

Klima- og miljøminister Tine Sundtoft  
[postmottak@kld.dep.no](mailto:postmottak@kld.dep.no)

Kommunal- og moderniseringsminister Jan Tore Sanner  
[postmottak@kmd.dep.no](mailto:postmottak@kmd.dep.no)

Oslo 20.01.2014

## **Utslepp av nanopartiklar i Repparfjord – Naturvernforbundet krev at Nussir ASAs omsøkte gruveprosjekt i Kvalsund vert avvist.**

**Grunna risiko for miljøskade som følgje av stort og langvarig utslepp av nanopartiklar i Repparfjord, krev Naturvernforbundet avvising av Nussirs omsøkte gruveprosjekt i Kvalsund. Som eit minimum krev vi at det vert gjennomført konsekvensutgreiing av effekten frå nanopartiklane, med vekt på  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  og  $Fe_2O_3$  nanopartiklar før det vert teke stilling til utsleppsløyve av gruveavfall i veldig omfang i Repparfjord.**

Risikoen for miljøskade frå utslepp av nanopartiklar i Repparfjord er tidlegare ikkje vurdert. Det dreier seg mellom anna om utslepp av  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  og  $Fe_2O_3$  nanopartiklar.

### Grunngjeving

- *Dei siste åras internasjonale forskning rundt miljøskade frå nanomateriale i sjø viser at det er ein så stor risiko for skade på fjordens økosystem at det omsøkte utsleppet av avgangsmasse i Repparfjord frå Nussirgruva bør avisast.*
- *Som eit minimum krev Naturvernforbundet at klima- og miljødepartementet sikrar at det blir gjennomført ei konsekvensutgreiing av effekten frå nanopartiklane i det planlagde utsleppet i Repparfjord før ein tek stilling til eit eventuelt utsleppsløyve. Nyare forskning har påvist så stor fare for skade som følgje av nanopartiklar at det i følgje naturmangfaldlova §8 om kunnskapsgrunnlaget følgjer eit krav om konsekvensutgreiing for å få tilstrekkeleg kunnskapsgrunnlag.*

Gruveavfallet som det er søkt om å sleppe ut i Repparfjord, vil bestå av ca 21% partiklar mindre enn 10 mikrometer, tilsvarande 420.000 tonn finmasse per år. Av dette er ca 3,5% partiklar under 1 mikrometer, tilsvarande 70.000 tonn<sup>1</sup>. Anslagsvis 3.000 tonn av dette vil vera nanopartiklar med dimensjon mindre enn 100 nanometer, og bestå av ca 1500 tonn

---

<sup>1</sup> Fysiske og kjemiske egenskaper til flotasjonsavgang, Rolv Arne Kleiv, 17.05.2011. figur 2 og vedlegg A.

silisiumdioksid ( $\text{SiO}_2$ ) nanopartiklar, 290 tonn aluminiumoksid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) nanopartiklar og 70 tonn jernoksid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) nanopartiklar.<sup>2, 3</sup>

Nanoteknologi gir mange nye material med til dels ukjende eigenskapar og problemsider. Det siste tiåret har vi nasjonalt og internasjonalt fått ein aukande merksemd på dei helsefarlege og miljøskadelege sidene ved bruk av nanopartiklar, og dei siste åra har forskinga kome med ny informasjon om ulike typar giftverknad frå  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nanopartiklar og nanopartiklar generelt sett. Mykje av denne forskinga har kome etter at Nussirgruva vart planlagd.

Både  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  er kjemisk vanskeleg nedbrytbare og blir i mange samanhengar oppfatta som ufarlege. Men når partiklane blir tilstrekkeleg små, under 100 nanometer, får materiala heilt andre eigenskapar. Forsking har vist at også større partiklar kan gje skade.  $\text{SiO}_2$  og  $\text{Al}_2\text{O}_3$  har vist seg spesielt farleg for organismar i vatn, men også  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nanopartiklar kan gje skade.

### **Internasjonal forskning på $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ og $\text{SiO}_2$ nanopartiklar**

Her er nokre få døme frå dei siste åras rikhaldige forskning på giftverknad av  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  og  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ :

- $\text{SiO}_2$  giftverknad på fisk,<sup>i, ii</sup>
- $\text{SiO}_2$  giftverknad på algar<sup>iii</sup>.
- Giftverknad frå  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i vatn, også ved spesielt låge konsentrasjonar.<sup>iv</sup>
- Alfa og gamma  $\text{Al}_2\text{O}_3$  giftverknad på *Artemia Salina* (reke).<sup>v</sup>
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  giftverknad på fisk<sup>vi</sup>.
- $\text{SiO}_2$  giftverknad på blåskjell.<sup>vii, viii</sup>
- Både særskild produserte nanopartiklar og bulk-masse av  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og  $\text{SiO}_2$  vil gi giftverknad<sup>ix</sup>.
- Systematisk gjennomgang av giftverknaden frå ulike nanopartiklar i vatn, mellom anna frå  $\text{SiO}_2$  og  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .<sup>x</sup>
- Naturlege og menneskeskapte nanopartiklar kan vera berarar av giftige metall, og kan dermed transportere og spreia giftige metall langt av garde.<sup>xi</sup>
- Nanopartiklar kan bli akkumulert gjennom næringskjeda og skade fisk.<sup>xii</sup>

---

<sup>2</sup> Utgreiinga av flotasjonsavgangen viser ikkje partikkelfordelinga under 1 mikrometer, men ei samanlikning med den omsøkte Engebøgruva sannsynleggjør at ca 0,15% av avgangsmassen i Repparfjord vil vera under 100 nm.

<sup>3</sup> Nussir-avgangen vil innehalda 48,8%  $\text{SiO}_2$ , 9,4%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og 2,4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i følgje utgreiinga «Fysiske og kjemiske eigenskapar til flotasjonsavgang fra Nussir- og Ulveryggen»

### Aukande norsk merksemd rundt nanopartiklar:

- Teknologirådet påviste stor risiko og stort kunnskapsbehov når det gjeld bruken av nanomateriale i ei utgreiing i 2008 og gjekk inn for opprusting av lovverket. Dei viser mellom anna til at SiO<sub>2</sub> nanopartiklar som er forureina med små mengder mangan kan gje kraftig auke i oksidasjonsprosessar (farleg for organisk liv)<sup>xiii</sup>
- Klima og forurensningsdirektoratet ga i 2007 ut ein rapport om nanopartiklar og miljøverknader.<sup>xiv</sup>
- Norsk vannforening arrangerte 20.10.2010 nanokonferansen «De nye miljøgiftenes skjebne og miljøvirkning» med foredragshaldarar frå inn- og utland.<sup>xv</sup>
- KLIF hadde 18. mars 2013 ein større konferanse om nanomateriale, der det også vart peika på fare for miljøskadar frå utslepp av nanomateriale.<sup>xvi</sup>
- Forskarar ved UMB, Niva og Bioforsk har vist at nanopartiklar i små konsentrasjonar kan drepa laks gjennom å skade gjellene. Professor Deborah Helen Oughton ved UMB seier følgjande om risikoen ved aukande utslepp av nanopartiklar: «*Om noen år risikerer vi at konsentrasjonene blir så høye i de mest utsatte områdene, at laks kan komme til å dø*»<sup>xvii</sup>
- Ei svensk undersøking viser at nanopartiklar kan passere gjennom økosystemet og skade fisk på toppen av næringskjeda. Forskar Eivind Farmen ved NIVA (ekspert på miljøskade på fisk) kommenterer dette slik: «*det er viktig å få på plass systemer som kan brukes til å regulere bruken av nanomaterialer for å unngå negative effekter på miljøet*».<sup>xviii</sup>
- IF skadeforsikring er oppteken av risikoen ved nanoteknologien: «*Vi vet for lite om hva som skjer når nanopartikler havner i kroppen eller naturen. I Nordens største forsikringsselskap er vi skeptisk til at teknologien tas i bruk før langsiktige virkninger er kartlagt.*» «*det er viktig å sikre en bærekraftig teknologiutvikling ved økt forskning på miljø og sikkerhet. Forskning på skadevirkninger bør gå parallelt med forskningen på anvendelsesområder og teknologiutvikling.*»<sup>xix</sup>
- Det er aukande merksemd på skade på menneske på grunn av nanopartiklar. Statens arbeidsmiljøinstitutt uttrykker eit «føre – var prinsipp» : «*Det er behov for mer kunnskap om sammenheng mellom partiklenes skadeevne og eksponering, hvilke skadevirkninger som kan oppstå og hvordan dette kan håndteres i arbeidsmiljøet. Det er også en utbredt oppfatning blant internasjonale eksperter om at forebyggende tiltak må i verksettes selv i fravær av mer forskningsdata.*»<sup>xx</sup>

### Internasjonalt samarbeid og regulering:

- OECD arbeider med førebyggjande tiltak mot nanoforureining. SiO<sub>2</sub> er eit av fleire «representative manufactured nanomaterial» som er under arbeid for risikovurdering<sup>xxi</sup>.
- EU arbeider med å inkludere nanomaterial i REACH databasen. Farene ved både SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> og Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> blir vurdert, og verknadane på marint liv blir direkte kopla opp

mot helseeffektar: *“Coastal bivalves, such as mussels and oysters, require particular attention as they are directly consumed by humans”*.<sup>xxii</sup> Arbeidet med å inkorporere nanomaterial i REACH er enno i startfasen.

- For lovmessige og reguleringsmessige formål sidestiller EU nanopartiklar som er oppstått naturleg, bevisst produserte, eller tilfeldig produserte gjennom prosessar som slitasje, eksos, maling av stein etc, og krev at minst 1% - 50% av dei einkilde partiklane skal vera i nanoområdet for å klassifisere massen som nanomateriale. Nanopartiklar er på veg inn som ein del av EU sin lovgiving, for eksempel i vassdirektivet: *«A natural, incidental or manufactured material containing particles, in an unbound state or as an aggregate or as an agglomerate and where, for 50% or more of the particles in the number size distribution, one or more external dimensions is in the size range 1 nm - 100 nm.*

*In specific cases and where warranted by concerns for the environment, health, safety or competitiveness the number size distribution threshold of 50% may be replaced by a threshold between 1% and 50 %.”*

*“The definition of nanomaterials will be integrated in EU legislation, where appropriate.”<sup>xxiii</sup>*

- FN (UNEP) rettar søkelyset mot miljørisiko frå nanopartiklar og ber om forskning og tiltak: *«a growing body of evidence suggests that some nanoparticles may represent an additional challenge, since they have an enhanced capability to reach internal organs that are not normally exposed to larger particles»*.<sup>xxiv</sup>

### **Korleis vil nanopartiklar kunne spreia seg i Repparfjord?**

Ein del av diskusjonen rundt utslepp av gruveavfall i fjordar går på korleis dei finaste partiklane vil oppføre seg, avhengig av straumane. Straummålingane som er gjennomførte i juni/ juli og september 2010 er fokuserte på gjennomsnittsstraum, men det er påvist maksimalstraumar på 11 - 80 cm/s, noko som i teorien tilsvarer 9 - 70 km/døgn. Korleis straumane vil vera i orkanperiodar og under omvelting i fjorden er ikkje målt, men det er sannsynleg at dei kan vera vesentleg sterkare. Konsentrasjon av tungmetall i finmasse under 40 mikrometer er ein god del større enn i gjennomsnittet av avfallet, og det er grunn til å tro at konsentrasjonen er enno større i nanoområdet.<sup>4</sup> I tillegg viser forskning at nanopartiklar kan transportere med seg tungmetall inn i organismar.

På denne bakgrunnen kan ein stille nokre spørsmål

- Korleis vil den aller finaste massen, med partikkeldimensjon i nano-området, oppføre seg i slike straumar?
- Sjølv med ei viss flokkulering, kor mykje av nanopartiklane vil kunne sveve med straumane og gje påverknad langt unna, i resten av Repparfjord og utafor?

---

<sup>4</sup> Fysiske og kjemiske egenskaper til flotasjonsavgang, Rolv Arne Kleiv, 17.05.2011. vedlegg C

- Vil periodevis sterke straumar kunne virvle opp nanopartiklar frå sedimentet?
- Avfallet frå gruva vil innehalda 0,4% MnO. Teknologirådet viser til at SiO<sub>2</sub> med litt Mangan gir vesentleg auke i giftverknaden frå SiO<sub>2</sub>.<sup>xxv</sup> Korleis vil dette slå ut?
- Forsking har påvist at naturlege og menneskeskapte nanopartiklar kan bidra til å transportere tungmetall<sup>xxvi</sup>. Kan dette påverka utlekking av tungmetall frå gruveavfallet? Spesielt på bakgrunn av at konsentrasjonen av tungmetall i nanopartiklar er spesielt stort.
- Norske forskarar har vist at nanopartiklar i små konsentrasjonar kan øydeleggja gjellene på fisk. Kva kan dette få å seia for villaks og oppdrettslaks, ikkje berre i Repparfjord, men i heile regionen?

### Konklusjon og samandrag

23% av det omsøkte utsleppet i Repparfjord vil vera finmasse med partikkeldimensjon under 10 mikrometer, i alt 600.000 tonn finmasse pr år. 3.000 tonn av dette vil vera nanopartiklar med dimensjon mindre enn 100 nanometer, og bestå av ca 1500 tonn silisiumdioksid (SiO<sub>2</sub>) nanopartiklar, 290 tonn aluminiumoksid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) nanopartiklar og 70 tonn jernoksid (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) nanopartiklar.

Det er påvist maksimalstraumar på 11 - 80 cm/s, noko som i teorien tilsvarer 9 - 70 km/døgn. Det er ikkje urimeleg å anta at nanopartiklar under desse tilhøva kan sveve ekstremt langt, og det er uavklart i kor stor grad flokkuleringskemikaliar vil avgrense spreinga og kva som skjer av oppvirvling frå sedimentet i straumtoppar.

Dei siste åra har det kome fleire nye forskingsrapportar som styrkar ein konklusjon om at utslepp av SiO<sub>2</sub> nanopartiklar, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanopartiklar og Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanopartiklar representerer ein vesentleg forgiftingsrisiko for marint liv og ein risiko høgare opp i næringskjeda, også når det gjeld spørsmålet om trygg sjømat.

Juridisk og reguleringsmessig sett sidestiller EU nanomateriale i gruveavfall (incidentally produced) med bevisst produsert nanomateriale. EU set grensa for nanomateriale ved at 50% av det totale antallet partiklar i massen skal vera nanopartiklar, men kan redusere kravet til 1% av omsyn til miljø og helse. Etersom antallet partiklar pr cm<sup>3</sup> er ekstremt stort i nanoområdet, så vil kravet seia at for masse av typen gruveavfall er det tilstrekkeleg at under ein promille av massen er i nanoområdet for å oppfylle EUs definisjon. Ved utslepp av gruveavfall i sjø, vil i tillegg grovfraksjonen synke raskt, slik at ein må sjå på slamskyen som eit separat utslepp med eit vesentleg større innhald av nanopartiklar. Konklusjonen blir, uansett reknemåte, at utslepp av gruveavfall i sjø kjem inn under regelverket for utslepp av nanopartiklar.

Ein må kunne samanfatte dette med stor risiko for skade på det marine livet i Repparfjord på grunn av nanopartiklar av SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> og Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o.a. dersom ein gir løyve til utslepp av gruveavfallet. Vi kan her også vise til konsekvensutgreinga der fleire fiskarar vitnar om øydelagt,

forgifta fisk i heile fjorden ved tidlegare utslepp til Repparfjord frå Follidal verk i 1972-78 (1/6 av dagens planlagde). Verknaden frå nanopartiklar kjem i tillegg til skaden på grunn av generell nedslamming, øydelegging av livsmiljøet til botnlevande organismar i deponiområdet og langt utafor, tungmetall og giftverknad frå prosesskjemikaliar. Naturmangfaldlovas §10 krev ei vurdering av samla belastning, og her må verknaden av nanopartiklar vera med.

Konklusjonen må vera å avvise søknaden om å sleppe gruveavfallet ut i fjorden, men som eit minimum må det bli gjennomført ei konsekvensutgreiing av moglege skadeverknader frå nanopartiklar med spesiell merksemd retta mot  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Naturmangfaldlovas §8, andre setning stiller krav til kunnskapsgrunnlaget ut i frå risiko for skade på naturmangfaldet: «*Kravet til kunnskapsgrunnlaget skal stå i et rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade på naturmangfoldet*». Ettersom dei siste åras forskning har påvist stor risiko for skade frå nanopartiklar, følger det difor av naturmangfaldlova eit lovmessig krav om konsekvensutgreiing av verknaden frå nanopartiklar av  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  o.a. før ein tek avgjerd om konsesjonssøknaden.



Lars Haltbrekken  
leiar i Naturvernforbundet

Mads Løkeland  
sakshandsamarar i  
Naturvernforbundets gruveutval

**Vedlegg:**

Referanseliste

**Kopi:**

Nærings- og fiskeridepartementet  
Kystdirektoratet  
Fiskeridirektoratet  
Miljødirektoratet  
Direktoratet for mineralforvaltning  
Mattilsynet  
NIFES  
Havforskningsinstituttet

## Referanseliste

- <sup>i</sup> Alteration of antioxidant enzymes and impairment of DNA in the SiO<sub>2</sub> nanoparticles exposed zebra fish R. Ramesh m.fl. Environmental Monitoring and Assessment. July 2013, Volume 185, Issue 7
- <sup>ii</sup> Acute exposure to nano Titanium dioxide cause biochemical and physiological alterations in the Zebra fish (Danio rerio) - A Case Study. SS. Vutukuru, Sharada Raparthi and Kalpana Basani. International Journal of ChemTech Research Vol.5, No.2, April-June 2013
- <sup>iii</sup> Size-dependent toxicity of silica nano-particles to Chlorella kessleri. Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering Volume 43, Issue 10, 2008
- <sup>iv</sup> Cytotoxicity of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanoparticles at Low Exposure Levels to a Freshwater Bacterial Isolate. Sunandan Pakrashi m.fl. Chem. Res. Toxicol. 2011, 24
- <sup>v</sup> Evaluation of alpha and gamma aluminum oxide nanoparticles accumulation, toxicity and depuration in Artemia Salina larvae. Mehmet Ates m.fl. Environmental toxicology Wiley periodicals 30. Oct 2013.
- <sup>vi</sup> Toxicity Assessment of Iron Oxide Nanoparticles in Zebrafish (Danio rerio) Early Life Stages. Xiaoshan Zhu, Shengyan Tian, Zhonghua Cai, Plos One. September 27, 2012.  
<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0046286>
- <sup>vii</sup> Effects of nanoparticles in Mytilus edulis gills and hepatopancreas – A new threat to marine life? Angela Koehler m.fl. Marine Environmental Research. Volume 66, Issue 1, July 2008
- <sup>viii</sup> Biomarkers in Mytilus galloprovincialis exposed to suspensions of selected nanoparticles (Nano carbon black, C60 fullerene, Nano-TiO<sub>2</sub>, Nano-SiO<sub>2</sub>). Canesi L m.fl. Aquat Toxicol. 2010 Oct 15;100(2)
- <sup>ix</sup> Toxicity of nanoparticulate and bulk ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and TiO<sub>2</sub> to the nematode Caenorhabditis elegans. Huanhua Wang, Robert L. Wick, Baoshan Xing. Environmental Pollution. Volume 157, Issue 4, April 2009  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749108005903>
- <sup>x</sup> The biophysicochemical interactions at the interfaces between nanoparticles and aquatic organisms: adsorption and internalization. Si Ma and Daohui Lin. Environ. Sci.: Processes Impacts, 2013, 15, 145
- <sup>xi</sup> Between water and rock -- a new science. Susan Trulove, Virginia Technology 30. Nov 2007.  
[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2007-11/vt-bwa113007.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2007-11/vt-bwa113007.php)
- <sup>xii</sup> Forskning.no 19.03.2012 <http://www.forskning.no/artikler/2012/mars/316544>
- <sup>xiii</sup> <http://nano.teknologiradet.no/FullStory.aspx?m=301>
- <sup>xiv</sup> ENVIRONMENTAL FATE AND ECOTOXICITY OF ENGINEERED NANOPARTICLES. Bioforsk: TA-2304/2007  
<http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/2304/ta2304.pdf>
- <sup>xv</sup> [http://www.tekna.no/portal/page/portal/fagmiljo/artikkel?p\\_org=11617&p\\_kurs\\_kalender=89001&p\\_document\\_id=806335](http://www.tekna.no/portal/page/portal/fagmiljo/artikkel?p_org=11617&p_kurs_kalender=89001&p_document_id=806335)
- <sup>xvi</sup> [http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/Old-klif/2013/Mars-2013/Foredragene\\_fra\\_Nanokonferansen\\_2013\\_18\\_mars/](http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/Old-klif/2013/Mars-2013/Foredragene_fra_Nanokonferansen_2013_18_mars/)
- <sup>xvii</sup> Dagsavisen 06.07.2012
- <sup>xviii</sup> <http://www.forskning.no/artikler/2012/mars/316544>
- <sup>xix</sup> Dagens næringsliv, 25.19.2013
- <sup>xx</sup> Nanomaterialer i arbeidsmiljøet. Stami <http://www.stami.no/nanomaterialer-i-arbeidsmiljoet>
- <sup>xxi</sup> Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 27. 01-Dec-2010  
[http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2010\)46&doclanguage=en](http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2010)46&doclanguage=en)
- <sup>xxii</sup> Nanomaterials in REACH. Project Report 15 August 2011. Katarzyna Malkiewicz m.fl. SKEP (etablert av EU-kommisjonen) [http://www.stepto.com/assets/htmldocuments/SKEPP%202011%20Nanomaterials\\_in\\_REACH\\_report\\_15082011.pdf](http://www.stepto.com/assets/htmldocuments/SKEPP%202011%20Nanomaterials_in_REACH_report_15082011.pdf)
- <sup>xxiii</sup> COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL AND THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE. Second Regulatory Review on Nanomaterials. Bruxelles 3.10.2012  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0572:FIN:en:PDF>
- <sup>xxiv</sup> Emerging challenges. Nanotechnology and the environment. Geo yearbook 2007.  
[http://www.unep.org/yearbook/2007/PDF/7\\_Emerging\\_Challenges72dpi.pdf](http://www.unep.org/yearbook/2007/PDF/7_Emerging_Challenges72dpi.pdf)
- <sup>xxv</sup> <http://nano.teknologiradet.no/FullStory.aspx?m=301>
- <sup>xxvi</sup> Between water and rock -- a new science. Susan Trulove, Virginia Technology 30. Nov 2007.  
[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2007-11/vt-bwa113007.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2007-11/vt-bwa113007.php)