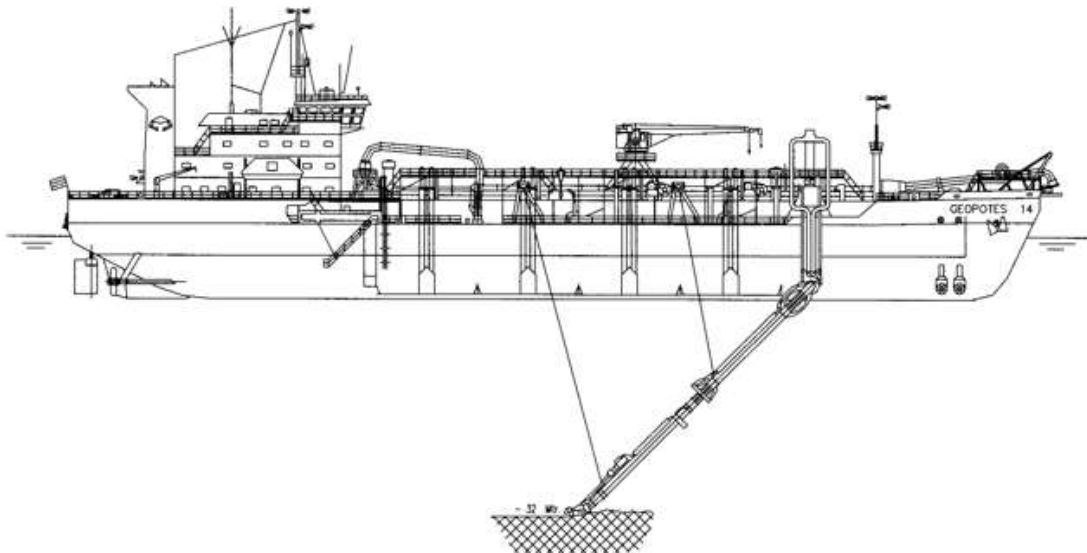
mellom 0,02 og 2,47 prosent (Dauwe, Middelburg, & Herman, 2001). Karbonet kan bli tilgjengelig via oksidasjon som fører til karbondioksid (CO₂), eller nedbrytning som fører til metan (CH₄). Det er i regnestykket for mange forhold og usikkerheter til at mengden karbon som finner veien til atmosfæren kan anslås med noen grad av sikkerhet.

Ved å bruke eksterne masser som Nussirs avgang vil Nederland unngå dette klimagassutslippet, men en reduksjon i utslippene er avhengig av at transporten av eksterne masser til Nederland har lavere klimagassutslipp.

Nederland har hittil i liten grad brukt eksterne masser, slik som gruveavgang, til sitt flomvern. Det er noen eksempler, men ikke mange.

Det er imidlertid grunn til å tro at kombinasjonen av økt behov for masser og økt bekymring for biologisk konsekvens av dagens massebruk gjør at interessen for eksterne masser vil øke. Med dagens bruk av om lag 50 millioner tonn i Nederland, og Nussirs årlige fremtidige produksjon på 1-2 millioner tonn vil Nussir alene ikke kunne dekke Nederlands behov. Men Nederlands behov for masser vil alene kunne dekke Nussirs behov for disponering. Dette forutsetter at kravene til avgangsmassene oppfyller fremtidige kjemiske og biologiske krav.





Bilde 5: Typisk sugemudrer som brukes i Nordsjøen.



Bilde 6: Sugemudrer som legger til sand under havoverflaten for å hindre erosjon.

Organisering av flomvern i andre land

England

I England er det Environment Agency som er ansvarlig for flomverntiltak. Det er fem millioner mennesker i England som bor i flomutsatte områder. 2,4 millioner eiendommer har stor risiko for skader som følge av flom fra sjø eller elv. England har som følge av dette laget en langsiktig investeringsstrategi for å redusere antallet eiendommer som står i faresonen. Det skal skje både gjennom å sikre dagens eiendommer, men også hindre nybygging i de mest utsatte områdene.

Environment Agency bruker i 2011 omtrent 570 millioner pund på dette. Den langsiktige investeringsstrategien foreslår at denne summen gradvis økes til 1040 millioner pund i 2035.

I England er det stort fokus på å samarbeide med eksterne private leverandører. I 2007 ble 60 prosent av midlene brukt på eksterne leverandører.

I England er det også en egen form for myndighet som har ansvar for lokale forsvarsverk mot vann, regionale flomforsvarskomiteer. Det er gjennom disse Environment Agency organiserer sitt arbeid mot flom. De vil i fremtiden også få ansvaret for kysterosjon.

USA

I USA er det Federal Emergency Management Agency (FEMA) som ligger under Department of Homeland Security som har hovedansvaret for flomvernet. FEMA har ansvaret for at det er informasjon tilgjengelig om sikkerhetsnivået langs kysten og lager kart basert på risikoen. Det er så opp til det føderale, regionale og lokale nivå å øke sikkerheten ved å bygge diker eller annet flomvern der det er nødvendig.

Tyskland

I Tyskland er det en lik organisering som USA. Det er bestemt ved lov at det føderale kun har kompetanse på å vedta rammelover. Det er opp til delstatene å implementere og supplere det som blir vedtatt på nasjonalt nivå.

Andre bruksområder

Avgangsmassene tilsvarende tilstandsklasse 3 eller 4 for forurenset grunn i Norge. Ønsket om å maksimere uttaket av kobber i produksjon vil sannsynligvis føre til at kobberet kommer innenfor grensen til tilstandsklasse 3 under produksjon, men nivåene av krom og nikkel vil fortsatt være for høye.

Dersom man oppnår tilstandsklasse 3 for forurenset grunn vil massene kunne brukes til toppdekke i sentrumsområder, kontor og forretning, samt industri og trafikkareal. Massene kan også brukes i dypereleggende sjikt i boligområder.

Transport langs veiene kan ikke ses på som et alternativ, ettersom både frakt og miljøkostnader vil være langt høyere ved denne type transport. Skal behov for masser dekkes i Norge, legger vi til grunn at det må skje i umiddelbar nærhet til gruva eller langs kysten.

Utvinning av fosfor og kalium

Forekomstene til Nussir inneholder både fosfor og kalium. Nivåene varierer kraftig. For fosfor varierer det fra svært lave nivåer og opptil 500 ppm, mens for kalium er verdiene i deler av forekomsten helt oppe i 4,5 prosent.

Det legges til grunn at det meste av fosforet foreligger som mineral Korn av apatitt, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F})_2$. Hvis 500 ppm kan regnes som representativt for forekomsten, tilsvarende det et apatittinnhold på ca. 0,3 prosent.

Det legges til grunn at nær sagt all kalium foreligger som kalifeltspat, KAlSi_3O_8 . Hvis 2,5 prosent kalium kan regnes som representativt for forekomsten representerer det et innhold av orthoclase på 18 prosent av forekomsten. Totalt sett innebærer det at P- og K-bærende mineraler representerer oppunder 20 prosent av Nussirs forekomst.

Dette er verdier som er for lave til at de rettferdiggjør grunnlagsinvesteringer i infrastruktur. Til sammenlikning drives Yaras fosforgruver i Finland på forekomster med innhold av omtrent 2–3 prosent fosfor, mens selskapet K+S sine kaliumgruver i Tyskland typisk har innhold på 10–15 prosent kalium. Majoriteten av dagens markedsaktører har typisk rikere forekomster enn disse to nevnte. Dagens kaliummarked er også råstoffmessig fullstendig dominert av klorbasert kalium – KCl. Det er ikke anlegg i dag som foredler kalifeltspat til gjødsel, men flere aktører i Kina er aktive innen prosessutvikling.

Siden Nussirs forekomster uansett vil bli tatt ut og knust ned, er det både av miljømessige, ressursmessige og økonomiske årsaker interessant å få vurdert mulighetene av å lage en sekundær verdistrøm.

Prisutviklingen for både fosfor og kalium har vært gunstig en stund. Etter at begge hadde ligget på svært lavt prisnivå svært lenge, oppstod det prisøkninger en stund før finanskrisen. Prisen har, tross store svingninger de siste tre årene, holdt seg relativt høyt. Pristrendene er klart stigende.

Det er ikke investert i ny kapasitet av betydning på svært lenge. Siste nye kaliumgruve ble igangsatt for om lag 30 år siden, og all øvrig kapasitetsøkning har vært knyttet til raskere utvinningstakt av eksisterende gruver. Kalium utvinnes i dag i all hovedsak fra tre saltbassenger på 500–1500 meters dyp i Canada, Tyskland og Hviterussland. I markedet antydes det at etablering av en helt ny kaliumgruve vil koste rundt 2

milliarder US \$ i infrastrukturinvesteringer. Dagens dominerende teknologi for utvinning av kalium krever for øvrig mye energi, og nye teknologier med lavere energiforbruk vil derfor kunne få konkurransefortrinn

Fosfatmarkedet er om mulig enda mer konsentrert, med svært mye av tonnasjen levert fra Marokko og Vest-Sahara, som er okkupert av Marokko. Dette er en sedimentær fosfat med høyt innhold av uran, thorium og kadmiium. Bruk av slik fosfat har ført til innføring av grenseverdier for tungmetaller i gjødsel i blant annet EU.

En rekke analytikere har en stund pekt på underinvestering i gjødselmarkedet i kontrast til fallende matvarelagre, stigende befolkning, stigende matvarepriser, utpining av landbruksjord i deler av verden og utpining av skogbruksjord i plantasjeområder. Særlig gjelder dette fosfor og kalium, som i motsetning til nitrogen ikke kan produseres lokalt.

Globalt har det kommet en debatt om ressursvikt innen fosformarkedet, også kalt "Peak Phosphorus" eller "Peak P", en klar parallell til debatten om globalt fallende oljereserver; den såkalte "Peak Oil"-debatten.

I Kaliummarkedet har endrede forutsetninger også ført til kamp om ressurser og forsøk på oppkjøpskamp mellom de få store globale markedsaktørene.

De høye og økende råvareprisene på både fosfor og kalium i kombinasjon med endrede værmønstre har gitt interesse for mer saktevirkende gjødsel – gjødsel som ikke vaskes ut ved et kraftig regnskyll, men som får tid til å trenge ned i jorda og til rotsystemene. Særlig oppmerksomhet er det på dette knyttet til flerårsvekster, eksempelvis frukttrær eller tømmerkogger.

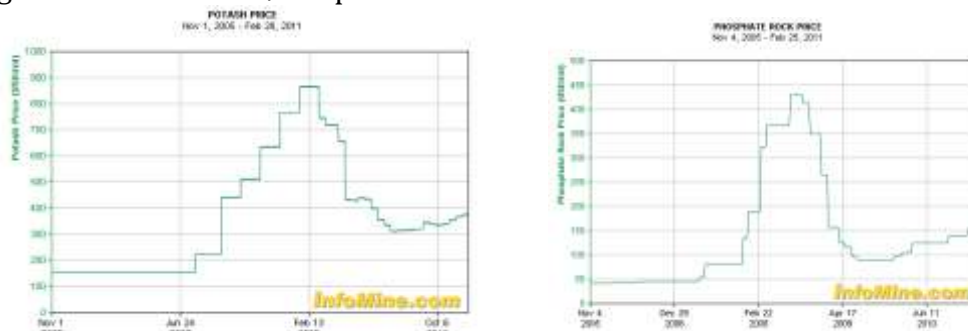
Deler av kaliummarkedet er sensitivt for klorinnholdet, dette gjelder særlig til en del frukt og grønnsaker. Siden råstoffet i dag er kaliumklorid, må gjødsel til disse markedene gjennom en konvertering til enten kaliumsulfat eller kaliumnitrat. Dette er til dels ganske kostbare prosesser som gjør at sluttproduktet – tilgjengelig klorfritt kalium - blir dyrt.

Fosfor som apatitt og kalium som kalifeltspat har begge egenskapene at de er sakteløsende, såpass sakteløsende at de må behandles for å få tilstrekkelig gjødselverdi. Behandlingen kan imidlertid være enklere enn ved produksjon av tradisjonell, rasktløsende fullgjødsel. Det pågår betydelig arbeid i blant annet Kina med produkt- og prosessutvikling på denne siden, siden Kina i dag er en netto fosfor- og kaliumimportør.

Hvis en vesentlig del av et tilstrekkelig rent fosfor-/kaliumkonsentrat kan flotteres ut i Nussirs prosess, kan dette bli et verdifullt biprodukt, representerende 15–20 prosent av massene som ellers vil være å betrakte som lavverdig avfall.

For å gi en indikasjon på verdien av materialene, kan man legge inn en formodning om at det vil være mulig å flottere ut 80 prosent av fosfor- og kaliuminnholdet i forekomsten, og opparbeide dette til et konsentrat. Siden produktet vil være en enkel gjødselvarer inn mot et sakteløsende marked, antas det å måtte starte markedsintroduksjonen med en rabatt på 50 prosent til dagens marked for hurtigløsende varer. Levert båt i Repparfjord får dette konsentratet, med dagens

fosfor- og kaliumpriser en estimert verdi på omtrent åtte millioner US\$/år. Det er grunn til å forvente økte priser over noe tid.



Bilde 7: Utvikling i kalium og fosfatprisene siden 2005

Asfaltproduksjon

Et potensielt marked for avgangsmassene er asfaltproduksjon. Det er avhengig av lavt nivå av lettløselige metaller som kvikksølv og thallium. Forekomsten av disse stoffene er henholdsvis $< 0,3$ ppm og < 30 ppm, langt bedre enn mange konkurrerende kilder til masse. Skanska har blitt kontaktet, og opplyser at de i utgangspunktet er åpne for å bruke avgangsmasser fra gruver til asfaltproduksjon. Det som er avgjørende er avgangens egenskaper. Trolig vil sure bergarter være mindre egnet. Nussirs masser er basiske.

Allerede i dag brukes en rekke resirkulerte materialer til vegkonstruksjon i de nordiske landene, slik det er illustrert i Tabell 5. Tallene er de nyeste tilgjengelige og rapporten ble skrevet i 2004. Det viser at det allerede da var utstrakt bruk av resirkulert materiale i vegsektoren.

Statens Vegvesen har i dag ikke informasjon om bruk av avgangsmasser fra gruveindustrien i sin håndbok om vegbygging, men det er ellers en del informasjon om gjenbruksmaterialer og tilhørende materialegenskaper. For at dette skal være et alternativ må det dokumenteres at avgangsmassene vil tilfredsstille kravene til materialer som er i bruk i dag.

Betongproduksjon

Som for asfalt er det mulig å bruke avgangsmasser til å produsere betong. Her gjelder også miljøkrav for hva som kan brukes, og det må bevises at materialene blir sterke nok til sitt formål og ikke kan skade mennesker eller miljø. Flere selskaper i USA bruker allerede i dag avgangsmasser til å lage betong.

En av de store fordelene med å bruke avgangsmasser fra gruveindustrien i forhold til å bruke sand fra sandtak er at denne sanden ofte er rund i formen. Knust stein i avgangsmasser vil ha skarpere kanter og dermed redusere behovet for sement i betongen.

Materialtype	Danmark		Finland		Island		Norge		Sverige	
	Generert	Anvendt	Generert	Anvendt	Generert	Anvendt	Generert	Anvendt	Generert	Anvendt
Asfaltgranulat	300 000	300 000	300 000	300 000	40 000	40 000	500 000	500 000	1 100 000	750 000
Knust betong	2 000 000	500 000	500 000 – 1 000 000	300 000	130 000	–0	1 100 000		300 000 – 3 000 000	
Knust tegl			100 000	30 000	3 400	–0				
Gravemasser (stein, sand, jord)					2 500 000					
Avfallstein			1 000 000	140 000					2 000 000	
Bildekk / Gummi (oppkuttet)			25 000	23 000			30 000	6 000	60 000	
Masovnsslagg (hyttsten, hyttsand)	0	0	770 000	700 000	–0	–0	–0	–0	400 000	
Ferrokromslagg	–0	–0	320 000	280 000			–0	–0	150 000 – 200 000	
Stålslagg	0	50 000 – 100 000	200 000	160 000				0	600 000 – 700 000	
Støpesand	0		130 000		0			0	250 000	–0
Flygeaske	1 200 000	1 000 000	480 000	340 000				0	203 000	
Bunnaske			80 000	10 000			0	0		
Slaggrus (bunn- aske søppel-forbr.)	500 000	400 000					180 000	–0	400 000	
Knust glass	167 000	–0	84 000	–0	5 500	–0	130 000	–0		–0
Skumglass	0	0	0	0	0	0	28 000 m ³	21 000 m ³	0	3 500 m ³
Plastavfall	339 000				90		380 000	0		

- Åpen rute betyr at mengden ikke er kjent.
- "0" betyr at mengden er null.
- "~ 0" betyr at mengden antas å være svært liten.

Tabell 5: Bruk av resirkulert materiale i asfalt i de nordiske landene (Aurstad, 2004).

Artikler om havstigning samlet vinter/vår 2011

<http://www.delmarvanow.com/article/20110320/NEWS01/110320001/1014>

<http://www.app.com/article/20110319/NJNEWS/103190327/Global-warming-rising-seas-threaten-New-Jersey-expert-says>

<http://www.manningrivertimes.com.au/news/local/news/general/sorting-coastal-erosion-priorities-and-action/2104433.aspx>

<http://australianetworknews.com/stories/201103/3158434.htm?desktop>

<http://www.thisissouthwales.co.uk/news/Rising-sea-levels-threaten-town/article-3306479-detail/article.html>

<http://www.dailytelegraph.com.au/news/nsw-act/seas-will-swamp-sydney-yearly/story-e6freuzi-1226019360803>

<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2011/03/09/AR2011030904803.html>

<http://www.oregister.com/news/sea-291706-newport-city.html>

<http://www.newscientist.com/article/dn20233-sea-levels-rise-and-rise-is-down-to-melting-ice-sheets.html>

<http://www.latimes.com/news/local/la-me-newport-sea-levels-20110306,0,3204468.story>

<http://www.dailycomet.com/article/20110306/ARTICLES/110309651/1214?Title=Experts-say-roads-ports-could-be-in-danger>

<http://www.fijitimes.com/story.aspx?id=167421>

<http://www.starnewsonline.com/article/20110224/ARTICLES/110229809/-1/opinion?Title=N-C-Coastal-Resources-Commission-tones-down-sea-level-rise-policy&tc=ar>

<http://www.bbc.com/travel/feature/20110225-travelwise-keeping-venice-from-sinking>

<http://www.npr.org/2011/02/16/133650679/climate-change-and-faith-collide-in-kiribati>

<http://www.ft.com/cms/s/2/d19fc006-501d-11e0-9ad1-00144feab49a.html#ixzz1H8423Jwo>

<http://www.tu.no/bygg/article280433.ece>

Kilder

- Aurstad, J. (2004). SINTEF. Nordisk Vegteknisk Forbund.
- American Geophysical Union*. (2011, 03 08). Hentet 03 18, 2011 fra Melting ice sheets becoming largest contributor to sea level rise:
http://www.agu.org/news/press/pr_archives/2011/2011-09.shtml
- Dauwe, B., Middelburg, J. J., & Herman, P. M. (2001). *Effect of oxygen on the degradability of organic matter in subtidal and intertidal sediments of the North Sea area*.
- Departementet for bebyggelse, arealplanlegging og miljø. (2010). *Into Dutch Soils*. Nederland.
- Fylkesmannen i Finnmark Miljøvernavdelingen. (2006). *Tiltaksplan for forurensete sedimenter i Hammerfest*.
- Klima- og forurensingsdirektoratet. (2007). *Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*.
- Klima- og forurensingsdirektoratet. (2009). *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn*.
- Science Daily*. (2011, 02 09). Hentet 03 21, 2011 fra Using Mining by-Products to Reduce Algal Blooms:
<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/02/110207091756.htm>
- Stichting de Noordzee. (u.d.). *Zandwinning in de Noordzee?* Hentet 03 22, 2011 fra Stichting de Noordzee:
http://www.noordzee.nl/dossiers_artikel.php?mainID=5&subID=13&contentID=38

Tabell 1: Tilstandsklasser for forurenset grunn. Alle tall i mg/kg	7
Tabell 2: Tilstandsklasser for forurenset sjøbunn. Alle tall i mg/kg	7
Tabell 3: Nederlandske grenseverdier for forurenset jord. Alle tall i mg/kg. (Departementet for bebyggelse, arealplanlegging og miljø, 2010).....	13
Tabell 4: Forurensing fra Rhinen til Nordsjøen (tonn per år)	14
Tabell 5: Bruk av resirkulert materiale i asfalxt i de nordiske landene (Aurstad, 2004).	21
Bilde 2: Mulige tiltak i Hammerfest havn (Fylkesmannen i Finnmark Miljøvernavdelingen, 2006).	8
Bilde 3: Inndeling av lokale vannverk i Nederland.	10
Bilde 4: Dike umiddelbart etter påføring av sugemudrede masser.....	14
Bilde 5: Typisk sugemudrer som brukes i Nordsjøen.....	16
Bilde 6: Sugemudrer som legger til sand under havoverflaten for å hindre erosjon.....	16
Bilde 7: Utvikling i kalium og fosfatprisene siden 2005.....	20