

## En historie om Humus i vann

Av Egil T. Gjessing, Harestua

### Vannforskning på den nasjonale dagsorden

For 60 år siden var det ingen samordnt vannforskning i Norge. Fagmiljøene i Bergen, rundt Geofysisk Institutt (Oseanografisk Institutt) og Fiskeridirektoratet (Havforskningsinstituttet), var betydelig, men i hovedsak rettet mot tetthetsstudier i havet. En sentral forskningsoppgave på "Geofysen" var å studere havstrømmer ved hjelp av saltinnholdet og temperatur i havene på ulike dyp. I etterkrigstiden var disse data også av interesse for Forsvaret i forbindelse med bruken av asctic for identifikasjon av U-båttrafikk i fjordene og langs kysten. Sjøvannskvalitet i forhold til tilførsler av forurensninger fra land, var i liten grad et tema i Bergen.

På verdensbasis var imidlertid virkningene av forurensninger på vannresipienten et sentralt tema. Eutrofiering av vann, både i saltvann (brakkvann) og ferskvann, ble ganske raskt et viktig forskningstema i hele den vestlige verden. I Oslo var både Universitetet (UiO) og Statens Institutt for Folkehelse (SIF) opptatt av virkningen av tilførselen av forurensningen til fjord- og Innsjøresipienter. SIFF var den gangen den institusjon som hadde kompetanse og ansvar for den nasjonens drikkevannskvalitet.

En gruppe fremsynte naturforskere fra våre undervisningsinstitusjoner og Forskningsråd, så behovet for samordnende utredninger og tiltak. Indre Oslofjord var et synelig bevis på en vannresipient som var "ute av kontroll". Behovet for en tverrfaglig innsats var åpenbar. På det tidspunkt

hadde noen av våre kloke hoder innen vannfag og politikk, tatt initiativet til å opprette en tverrfaglig nasjonal vannforskningsinstitusjon. Det var NIVA (Norsk institutt for vannforskning). Ved etableringen av Oslofjord-Prosjektet var NIVA fire år gammelt og dette ble oppdrag O-201 på NIVA.

### Tverrfaglig tilnærming

NIVA ble fra starten delt i fire fagenheter: Biologi, Kjemi, Mikrobiologi og Teknisk.

I 1962 hadde NIVA nettopp utvidet sin forskerstab med 6 forskere: En biolog, en limnolog og tre kjemikere og dessuten en som skulle lede Oslofjord-Prosjektet. De tre rekruttene med kjemisk kompetanse fikk ansvaret for hvert sitt av de nyopprettede fagområder: Fosfor i tilknytning til eutrofiering, Korrosjon og Humus i vann.

I overlatevannet på den SubArktiske del av den Nordlige halvkule er det relativt mye humus. Dette er naturlig organisk materialet (NOM) som i hovedsak stammer fra nedbørfeltet. Mengdemessig kan det være omtrent like mye av organisk stoff som uorganisk materiale i denne vanntypen. Det var derfor naturlig for NIVA å søke etter mer kunnskap om humus i vår viktigste ferskvannsressurs, overflatevann.

**Humus**, som altså er et organisk stoff, er dannet i jorda i nedbørfeltet og spiller en fundamental rolle for alt liv i disse to "elementene", jord og vann. Det har derfor rimeligvis etter

hvert vært stor internasjonal forskningsaktivitet knyttet til humus, spesielt i jord.

### Internasjonalt samarbeid

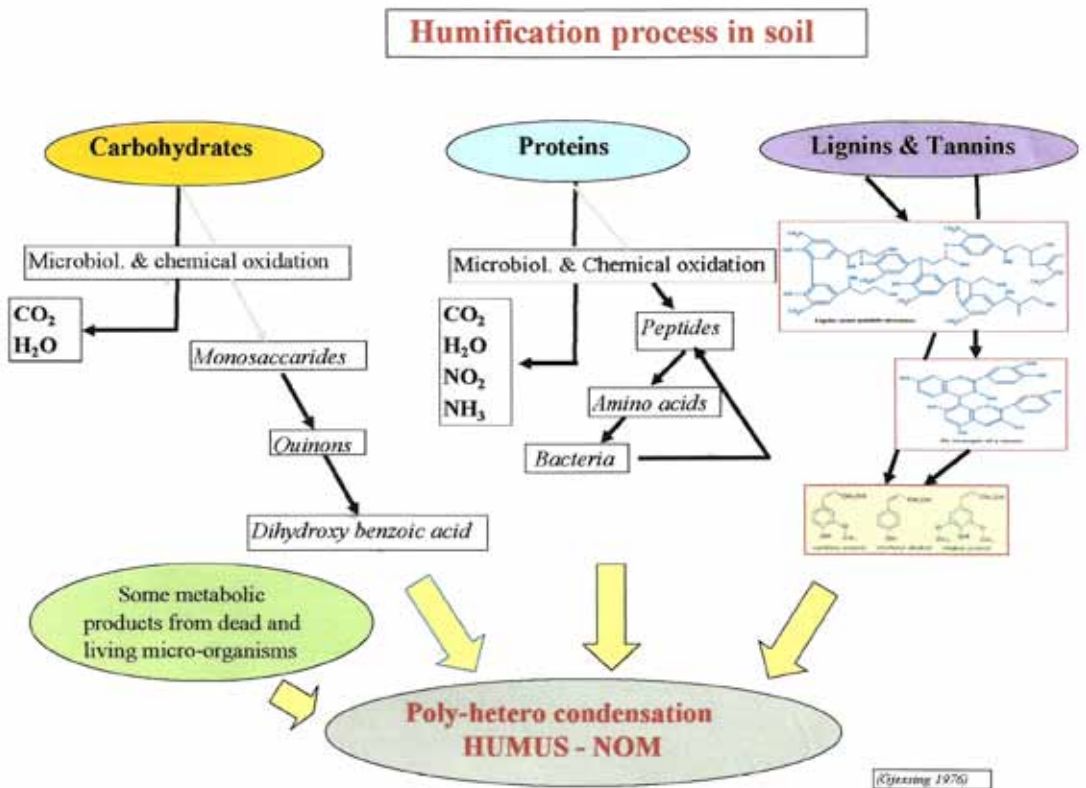
Da jeg startet min nasjonale forskningsoppgave om humusfargen i ferskvann, tidlig på 1960-tallet, var det minimalt med kunnskap om denne gulbrune fargen i vårt overflatevann, både nasjonalt og internasjonalt. Et oppsiktsvekkende dr.-gradsarbeid fra USA, som konkluderte med at gulbrunfargen i vann hadde molekylvekt på 420, ble ganske raskt avvist blant verdens limnologer.

Humus i jord hadde, på den annen side, hatt stor oppmerksomhet over hele verden i mange dekaner. Og ettersom dette materialet i vann er dannet i nedbørfeltet var det naturlig å søke i jordlitteraturen. I tilgjengelig jordlitteratur var svensken Svein Oden en klassisk forsker. For eksempel delte han det organiske stoffet i jord inn i fraksjoner i forhold til deres løselighet i

syrer og baser. Han ekstraherte for eksempel jordprøven med lut. Den delen av dette base-ekstraktet som forble i løsning etter surgjøring med saltsyre, ble kalt "Fulvic Acid". "Humic Acid" var den uløste fraksjonen. Navnet "Fulvic Acid" ble, og blir fortsatt, mye bruk om gulbrunfarge i ferskvann. Svensken Svein Oden utga i 1919 boken "Die Huminsauren".

Resultater fra jordforskning i det tidligere Sovjet, har vært særlig nyttig.

I figur 1 er vist en skisse av hvordan man kan tenke seg humusen syntetiseres i jord. Ganske kompliserte prosesser, med mange variable som påvirker dannelsen og sluttproduktet. For eksempel så vil temperatur, fuktighet, mineralinnhold, vegetasjon, og topografi influere på alle kjemiske biologiske prosesser i nedbørfeltet. Innledende konklusjoner vil derfor være at Humus i all jord og i alt vann er forskjellig! I likhet med at alt humant blod er forskjellig, men



Figur 1. Humusens syntese i jord (nedbørfeltet).

kan ”Types”, har vi introdusert et prosjekt: ”Typing of NOM”. Dette vil jeg komme tilbake til nedenfor.

De fleste av mine humuskolleger har oppfattet at det gulbrune naturlige organiske materialet i ferskvann (NOM) er dannet i jord, som antydnet på figur 1. Det er fristende for meg, etter 50 år ”bransjen” å dele humusforskerne inn i tre kategorier: [a] de ydmyke realister, [b] de pågående og tålmodige realister og [c] de pågående, taleføre, selvgode kvasekspertene: ”No problem”. Den siste kategorien har gjort stor faglig skade og har, i stor grad, forsinket og forpurret den faglige fremgangen ”om humus i vann”.

I min faglige ensomhet på NIVA, for en halv menneskealder siden, var instituttets parole: ”Søk internasjonal kontakt”. Det nasjonale fagmiljøet var til liten nytte. Min første utenlandsstur gikk til Universitetet i Helsinki. Reino Kaarlo Ryhanen var professor i limnologi. Dessuten hadde han klare oppfattninger om jordbruk, skogbruk, vannforbruk og fisk. Reino Ryhanen hadde et klart budskap til utsendingen fra Norge. ”Dette dr. Gjessing, er nok for komplisert for oss: Humusforskning er så resurskrevende at vi nok bør overlate dette til våre pengesterke naboer i Amerika”. Ryhanen tilhører åpenbart min Gruppe a: Den ydmyke realist. Ryhanen oppfattet meg som sta og pågående og anbefalte meg å søke internasjonalt samarbeid.

Russel Christman hadde publikasjoner om humusfarge i vann i internasjonal litteratur. Han var blant de ydmyke humusforskerne, kunnskapsrik med et stort overblikk og betydelige faglig respekt og kontakt, både internasjonal og nasjonalt i USA. Han hadde et omfattende kontaktnett. Han inviterte meg til å delta i et ”mammut møte” i Chicago (22.000 deltagere, 2100 foredrag). Mitt bidrag var originalt nok til å bli akseptert. Det handlet om humusstoffenes negative ladning i forhold til synkende pH i vann.

Russ ble en livslang kontakt ettersom vi begge oppfattet kompleksiteten av disse naturstoffene og dessuten deres store økologiske betydning. Vi var genuint motstandere av kollegaer som i det internasjonale samarbeidet primært var opptatt

av personlige ”kjepphester” personlig heder og ære og gjerne litt ekstra penger. Min trekraft i forhold til internasjonalt samarbeid, og i forhold til den oppgaven jeg hadde påtatt meg på NIVA, var rimeligvis sterkere enn den hos min nye partner i USA, kunne mobilisere. Han hadde tusen andre forpliktelser og oppgaver i sitt hode.

### Norsk initiativ

Med 50 000,- norske NIVA kroner i lomma dro jeg til University of North Carolina, til Chapel Hill og spurte Russ Christman om vi skulle innkalle til in internasjonal konferanse om humus. Dette var i 1980. I den perioden var det en betydelig nasjonal satsing i USA på miljø- og miljøforskning og vi dro sammen til EPA (Environmental Protection Agency) i Washington. Med Russ Christman i front oppfattet EPA at et internasjonalt møte om humus i jord og vann var betimelig. Med bidrag fra EPA og NIVA var vi i stand til å invitere en betydelig del av verdensliten til det første internasjonale møte om humus. En vannforskningsinstitusjon, fra verdens minste land, initierer verdens første Internasjonale Symposium om humus. Dette ble arrangert i USA, hovedsakdelig med amerikanske penger. Resultatene fra dette humusmøte i USA ble publisert i en bok: ”Aquatic and Terrestrial Humic Materials”.

### Pengesterke amerikanere

15 år tidligere, i 1965, var jeg stipendiat i USA og fikk bl.a. oppleve den store nasjonale satsingen på miljøforskningen. Pengene satt tilsynelatende ganske ”løst”. Foruten US-EPA var også USGS (Geological Survey), sterkt på banen. Det virket som det var en konkurranse mellom disse to føderale kjempene om å investere i de mest nyttige og mest meritterende og mest synlige prosjektene.

Umiddelbart etter vårt vellykkede internasjonale symposium i Chapel Hill, ble en del av oss invitert til en internasjonal Workshop i Denver, figur 2. Det var Soil Science Society som inviterte noen fra verdens humuselite for å diskutere internasjonalt samarbeid. I virkeligheten så var det en aktiv gruppe forskere ved det resurssterke



Figur 2. Internasjonale humusforskere innkalt til møte i Denver.

USGS-laboratoriet i Denver som ønsket å markere seg, etter at USEPA hadde tatt "første stikk" ved humus-møtet i Chapel Hill i 1981. Humus forskere fra Canada, England, Frankrike, Italia, Japan, New Zealand, Norge, og USA, møttes primært for å bli enig om metoder for å lage Internasjonale Humus Standarder.

Mange av oss var ganske betatt av initiativet og dominansen fra USGS. I ettertid er det ikke vanskelig å erkjenne at de veltalende og høyrøstede forskerne fra Denver, hadde et markeringsbehov og de tok føringene i forhandlingene fra starten. Den gang, som nå, er det lett å la seg fascinere og forføre av store ord, bløff og kanskje særlig når de økonomiske ressursene så klart demonstreres. Medlemmene av denne internasjonale humus-eliten som var samlet i Denver, var dominert av jordforskere. Det var derfor forholdsvis enkelt å bli enige om de forskjellige prøveisoleringsmetodene for "Jord Standardene".

På "Vann Humus Standard"-sektoren var "vertskapet" (USGS), vel forbredt. Blant deltageren i denne internasjonale "workshopen" var

vannforskerne i mindretall, og et hvert forslag om isoleringsmetode for humus i vann, ble rimeligvis "overkjørt" av de øvrige møtedeltagerne som ble overbevist om at vertskapets veldokumenterte og publiserte isoleringsmetode var overbevisende. Denne prosedyren for å isolere humus fra vann ble enstemmig vedtatt. Dette viste seg, nå i moderne tid, å være en dobbelt tabbe. Direkte ødeleggende for fremdriften.

Basis for den Internasjonale Vannhumus Standarden var vann fra Suwannee River i Florida: Vannet ble 1) membranfiltrert, 2) pH-justert til pH 2, og 3) filtrert gjennom en kolonne med den kunstig adsorbenten: Amberlite XAD-8.

### Nordisk Referanse humus

Vi tok senere initiativet til få laget en Nordisk Referanse Humus. Råvannet var fra utløpet av et tjern i Bærum kommune. Seksten tonn vann fra Hellerudmyra ble fraktet i stålspann, ved hjelp av en terrenggående tømmerbil, frem til veg, og så videre til laboratoriet på NIVA i Oslo. Vi benyttet

samme laboratorieutstyr og i stor grad samme personell som det som ble benyttet ved isoleringen av vannet fra Suwannee River i USA, noen år tidligere.

Denne Nordiske Referanse Humusen (Nordic Fulvic- and Humic Acid) ble produsert og finansiert som et samarbeidsprosjekt mellom Finland, Norge og Sverige. Sluttproduktet ble delt i fire like deler; hvorav en fjerdedel ble innlemmet i den Internasjonale Humus-Prøve-Banken i USA.

I løpet av de påfølgende dekadene, ble det stadig "produsert" nye humus standarder. Den første, som altså hadde en Internasjonal variant (Suwannee River Florida) og en Nordisk Referanse Humus (Hellerudmyra, Bærum), hadde, som antydning ovenfor, noen beklagelige begrensninger. Dette viste seg i ettertid, ettersom kunnskapen om "Humus-substansen" stadig økte.

Proseduren for isoleringen av humus fra vann, i følge den vedtatte metode, var en surgjøring av vannet til pH 2.0, etterfulgt av en eluering av denne sure prøven gjennom en kolonne med en kunstig adsorbent. Den delen av humusen som heftet seg til dette kolonnematerialet, ble deretter "vasket" ut med lut.

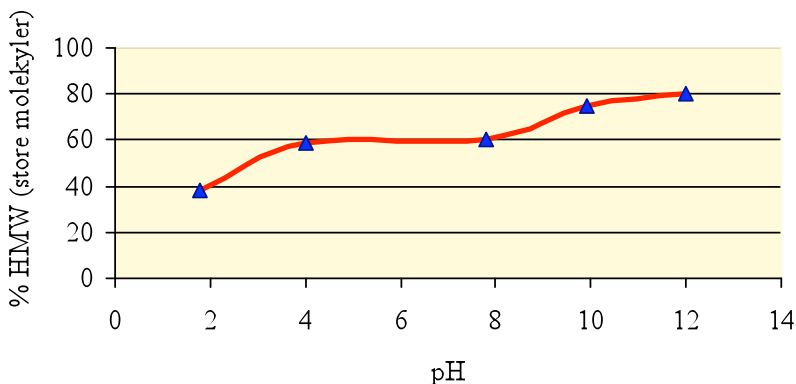
Denne internasjonale gruppen av humusforskere som møtes i Denver, i 1983, gjorde en formidabel innsats i samarbeid over landegrensene.

Selv om vår største interesse var knyttet til å få en "Standard Humus for vann", dannet dette møte starten på et utmerket faglig samarbeid. Det er viktig her å fremheve at IHSS (Internasjonal Humic Substances Society) ble etablert under dette møtet i Denver i 1983. Dette er en institusjon som samler 100-200 medlemmene til møte hvert annet år et eller annet sted i verden. IHSS har omkring 1000 medlemmer.

Denne "Internasjonale Standarden for Humus i Vann" var ganske mislykket for oss vannhumusforskere av minst to årsaker:

- A) Metoden selekterte de lavmolekylære delene av det naturlige organiske materialet (NOM) [HUMUS] i vannprøven. Som vist på figur 3, er molekylstørrelsen av humus i vann sterkt avhengig av pH.
- B) Det er både forkastelig og uakseptabelt å bruke samme navn og betegnelse på "produkter" med forskjellige definisjoner: Fulvic Acid og Humic Acid. Svein Oden introduserte disse navnene i 1919, på sure og basiske ekstrakter av jordprøver. Forskergruppen fra USGS i Denver, brukte de samme betegnelse på noe helt annet! Ganske forvirrende for de fleste.

### Molekylstørrelsen endrer seg med pH



Figur 3. Prøvene er fraksjonert på en Sephadex G-25 -gel kolonne. Separasjonen foregår etter molekylstørrelse. (HMW: High Molecular Weight). Hvert punkt er middelverdien av 4-12 fraksjoneringsforsøk. Følgende kjemikalier er brukt for å justere saltinnhold og pH: NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

30 år er gått siden møtet i Denver, og etableringen av IHSS (Humic Substances Society) og siden tilgjengeligheten av en Internasjonale Humus Standard og referanser (som for eksempel den Nordic Fulvic Acid).

## Utveksling av kunnskap og utveksling av humus isolater

I mellomtiden er nye metoder tatt i bruk. Metoder som i størst mulig grad bibeholder "Substansens" naturlige egenskaper. Den norske humusforskningen var, som antydte ovenfor, i stor grad basert på isolering av humusen ved vakuuminndamping. Denne metoden ble, som fremholdt ovenfor, rimeligvis avvist på Denver-møtet i 1983, pga irreversibel utfelling av uorganiske salter under konsentrasjonsøkningen. Dette var typisk når innholdet av uorganiske salter er større enn det som er vanlig i overflatevannet i Norden.

Dagens mest brukte og sannsynligvis beste metoden er imidlertid allikevel: "Å fjerne vannet". Dog først etter at alle kationer i vannprøven først er skiftet ut med Na-ioner (Na-salter er vannløselige). Det var miljøforsker Mike Perdue, et mangeårig medlem av IHSS, fra USA

som introduserte denne metoden og vi i Norge har i stor grad benyttet oss av Mike Perdues utstyr, hans erfaring og kompetanse for å isolere humusen fra norske, finske og svenske overflatevannkilder. Med økonomisk bistand fra amerikanske ressurser, fremskaffet av vår amerikanske venn Jim Alberts, tidligere President i IHSS, introduserte vi: En Nordisk NOM.

Dette isolatet var basert på råvann fra Sør-Odal Vannverk og utstyret anskaffet av Mike Perdue.

Vannet pumpes gjennom et filter som fjerner partikulært materiale. Deretter presses vannet



Figur 4. Sør-Odal kommune.



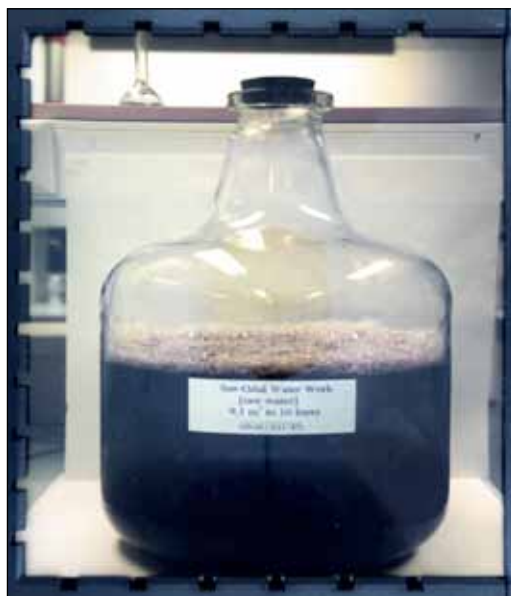
Figur 5. RO-utstyr for isolering av humus/NOM i felt. Dette utstyret kan fraktes frem til vannkilden.

gjennom en membran, etter at alle kationer i vannet er byttet ut med Na<sup>+</sup>, ved passasje gjennom i en natrium-mettet ionebytter. Denne prosessen skiller vannet fra det vi kan kalle "Na Humat". Vanligvis fjerner vi ytterligere noe vann ved inndampning under lavt trykk og ved 35°C, før frysetørring. Feltutstyret som benyttes for å "filtrere" noen hundre liter "råvann" til noen 10-liter, er vist på figur 5 og figur 6.

Noen eksempler på ferdige produkter av NOM-isolater, basert på "omvendt osmose", er vist på figur 7. Dette er altså basset på en "mikrofiltrering". Vannmolekylene presses gjennom membranen som "holder større molekyler" tilbake.

### NOM-Typing Prosjektet

Noen gram av disse NOM (humus)-isolatene ble sendt til humus kollegaer over hele verden. 17 ulike institusjoner i 10 forskjellige land deltok. Dette resulterte i 140 ulike sett av karakteriseringsdata. Disse resultatene er samlet i et spesial-



Figur 6. 35 liter isolat fra 500 L humusvann.

nummer av tidsskriftet Environment International.



Figur 7. Eksempler på NOM/Humus isolater. **1. (TRE):** Trehørningen. utløp; **2. (HEM):** Hellerudmyra. utløp (samme kilde som Internasjonal Nordic Fulvic og Humic Referanse Humus); **3. (AUR):** Aurevann. Råvann for Bærum Vannverk; **4. (MAR):** Maridalsvannet. Råvann for Oslo Vannverk. **5. (BIR):** Elv fra Birkenesfeltet. Etableringsfeltet for SNSF-Prosjektet; **6. (HUM):** HUMEX B. Utløp fra referansefeltet for HUMEX Prosjektet (Skjervatjern); **7. (GJL):** Gjerstad kalket. Utløp fra kalket forsøksfelt i Gjerstad; **8. (GJU):** Gjerstad ukalket. Utløp fra referanse feltet i "Kalkingsprosjektet"] Vannet passer gjennom et filter som fjerner partikler, deretter gjennom en ionebytter som skifter alle frie kationer med natrium (Na<sup>+</sup>). Ved hjelp av en høytrykkspumpe presses vannet gjennom et "mikrofilter" (omvendt osmose – filter). Filteret skiller rene vann (H<sub>2</sub>O) og Na.-Humat.

Vårt initiativ var basert på den hypotese at Humusen (NOM-en) i vann er ”produsert” i jorda, dvs. i nedbørfeltet, og at ingen ”Humus” er identisk lik.

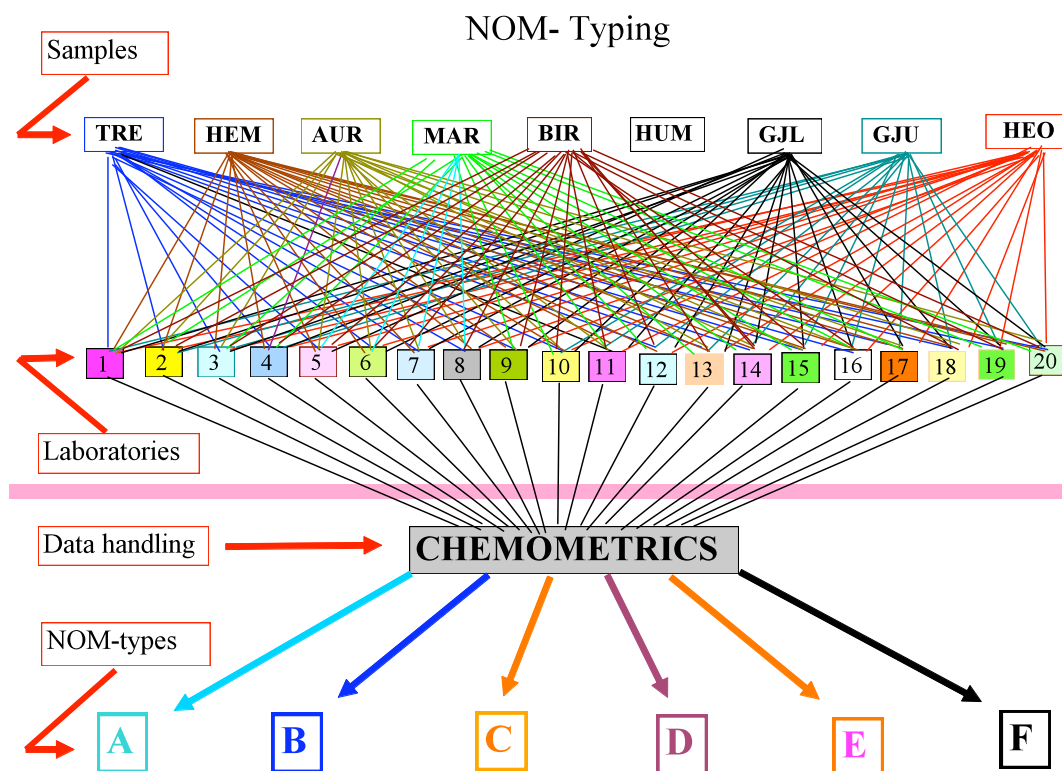
Vi distribuerte prøver av disse isolatene til vel etablerte analytikere. Dvs. til kolleger omkring i verden som var innforstått med vår utgangshypotese om at Humus/NOM kunne types på samme måte som vi har lært å type humant blod. Dette ”NOM-Typing-Prosjektet” var støttet av Forskningsrådet og av NIVA. Begge institusjonene antas å ha oppfattet grunnlaget for dette forskningsprosjektet. Den publikasjonen som det er henvist til nedenfor hadde etter første fase, til sammen 52 medforfattere; noe som understøtter troen på at vår hypotese hadde internasjonal aksept. Den egeninnsats som mine internasjonale kollegaer hadde bidratt med i

dette prosjektet vil antagelig representer flere 10-potens av det norske bidraget. Det foreligger, altså 19 enkelt publikasjoner, samlet i ”Special Issue” av et internasjonalt tidsskrift.

Figuren antyder ”NOM-Typing-Prosjektets” idé og struktur. Det fremgår av denne skissen at Prosjektet ikke er fullført. Prøveprepareringen og analysearbeidet er ferdig. Det viktigste gjenstår!

### Et spark til byråkrater vedrørende slutføring av forskningsprosjekter

Her vil forfatteren tillate seg å rette lyset mot norsk forskning på alle plan. Søkelyset knytter seg til en generell skepsis til prioritering og fremfor alt styring og oppfølging av den nødvendige nyskapningen i vårt samfunn. Jeg tillater meg å



## TYPING OF NATURAL ORGANIC MATTER IN WATER

Figur 8. Skisse av basisen for vår hypotese og våre planer for ”NOM-Typing” Prosjektet. Prosjektet er ikke avsluttet. Den rosa horisontale linje antyder status.



bruke ”NOM-Typing-Prosjektet” som eksempel. At den nasjonale ”pengemakten” aksepter at Humus i vann er viktig (50 % av substansen i vårt overflatevann er humus), er prisverdig. Det er også vært å anerkjenne en aksept på et prosjekt som ”sammenligner Humus med” humant blod. Her trengs litt erfaring og fremfor alt tiltro til forslagsstilleren som kanskje kan mye om tema. Honnør til politikere og til byråkrater.

Fra dette tidspunkt overtar budsjettene styringen. Den faglige styringen overlates til antall publikasjoner og den faglige kvaliteten bedømmes etter publiseringstidsskriftets anerkjennelsesgrad.

Tema for dette ”Typing of NOM-Prosjektet” er klassisk i norsk sammenheng. NIVA var blant de første i verden som oppfattet betydningen av dette naturlige organiske materialet (NOM) i overflatevann. Den nasjonale forskningen som startet for mer en 50 år siden, fikk internasjonal oppmerksomhet og tilliten til NIVAs prosjektinnspill var en betydelig kilde til inspirasjon. NIVA og Forskningsrådet fortjener derfor stor ros og honnør for godkjenningen av og støtten til ”NOM-Typing Prosjektet”. Prosjektlederens store ”tabbe” var å undervurdere Prosjektets internasjonale popularitet. Alle kollegaer som ble forespurt om å delta i karakteriseringen av våre 9 norske Humus/NOM-isolater, med en eller flere av sine favorittmetoder, aksepterte utfordringen og leverte resultater. Mer enn 40 humus/NOM-forskere fra 14 ulike institusjoner, fra 10 land i Europa og Nord Amerika, deltok altså i vårt prosjekt. De resultatene som er presentert i 19 ulike artikler i *Environmental International*, representerer datasett som karakteriserer de 9 norske Humus/NOM-isolatene på 140 forskjellige måter.

Forfatteren vil her fremheve 4 forhold:

1. Tre av de nasjonale forskerne i dette norsk-initierte prosjektet gjorde gjentatte forsøk på få publisert en syntese av alle disse tilgjengelige resultater. Ettersom dette ikke lyktes, konkluderte prosjektlederen med at det var nødvendig å søke hjelp fra den eksterne ekspertise. Med den oppmerksomhet som ”Typing-Prosjektet”

hadde fått og med den store egeninnsatsen, i form av enestående original data, som vi hadde mottatt, var det vår plikt å påse at disse forskningsresultatene ble utnyttet maksimalt.

2. En kvalifisert henvendelse til byråkratene i Forskningsrådet om dette vårt pinlige dilemma, ble rutinemessig avfeiet med: ”Dette skulle du tenkt på da budsjett prosjektet. Forskningsrådet har ikke den slags penger”.
3. ”Moder”-institusjonen, som tross alt hadde det faglige detaljansvaret for dette, unnlot til og med å svare på en formell henvendelse fra prosjektlederen, som i mellomtiden var blitt pensjonist.
4. Den pensjonerte Prosjektlederen oppfattet denne unnlatsen som et svik mot de internasjonale eliteforskerne innen feltet (Humus/NOM) og som hadde vært så sterkt engasjert. I en formell henvendelse til direktøren for Forskningsrådet, påpekte jeg min og nasjonens faglige dilemma. Med henvisning til prosjektskissen, se figur 7 vil jeg anta at nasjonens problem ble oppfattet. Jeg anmodet innstendig om hjelp fra Forskningsrådet slik at disse internasjonalt produserte karakteriseringsdata av norske humusvannprøver kunne utnytte på best mulig måte. Forskningsrådets direktør fant ikke grunn til å besvare dette brevet.

Mine yngre forskerkolleger kommenterte dette på følgende måte: ”NB, Egil. Du er jo pensjonist, du kan ikke forvente svar fra personer som tross alt formidler så mye penger”.

Jeg spør: Er dette moderne tenkning? Min egen kommentar og mitt spørsmål er: ”Anstendighetsvikt! Er dette slik pensjonistene bør behandles i vår overflod?”

## Anerkjennelse

Jeg vil takke John Erik Samdal og Petter Wulfsberg for god hjelp i slutføringen av dette bidraget.