

Oslo, 14. januar 2014

Klima- og miljødepartementet
postmottak@kld.dep.noKommunal- og moderniseringsdepartementet
postmottak@kmd.dep.no

NANOPARTIKLAR – RISIKO VED UTSLEPP AV GRUVEAVFALL I FØRDEFJORDEN

Grunna dokumentert risiko for miljøskade som følgje av stort og langvarig utslepp av nanopartiklar i Førdefjorden, krev Naturvernforbundet avvising av omsøkt gruveprosjekt i Engebøfjellet. Som eit minimum krev vi at det vert gjennomført konsekvensutgreiing av effekten frå nanopartiklane, med vekt på TiO_2 (rutilpartiklar), før det vert teke stilling til utsleppsløve av gruveavfall i veldig omfang i Førdefjorden.

Grunngjeving

- *Risikoen for miljøskade frå utslepp av nanopartiklar, spesielt titandioksid (TiO_2), i Førdefjorden er tidlegare ikkje vurdert.*
- *Dei siste åras internasjonale forskning rundt miljøskade frå TiO_2 -nanomateriale i sjø viser at det er ein så stor risiko for skade på fjordens økosystem at det omsøkte utsleppet av avgangsmasse i Førdefjorden frå Engebøgruva bør bli avvist også på dette grunnlaget.*
- *Som eit minimum krev vi at Miljøverndepartementet sikrar at det blir gjennomført ei konsekvensutgreiing av effekten frå nanopartiklane i det planlagde utsleppet i Førdefjorden, før ein tek stilling til eit eventuelt utsleppsløve. Nyare forskning har påvist så stor fare for skade som følgje av nanopartiklar at det ifølgje naturmangfaldlova § 8 om kunnskapsgrunnlaget følgjer eit krav om konsekvensutgreiing for å få tilstrekkeleg kunnskap*

Avgangen frå Engebøgruva vil innehalda 3000 tonn per år av partiklar som er mindre enn 100 nanometer (nm), og av dette kan ca. 100 tonn vera titandioksid (TiO_2).¹

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 i særleg grad har forskinga dei siste åra kome med ny informasjon om ulike typar giftverknad frå TiO_2 -nanopartiklar. Mykje av denne forskinga har kome etter at Engebøgruva vart planlagd.

Titandioksid (TiO_2) er kjemisk vanskeleg nedbrytbart og har ofte blitt oppfatta som ufarleg, men når partiklar av TiO_2 får tilstrekkeleg liten dimensjon, under 100 nm, får materialet heilt andre eigenskapar. Forsking har vist at også større partiklar kan gje

¹ 0,053 prosent av avgangen på 6 mill. tonn vil ha dimensjon under 100 nm, og ca. 3,5 prosent av dette vil vera rutil (TiO_2). (Talla er basert på informasjon om partikkeldimensjon frå Nordic Mining i epost frå Ivar Fossum 11.12.2013.)

skade. Det er ca. 800 tonn pr år av TiO₂-partiklar mindre enn 300 nm i det omsøkte utsleppet i Førdefjorden.

Omfattande internasjonal forskning på TiO₂ i marint miljø dei siste åra

Vi vil nemne nokre få døme frå dei siste åras omfattande forskning på verknad av TiO₂ i sjø:

- Gentoksitet. Dei små partiklane kan øydeleggja genmaterialetⁱ
- Direkte giftverknad og bioakkumulasjonⁱⁱ
- Destruksjon av biologisk materiale ved oksidasjon. TiO₂ fungerer som ein katalysator, spesielt ved påverknad av lys, og kan øydeleggja biologisk materialeⁱⁱⁱ. (Dette blir brukt til å oppnå ein sjølvrensande og bakteriedrepende effekt, men kan samtidig vera sterkt skadeleg når materialet er på avvege)
- TiO₂ kan auke giftverknaden frå tungmetall og andre giftstoff^{iv, v}
- «Bulk»-TiO₂ (blanding av fleire partikkeldimensjonar) er meir giftig for muslingar enn det ein har rekna med. Kan også vera meir giftig enn reint nanomateriale^{vi}
- Skade på fisk. TiO₂-nanopartiklar kan gje fysiologiske effektar og skade på fisk, som skade på gjellene hos regnbogeaure.^{vii}

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. Utgreiinga såg også på giftverknaden frå TiO₂.^{viii}
- Klima- og forurensningsdirektoratet ga i 2007 ut ein rapport om nanopartiklar og miljøverknader, der TiO₂ var vurdert.^{ix}
- Jonny Beyer og Siw A. Busk ved International Research Institute of Stavanger (IRIS) holdt 5. mars 2012 eit foredrag for Norsk Vannforening i Oslo om giftverknad frå TiO₂-nanopartiklar på blåskjell. Gjennom forsøk er det påvist giftverknad på blåskjell, også i små konsentrasjonar. Flokkulering/aggregering av TiO₂-partiklar reduserer ikkje giftigheita, men førte tvert om til at blåskjella tok opp meir av nanopartiklane. I foredraget stiller dei spørsmål ved om det gamle utsleppet frå Titania AS i Jøssingfjorden/Dyngadypet fortsatt kan gi skade på grunn av TiO₂-nanopartiklar og reiser spørsmålet om behov for forskning på dette.^x
- Klima- og forurensningsdirektoratet hadde 18. mars 2013 ein større konferanse om nanomateriale, der det også vart peika på fare for miljøskadar frå utslepp av nanomateriale.^{xi}
- Signe Bergum leverte nov. 2013 ei masteroppgåve som påviser giftverknad på blåskjell frå TiO₂-nanopartiklar og påviser at TiO₂ forsterkar giftverknaden frå andre giftstoff. Det blir reist spørsmål om vidare forskning: «*Videre forskning er nødvendig for bedre forståelse av mulige skadelige effekter av TiO₂NP på vannlevende organismer, spesielt for å få en bedre forståelse av reaksjoner mellom produserte nanopartikler og andre forurensende forbindelser.*»^{xii}
- 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.*»^{xiii}
- 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.*»^{xiv}
- 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 forsikringselskap er vi skeptisk til at teknologien tas i bruk før langsiktige*

virksomheter 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.»^{xv}

- 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.»^{xvi}

Internasjonalt samarbeid og regulering

- OECD arbeider med forebyggjande tiltak mot nanoforureining. SiO₂ er eit av fleire «representative manufactured nanomaterial» som er under arbeid for risikovurdering.^{xvii}
- EU arbeider med å inkludere nanomaterial i REACH-databasen. Farene ved TiO₂ blir vurdert, og virkningane 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».^{xviii} Arbeidet med å inkorporere nanomaterial i REACH er enno i startfasen.
- For lovmessige og reguleringsmessige formål sidestiller EU nanopartiklar som er naturlege oppstått, bevisst produserte, eller tilfeldig gjennom prosessar som slitasje, eksos, maling av stein etc. og krev at minst 1–50 prosent av dei einskilde partiklane skal vera i nanoområdet for å klassifisere massen som nanomateriale.
- Nanopartiklar er på veg inn i EUs lovgiving, for eksempel 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.”^{xix}
- 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.»^{xx}

Korleis vil nanopartiklar av TiO₂ kunne spreia seg i Førdefjorden?

Ein del av diskusjonen rundt utslepp av gruveavfall i Førdefjorden går på korleis dei 10 prosent finaste partiklane vil oppføre seg, avhengig av straumane. Dei nye straumingsmålingane frå tre værmessig relativt rolige månader i 2013 viser straumar med gjennomsnittsfart på 4–9 cm/sekund, noko som oceanograf Lars Asplin ved Havforskningsinstituttet karakteriserer som stor straum:

«Fire til ni centimeter straum i sekundet er i røynda mykje i eit fjordbasseng. Ein gjennomsnittsstraum på fem sekundcentimeter i snitt, vil kunne flytte finkorna og svevande masse meir enn fire kilometer på eitt døgn, seier han». «... men skal ein vere sikker på at finkorna masse held seg i ro, bør straumen i området helst vere null, seier han.»^{xxi}

I ein kronikk i Bergens tidende 13.12.2013 skriv Lars Asplin og Terje van der Meeren frå Havforskningsinstituttet:

«Mindre partikler i finfraksjonen (5–10 µm) vil kunne fraktes 14–58 km før de sedimenterer til fjordbunnen. Ut fra de nylig målte høye strømhastighetene kan altså

partiklene i finfraksjonen spre seg over store områder.» «Rapporten viser at strømhastigheten svært ofte er oppe i 10–15 cm pr. sekund og noen ganger også over 20 cm pr. sekund på bunnen av fjorden. Dette er tildels sterk strøm for finfraksjonen.»^{xxii}

På denne bakgrunnen kan ein stille nokre spørsmål:

- Dersom partiklar med dimensjon 5-10 µm kan bli frakta 14–58 km, kor langt vil den aller finaste massen, med partikkeldimensjon i nanoområdet, oppføre seg?
- Sjølv med ei viss flokkulering, kor mykje vil sveve med straumane og gje påverknad langt unna, i resten Førdefjorden?
- Vil periodevis sterke straumar kunne virvle opp partiklar i nanoområdet?
- Når det gjeld blåskjell, har norsk forskning vist at ei viss flokkulering kan bidra til å styrke giftverknaden. Kva vil skje rundt dette ved eventuelt utslepp i Førdefjorden?

Samandrag og konklusjon

- 10 prosent av det omsøkte utsleppet i Førdefjorden vil vera finmasse med partikkeldimensjon under 10 µm, i alt 600 000 tonn finmasse pr år. Av dette vil 3000 tonn ha partiklar med dimensjon under 100 nm, såkalla nanopartiklar. Titandioksid (TiO₂) vil ikkje bli henta ut frå finfraksjonen ved prosesseringa i gruva, og TiO₂-partiklar vil utgjera 4 prosent av finmassen og av nanopartiklane.
- Ifølgje forskarar ved Havforskningsinstituttet viser dei siste straummålingane utført av Veritas 2–3 gongar så sterk straum enn det som var grunnlaget for konsekvensutgreiinga. Dei peiker på at utrekningar viser at finmasse med partikkeldimensjon 5–10 µm kan vandre 14–58 km. Det er ikkje urimeleg å anta at dei vesentleg mindre nanopartiklane kan sveve mykje lenger enn dette.
- Dei siste åra har det kome fleire nye forskingsrapportar som styrkar ein konklusjon om at utslepp av TiO₂-nanopartiklar til sjø representerer ein vesentleg forgiftingsrisiko for marint liv.
- Juridisk sett sidestiller EU nanomateriale i gruveavfall (incidentally produced) med bevisst produsert nanomateriale. EU set grensa for nanomateriale ved at 50 prosent av det totale antallet partiklar i massen skal vera nanopartiklar, men kan redusere kravet til 1 prosent av omsyn til miljø og helse. Etersom antallet partiklar per kubikkcentimeter er ekstremt stort i nanoområdet, så vil kravet seia at for masse av typen gruveavfall er det sannsynlegvis 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 slam-skyen 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 Førdefjorden på grunn av TiO₂-nanopartiklar dersom ein gir løyve til utslepp av gruveavfallet. Verknaden frå nanopartiklar kjem i tillegg til skaden på grunn av generell nedslamming, øydelegging av livsmiljøet til botnlevande organismar i deponiområdet og langt utafør 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 gruveavfall ut i fjorden, men som eit minimum må det bli gjennomført ei konsekvensutgreiing av skadeverknader frå nanopartiklar generelt sett og med spesiell merksemd mot TiO₂-nanopartiklar.

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.*» Etersom 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 TiO₂-nanopartiklar før ein tek avgjerd om konsesjonssøknaden.

Med helsing
Naturvernforbundet



Lars Haltbrekken
leiar

Sakshandsamarar i Naturvernforbundets gruveutval:

Anne Line Thingnes Førund: Tlf.: 95 72 42 42. E-post: anne-line.tf@hotmail.com

Mads Løkeland: Tlf.: 95 05 67 26. E-post: mads.loekeland@gmail.com

Vedlegg:
Referanseliste

Kopi til:
Nærings- og fiskeridepartementet
Kystverket, Fiskeridirektoratet, Miljødirektoratet, Direktoratet for mineralforvaltning,
Mattilsynet, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, Havforskningsinstituttet

Referanseliste

- ⁱ Genotoxic potential of TiO₂ on bottlenose dolphin leukocytes: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00216-009-3261-3>
- ⁱⁱ Xiaoshan Zhu, Yung Chang, Yongsheng Chen: Toxicity and bioaccumulation of TiO₂ nanoparticle aggregates in *Daphnia magna*: *Chemosphere* 78 (2010) 209–215
- ⁱⁱⁱ Miller RJ, Bennett S, Keller AA, Pease S, Lenihan HS (2012): TiO₂ Nanoparticles Are Phototoxic to Marine Phytoplankton. 20.1.2012. *PLoS ONE* 7(1): e30321. doi:10.1371/journal.pone.0030321
- ^{iv} Zhang, X., Sun, H., Zhang, Z., Niu, Q., Chen, Y. and Crittenden, J. C. (2007): Enhanced bioaccumulation of cadmium in carp in the presence of titanium dioxide nanoparticles. *Chemosphere* (67) 160–166
- ^v Signe Bergum: Combined Effects of Titanium Dioxide Nanoparticles (TiO₂NPs) and Benzo(a)pyrene (B(a)P) on Hemocyte Cells and NADPH Cytochrome C Reductase Activity in Blue Mussels. Masteroppgave ved NTNU 2013
- ^{vi} Alessia D'Agata, Salvatore Fasulo, Lorna J. Dallas, Andrew S. Fisher, Maria Maisano, James W. Readman, & Awadhesh N. Jha.: Enhanced toxicity of 'bulk' titanium dioxide compared to 'fresh' and 'aged' nano-TiO₂ in marine mussels (*Mytilus galloprovincialis*). June 13, 2013: doi:10.3109/17435390.2013.807446: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.3109/17435390.2013.807446>
- ^{vii} Gillian Federici mfl.: Toxicity of titanium dioxide nanoparticles to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): gill injury, oxidative stress, and other physiological effects. *Aquatic Toxicology* (10/2007
- ^{viii} <http://nano.teknologiradet.no/FullStory.aspx?m=301>
- ^{ix} Environmental fate and ecotoxicity of engineered nanoparticles. *Bioforsk*: TA-2304/2007: <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/2304/ta2304.pdf>
- ^x J. Beyer: Nanopartikler i saltvann. Endrer aggregering giftigheten?, *IRIS*. 05.03.2012: <http://www.tekna.no/ikbViewer/Content/840018/Nanopartikler%20i%20saltvann.pdf>
- ^{xi} [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%20fra%20Nanokonferansen%202013%2018%20mars/)
- ^{xii} Signe Bergum: Combined Effects of Titanium Dioxide Nanoparticles (TiO₂NPs) and Benzo(a)pyrene (B(a)P) on Hemocyte Cells and NADPH Cytochrome C Reductase Activity in Blue Mussels. Masteroppgave ved NTNU 2013.
- ^{xiii} Dagsavisen, 06.07.2012
- ^{xiv} <http://www.forskning.no/artikler/2012/mars/316544>
- ^{xv} Dagens næringsliv, 25.19.2013
- ^{xvi} Nanomaterialer i arbeidsmiljøet. Stami <http://www.stami.no/nanomaterialer-i-arbeidsmiljoet>
- ^{xvii} Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 27, 01.12.2010: [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)
- ^{xviii} Katarzyna Malkiewicz mfl.: Nanomaterials in REACH. Project Report 15.8.2011. 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%20in%20REACH%20report%2015082011.pdf)
- ^{xix} 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>
- ^{xx} Emerging challenges. Nanotechnology and the environment. *Geo yearbook* 2007: http://www.unep.org/yearbook/2007/PDF/7_Emerging_Challenges72dpi.pdf
- ^{xxi} Firda, 29.11.2013
- ^{xxii} http://www.imr.no/publikasjoner/andre_publicasjoner/kronikker/2013/enorme_mengder_slam/nb-no