

Nitrogentilførsler til norske vannforekomster

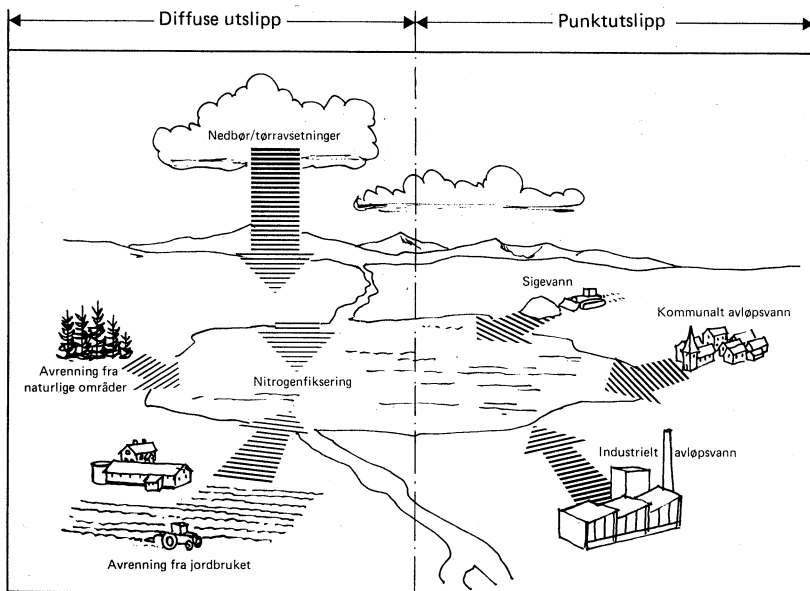
Av Eivind Lygren

Eivind Lygren er siv.ing. og ansatt som forsker ved Norsk institutt for vannforskning.

Innlegg holdt på møte i Norsk Vannforening 12. desember 1979.

Nitrogen er en viktig bestanddel i alle levende organismer. Atmosfæren inneholder ca. 78 prosent nitrogen-gass som imid-

lertid ikke kan utnyttes direkte av særlig mange organismer. Den plante-tilgjengelige form for nitrogen utgjøres hovedsakelig av ammonium (NH_4^+) og nitrat (NO_3^-). Disse forbindelsene tilføres vannforekomster fra en rekke kilder, som vist i fig. 1.



Figur 1. Kilder for nitrogentilførsler.

Tabell 1 gir en oversikt over de største nitrogentilførsler til norske overflateresipienter. Totale punkt-tilførsler er, som tabellen viser, trolig omtrent like store som tilførslene fra jordbruket.

Punktutslippene tilføres et relativt be-

grenset vannvolum i motsetning til de diffuse tilførslene som stammer fra store landområder og fordeles til de fleste vannforekomster i landet. Dette gjelder særlig tilførslene fra «naturlige områder», angitt i tabellen.

Tabell 1. Nitrogentilførsler til norske overflateresipienter. (Tallene er kun veiledende, og kilder som nedbør og biologisk fiksering direkte i vannforekomstene er ikke tatt med.)

		Tonn N/år
Diffuse utslipp	Kommunalt avløpsvann	10 000
	Sigevann fra søppel og slam	2 000
	Industrielt avløpsvann	12 000
Punkt-utslipp	Avrenning fra jordbruk	19 000
	Avrenning fra naturlige områder	47 000
	Sum:	90 000

Kommunalt avløpsvann

Vannforbruket i norske husholdninger er i gjennomsnitt 150—170 l/p.d. mens spesifikke nitrogenmengder er ca. 12 g N/p.d. Konsentrasjonen i spillvann fra husholdningene vil etter dette være 70—80 mg N/l. Ute på det kommunale ledningsnett er konsentrasjonen på grunn av lekkasje etc. vanligvis sunket til mellom 20 og 40 mg N/l. Det meste av N-forbindelsene i avløpsvannet er på løst form, som ammonium.

Totalt «produserer» den norske befolkning 18 000—20 000 tonn N/år. Av dette regner vi med at ca. 10 000 tonn tilføres overflateresipienter mens resten avskilles i renseanlegg, tas opp i jordsmonn eller vegetasjon, tilføres grunnvann eller omsettes biologisk til gass.

I tabell 2 er det vist hvordan de kommunale utslippene fordeler seg til ulike resipient-typer. Av tabellen går det fram at største delen går til lukkede fjord-systemer og vassdrag.

Tabell 2. Prosentuell fordeling av utslipp i tettsteder og spredt bebyggelse til ulike resipienttyper i 1970. I 1970 bodde 66 prosent av befolkningen i tettsteder med mer enn 200 innbyggere (1):

Prosent	Åpent hav	Åpen fjord	Lukket fjord	Vassdrag
Tettsteder	12	22	36	30
Spredt bebyggelse	22	21	10	47

Sigevann fra søppel og slam

Sigevann har høye nitrogenkonsentrasjoner, overveiende på ammoniumform (NH_4^+). Deponeringsforsøk med husholdnings-søppel på en fyllplass utenfor Trondheim viste gjennomsnittskonsentrasjoner på ca. 300 mg N/l de to første årene i deponi. Tilsvarende forsøk med kommunalt spillvannslam i Oslo gav gjennomsnittskonsentrasjoner de to første årene på 1 000—2 000 mg N/l (avhengig av slamtype) eller 30—60 ganger det vi vanligvis finner i kommunalt avløpsvann (2).

Konsentrasjonen i sigevann fra kommunale søppelfyllplasser er som tabell 3 viser, ofte i området 150—250 mg N/l.

Tabell 3.

Tørrværs-analyser av sigevann (3).

	mg N/l		Tot-N
	NH_4^+	NO_3^-	
Grønmo	120	0,04	182
Brånåsdalen	225	0,01	254
Yggeseth	227	0,04	250
Isi I	141	0,02	155
Taranrød	84	0,68	156

Vi vil grovt anslå de totale nitrogenmengder i sigevann fra søppel og slam til 2 000—3 000 tonn N/år hvorav 1 000—2 000 tonn N/år går til overflateresipienter.

Totalt nitrogenutslipp i sigevann er altså relativt små. Til tross for dette må sigevann betraktes som en betydelig nitrogenkilde. Dette kommer av at fyllplassene tar avfall fra svært mange personer konsentrert på få steder, og fordi utslippene går til få og ofte relativt små og sårbare vannforekomster.

Industrielt avløpsvann

I Norge kommer trolig 70—80 prosent av de industrielle nitrogentilførslene fra tre store bedrifter som alle produserer kunstgjødsel. Produksjon på Herøya, Rjukan og i Glomfjord gav i 1979 ifølge bedriftene utslipp på henholdsvis 5 600, 1 100 og 2 200 tonn N/år. Av dette er 5 200 tonn N/år på ammoniumform, 3 000 tonn N/år på nitratform og 700 tonn N/år på ureaform (urea-N brytes raskt ned til ammonium).

I tabell 4 er det gitt en oversikt over tilførslene fra de viktigste industrigrener.

Tabell 4.

Årlige industrielle nitrogenutslipp til norske vannforekomster. Tallene er usikre.

	tonn N/år
Skogindustri	1 500
Kunstgjødsel industri	9 000
Annen kjemisk industri	1 000
Gruve-, jern, og stål industri ..	230
Tekstil- og lær industri	50
Levnettsmiddel industri	230
Sum	12 000

Avrenning fra jordbruk

Tilførslene fra jordbruket er ofte sterkt sesongbetont og viser store regionale forskjeller. Tabell 5 viser at avrenningen fra dyrket mark utgjør den overveiende del av tilførslene.

Avrenningen fra dyrket mark skyldes bl.a. den omfattende bruk av kunstgjødsel. I fig 2 er det vist hvordan forbruket av kunstgjødsel-nitrogen har utviklet seg fra 1930 fram til i dag. I

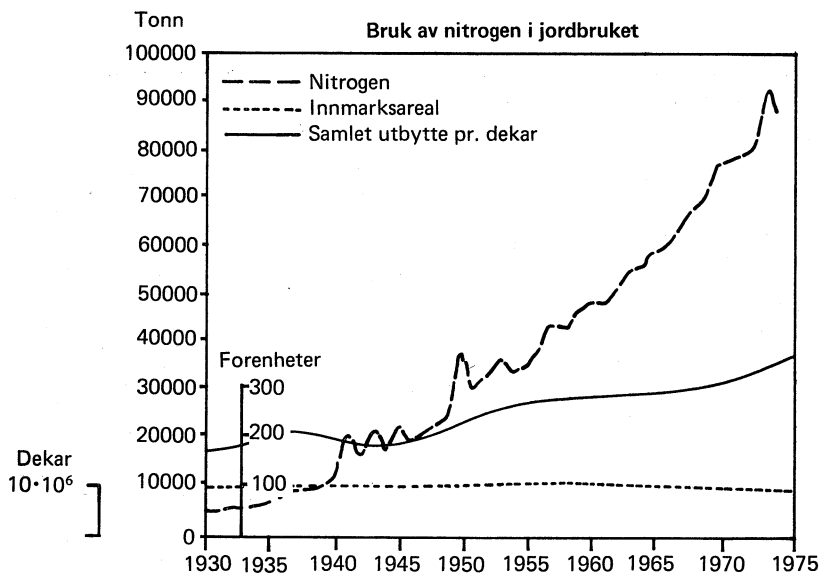
Tabell 5.

Nitrogenforurensning fra jordbruket til norske overflateresipienter (4).

	tonn N/år
Halmfluting	50
Silo	700
Gjødselkjellere	?
Melkerom	70
Dyrket mark	18 000
Totalt	19 000

samme figur er også vist utviklingen i dekar dyrket mark og gjennomsnittlig antall føreheter pr. dekar. En del av avlingsøkningen skyldes utvikling av bedre kornsorter, og det synes pr. i dag å foregå en overgjødning.

Avrenningen fra dyrket mark vil på grunn av nedbørforholdene variere mye fra sted til sted. En undersøkelse (6) angir f.eks. spesifikke tilførsler fra Rogaland, Østfold og Dovre på henholdsvis 5 300



Figur 2. Forbruk av kunstgjødning-N, dyrket areal og utbytte pr. dekar i perioden 1930—1975. (5).

kg N/km².år, 3 800 kg N/km².år og 330 kg N/km².år.

Overgjødning gir også fare for tilførsler av nitrat til grunnvannet. Nitrat er relativt mobilt i jordsmonnet. Noe for-

enklet kan vi si at denitrifiserende bakterier i jordsmonnet har evne til å omsette en viss mengde nitrat til nitrogen-gass. Tilføres det for mye nitrat (eventuelt ammonium som omsettes bakteriologisk til

nitrat), vil nitrat kunne vaskes gjennom laget av denitrifiserende bakterier og dermed ha stor sjanse til å nå grunnvannet hvor det vanligvis vil kunne bestå i lang tid. Mye tyder på at det er all grunn til å være på vakt mot disse nitrat-tilførslene med tanke på fremtidig bruk av grunnvannet til drikkevann.

Avrenning fra naturlige områder

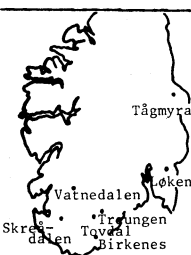
Det er gjort få systematiske målinger av nitrogentilførslene fra naturlige områder. St. melding nr. 71 for 1972—1973

angir gjennomsnittlige tilførsler til 220 kg N/km².år under tregrensen og ca. halvparten av dette fra høyfjellsarealer. Tilførslene vil variere mye fra område til område.

Nedbør og tørravsetninger

Nedbør inneholder nitrat og ammonium i omtrent like store mengder, målt som mg N/l. I tabell 6 er vist årlige middelkonsentrasjoner og årlig massetilførsel av ammonium og nitrat ved en del stasjoner.

Tabell 6. *Middelkonsentrasjoner og årlige stofftilførsler av ammonium og nitrat i nedbør ved en del stasjoner i 1975 (7).*

Sted	Stasjon	Ammonium		Nitrat	
		mg N/l	mg N/m ²	mg N/l	mg N/m ²
	Birkenes	0,49	606	0,47	608
	Skreådalen	0,18	414	0,20	467
	Tovdal	0,39	381	0,40	395
	Tågmyra	0,38	168	0,31	137
	Løken	0,42	276	0,41	284
	Treungen	0,37	306	0,40	333
	Vatnedalen	0,22	210	0,17	164

Det synes å være en stadig økning i nitratinnholdet i nedbøren her i landet mens ammonium-konsentrasjonen er mer konstant.

Det er gjort få undersøkelser over hvor store tørravsetningene er. Teoretiske beregninger (8) gir visse indikatorer på at de kan være av samme størrelse som nedbørtilførslene.

Biologisk nitrogen fiksering

De nitrogenfikserende organismer kan overføre atmosfærisk nitrogen (N₂) til ammonium (NH₄⁺). Dette foregår både på land og i vannforekomster og utføres kun av et fåtall organismer,

- minst 9 arter blågrønnalger
- fotosyntetiske bakterier

— en gruppe mikroorganismer som fikserer nitrogen i symbiose med rot-systemene i spesielle høyere plantearter (f.eks. erterplanter).

Det er vanskelig å si hvor mye av nitrogentilførslene som skyldes biologisk fiksering, og hvordan fikseringen er avhengig av vannforekomstenes generelle tilstand.

LITTERATUR

1. Landsplan for bruken av vannressursene. Arbeidsrapport nr. 1. Kostnader for tiltak i byer og tettsteder, spredt bebyggelse, fritidsbebyggelse m.v. Miljøverndepartementet 1975.
2. *Lygren, E. og Hellesnes, I.*: Disponering av avvannet slam. Sigevannsproblemer ved lagring av ulike slamtyper. Utvalg for fast avfall, 4.3.18 1978 eller NIVA O-103/77.
3. *Johansen, O. J.*: Treatment of leachates from sanitary landfills. PRA 2.9, NIVA O-26/74. 1975.
4. Langtidsprogrammet 1974—77. Spesialanalyse I. Forurensninger. Vedlegg til St. meld. nr. 71 for 1972—73.
5. Statistisk sentralbyrå: Historisk statistikk 1978.
6. *Holmen, S. A.*: Tilførsler av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra nedbør, skog, snaufjell og jordbruk. NIVA A2-32.
7. The OECD-programme on long range transport of air pollutants. Measurements and findings. Paris 1977.
8. *Søderlund, R.*: NO_x pollutants and ammonia emissions — a mass balance for the atmosphere over NW Europe. AMBIO vol. VI No 2—3 1977.