

Kvävegödsling i Gårdsjön efter 25 år: hur mycket tål skogen?

Filip Moldan, IVL, med hjälp av många, men främst av:

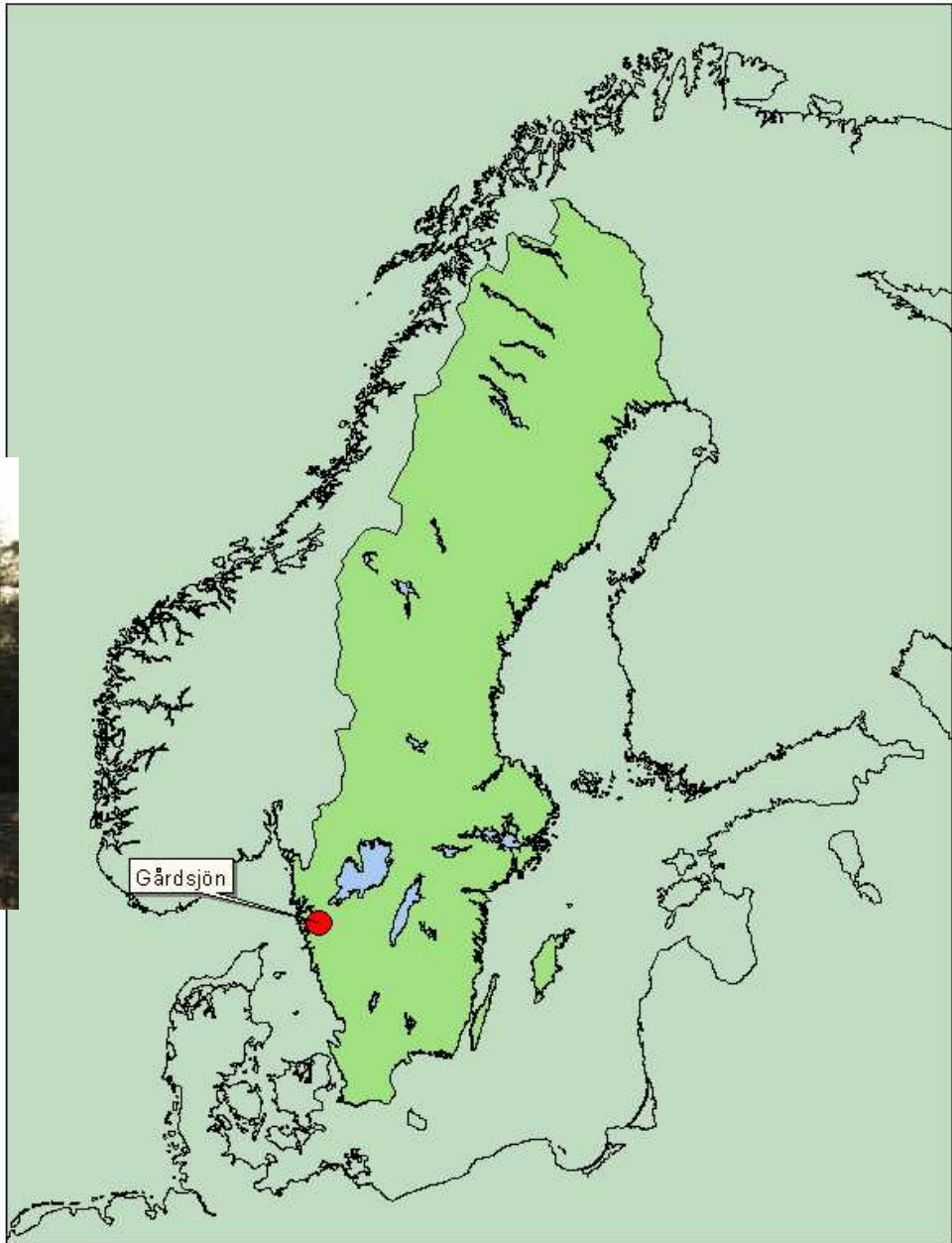
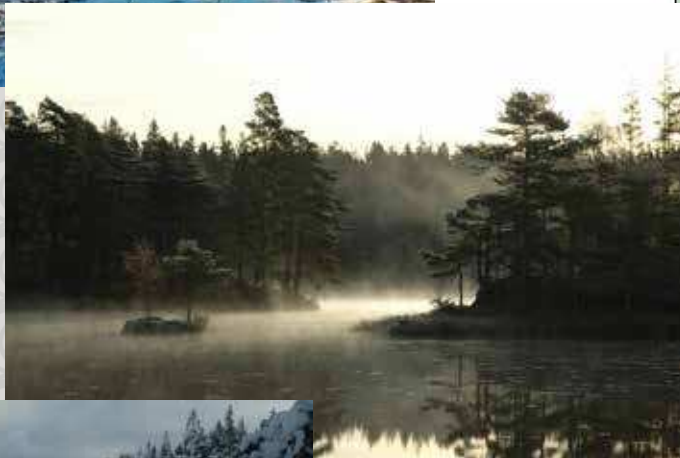
Dick Wright, Hans Hultberg, Bridget Emmett, Janne Kjönaas, Arne Stuanes, Albert Tietema, Per Gundersen och många fler.

NITREX (NITRogen saturation Experiment) började som EU FW3P projekt som definierades enligt följande:

“NITREX is a consortium of European experiments in which nitrogen deposition is drastically changed for whole catchments or large forest stands at **eight** sites spanning the present-day gradient of nitrogen deposition across Europe.

NITREX focuses on the impact of nitrogen deposition on forest ecosystems, in particular the factors and processes affecting ‘**nitrogen saturation**’.” (FEM 1995)

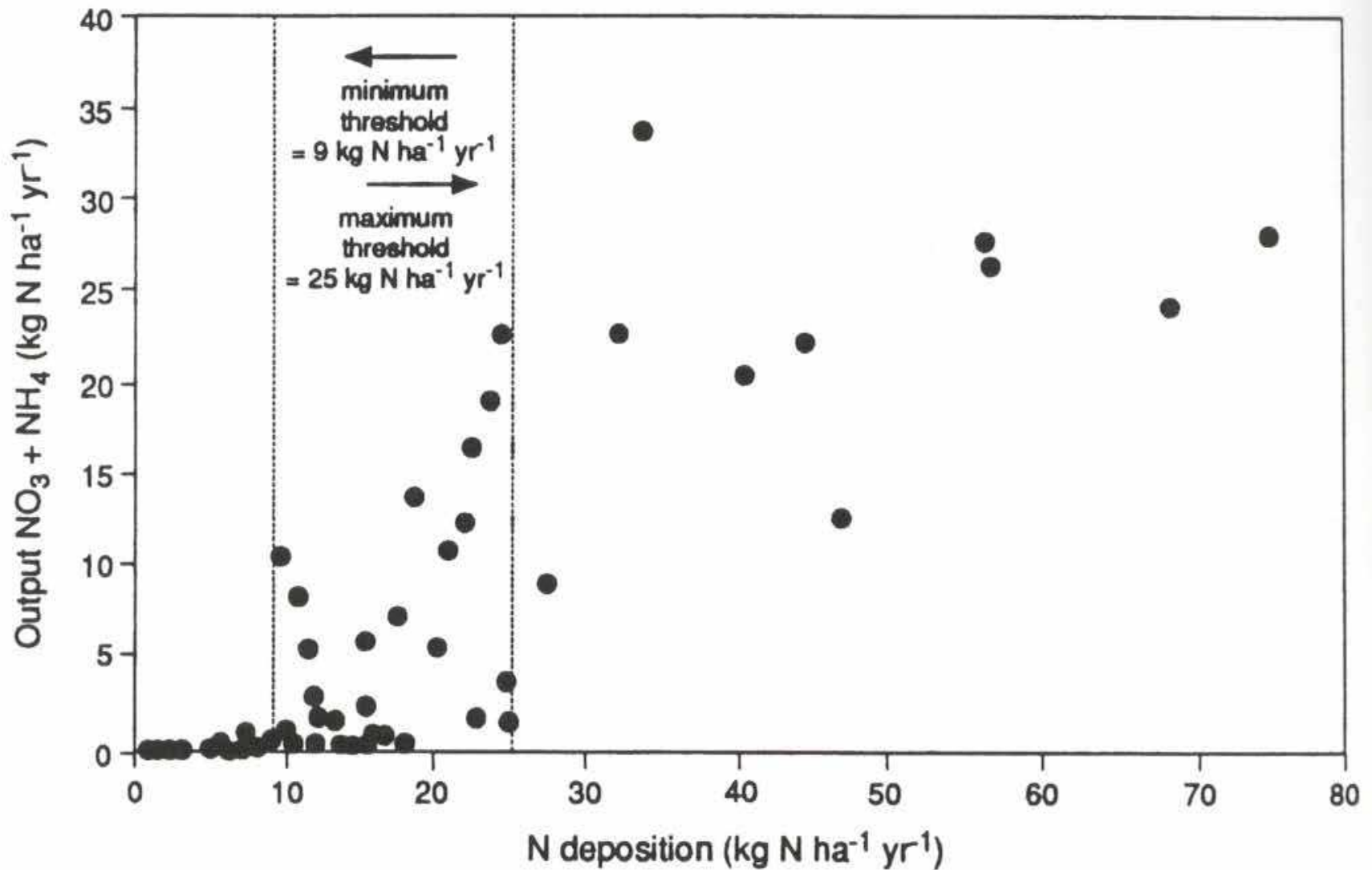
NITREX startades av Dick Wright och Nico van Breemen 1988(?) och fick EU-finansiering 2 gånger. Projektet - som ett EU projekt - avslutades 1997. I Gårdsjön fortsätter behandlingen än idag.





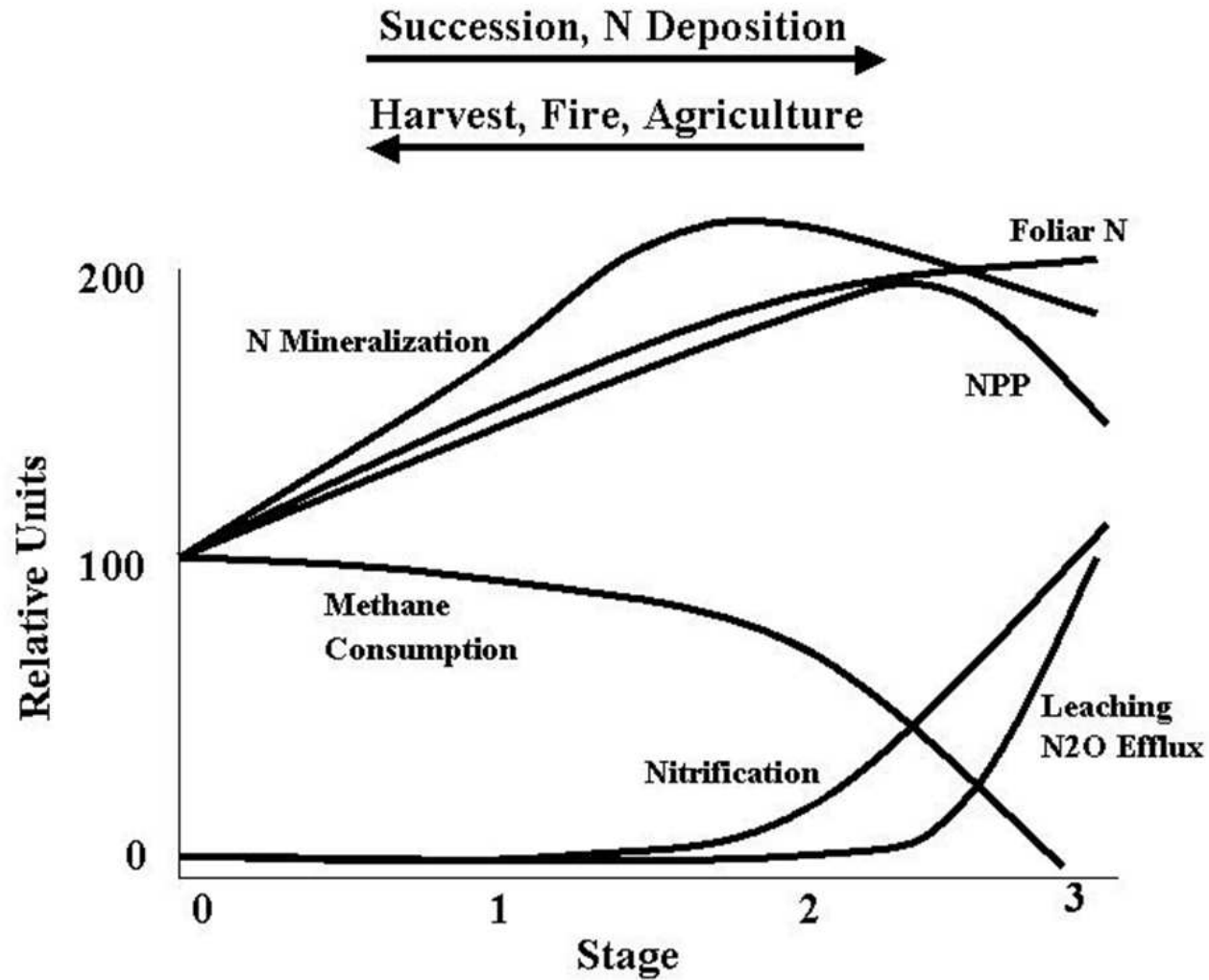
Gårdsjön G2 NITREX

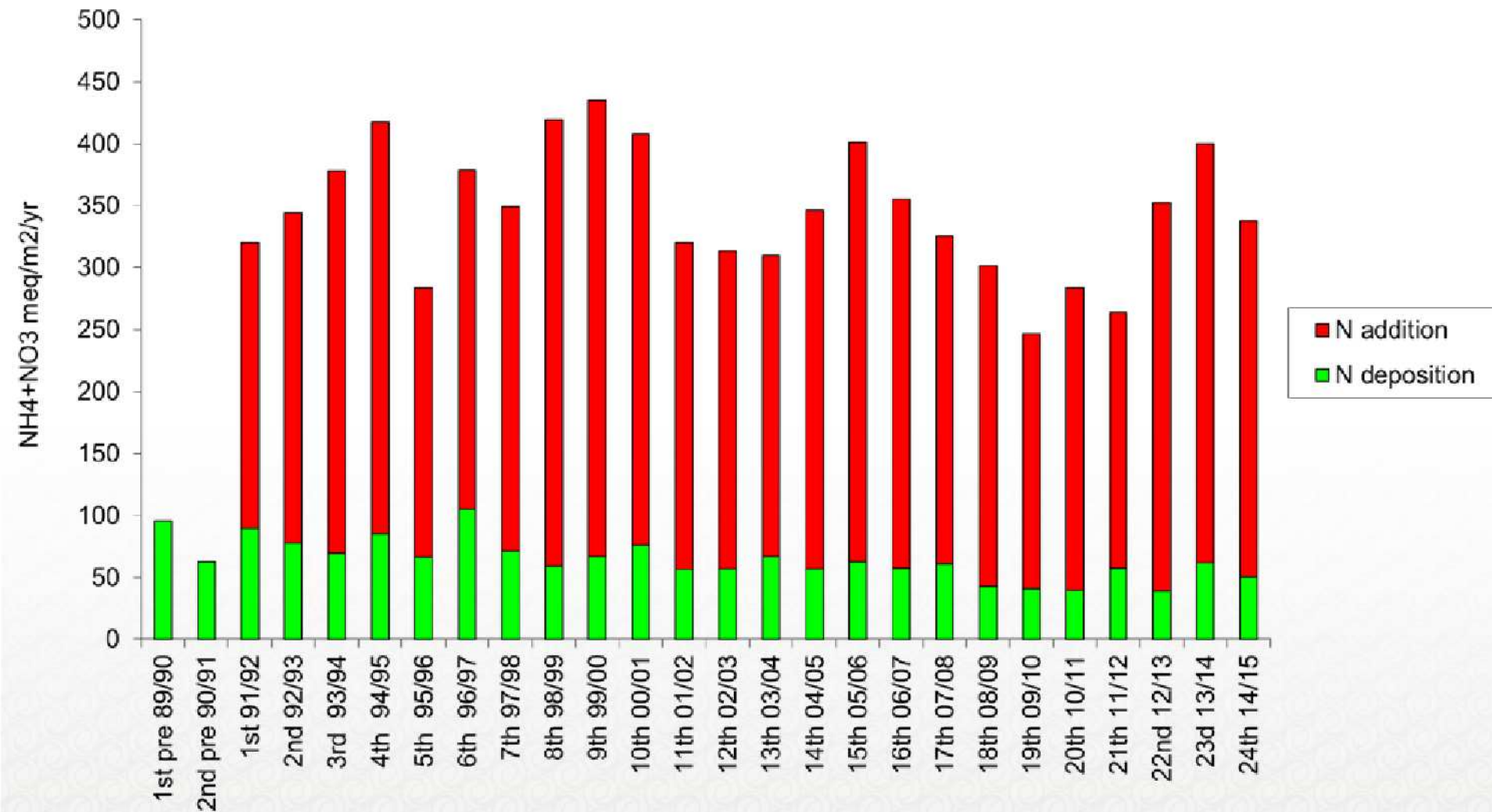
- 0.5 ha catchment covered with mature conifers, mainly spruce
- NH_4NO_3 sprayed ca 20 times a year, total input is ca 7-13 kgN/ha/yr from deposition plus ca 40 kgN/ha/yr added
- catchment was N limited to begin with, no NO_3 leaching to runoff or groundwater, N poor humus ($\text{C/N}=32$)



Dise and Wright (1995). For Ecol Manage 71:153-162

Proposed pathway to nitrogen saturation (Aber et al. 1998)





annual N leaching % of annual input

20%
15%
10%
5%
0%

1989

1991

1993

1995

1997

1999

2001

2003

2005

2007

2009

2011

2013

1200
1000
800
600
400
200
0

cummulative N input kgN/ha

annual N leaching % of annual input

20%
15%
10%
5%
0%



1989 1991 1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011 2013

1200

1000

800

600

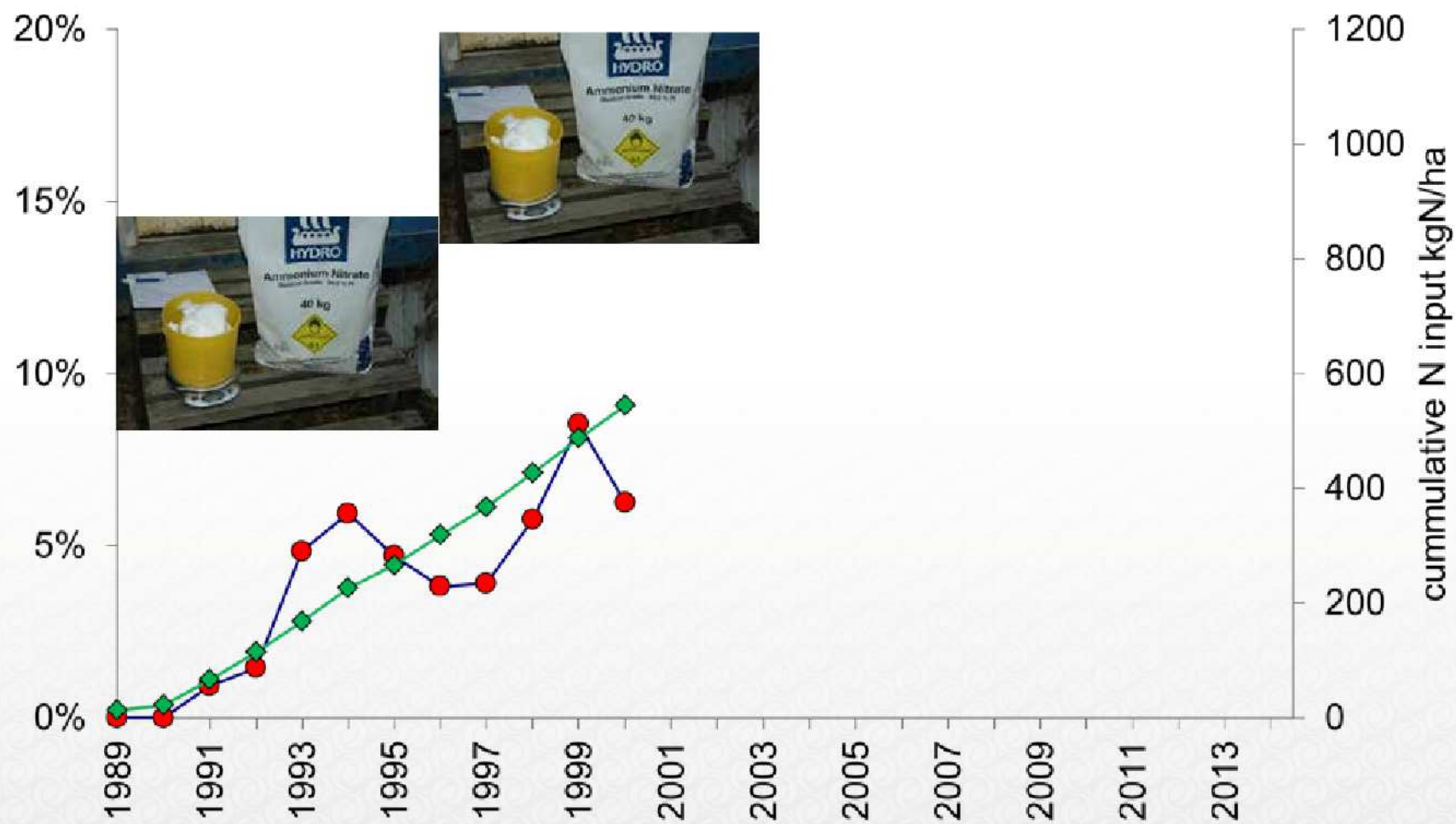
400

200

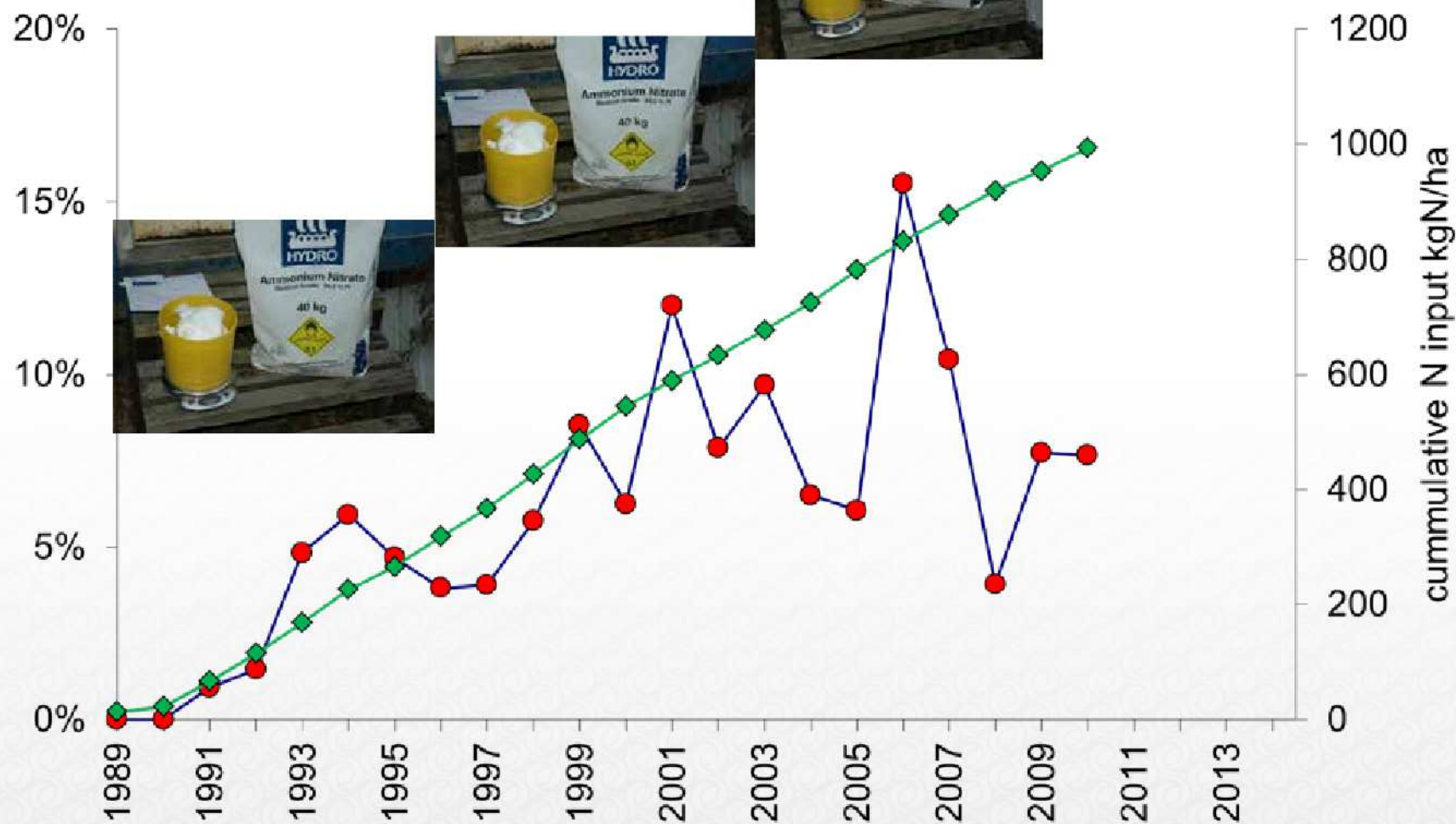
0

cummulative N input kgN/ha

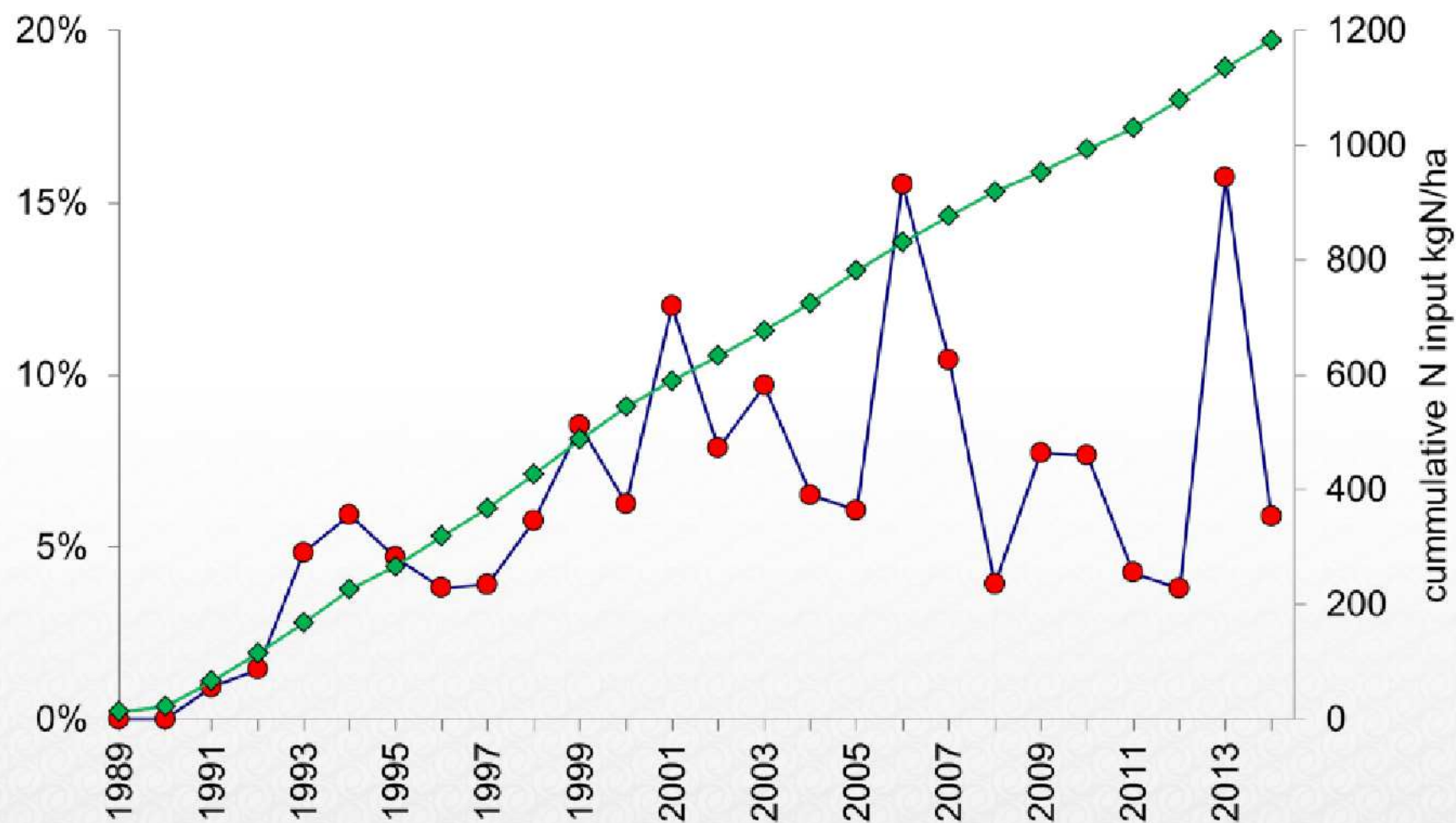
annual N leaching % of annual input

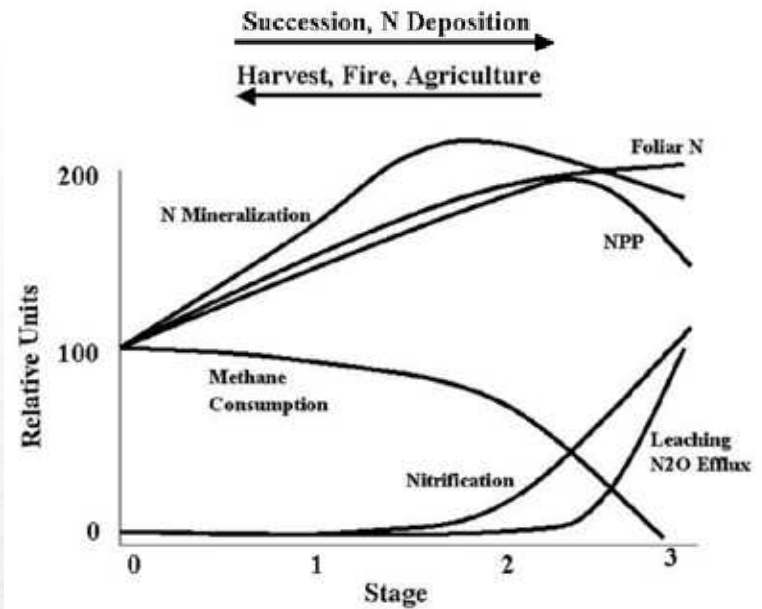
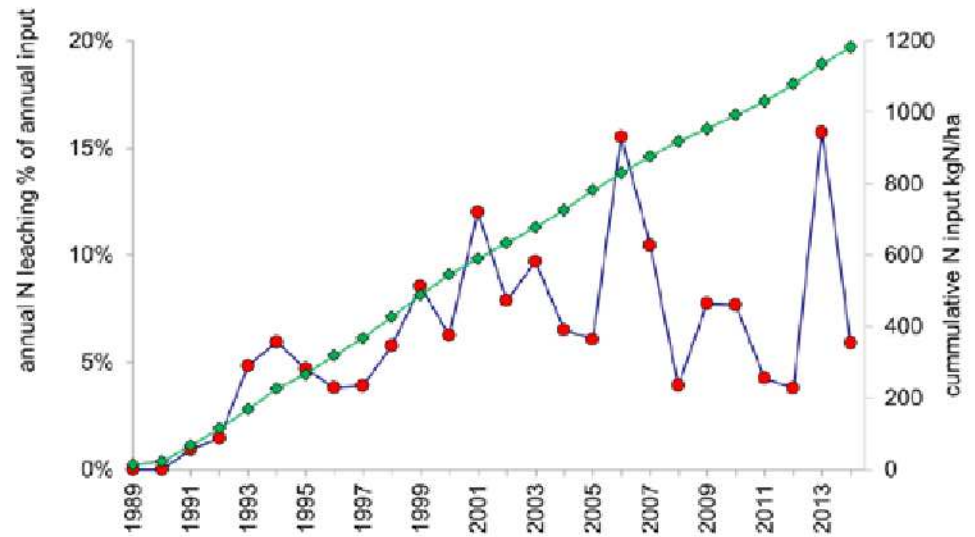


annual N leaching % of annual input



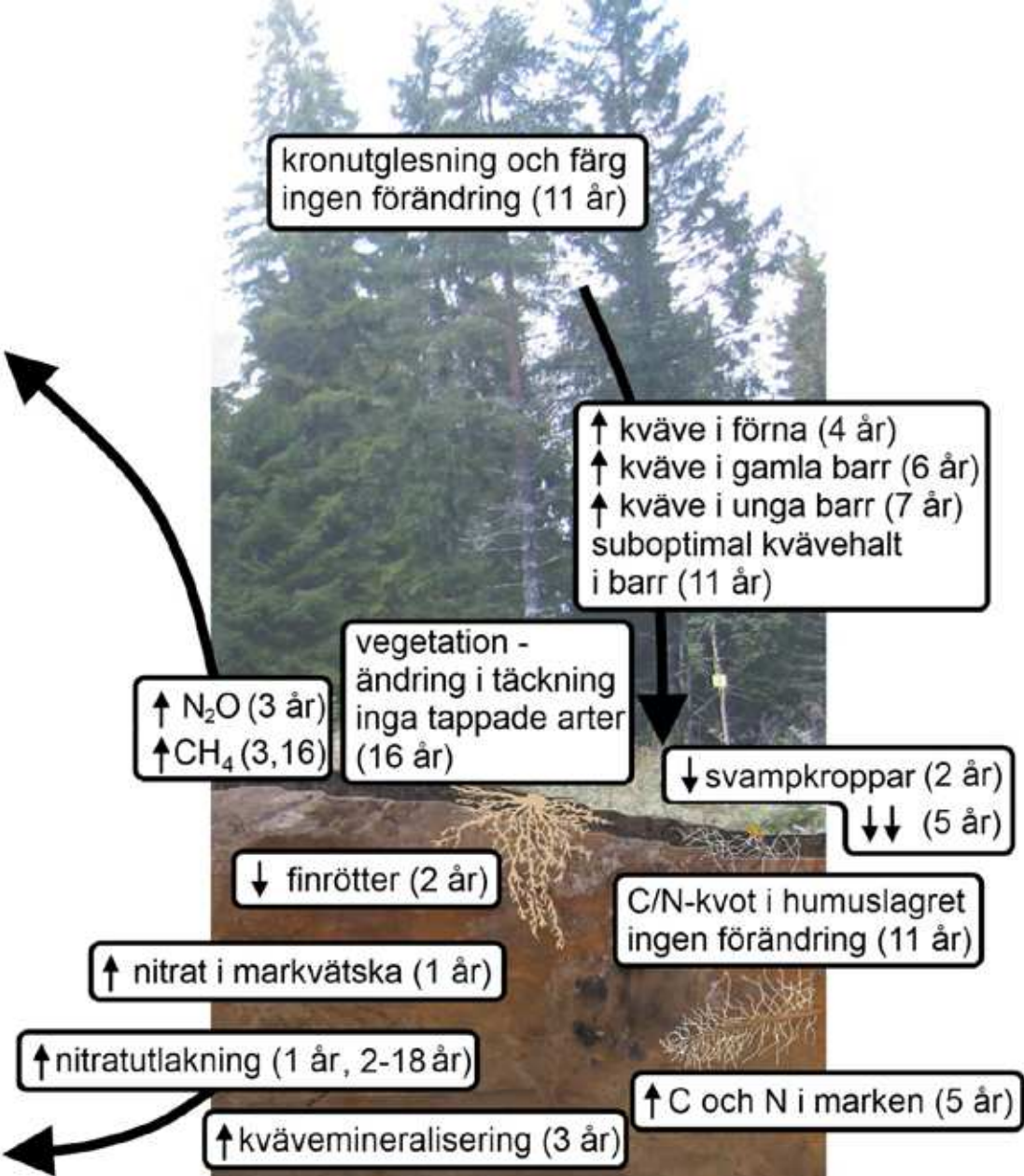
annual N leaching % of annual input





Kvävets stegvisa påverkan

- Förändringshastigheten varierar men efter 10 år har alla undersökta delar blivit påverkade av kväve
- En del av förändringarna är tydligt negativa
- Ingen av förändringarna är (ännu så länge) katastrofala
- Framtida utveckling är fortfarande (!) inte klarlagd



Hur svarar ekosystemet på behandlingen?

- Nitratutlakningen ökade (1), ökade ännu mer (2-8), skiftade från att förekomma på vintern till året om (9-20)
- Nitrathalten i markvätskan ökade i det övre jordlagret (1), i mineraljorden (2)
- Ektomykorrhiza - produktionen av fruktkroppar minskade och det skedde ett skifte i artsammansättningen (2), trenden fortsatte och intensifierades (5)
- Tillväxten av finrötterna minskade (2)
- Kväve mineraliseringen ökade (3)
- Lustgasavgången ökade (3), ingen ytterligare ökning (16)
- Metanoxidationen minskade (3)
- Kväveinnehållet ökade i förna (4), i gamla barr (6), i unga barr (7), men är fortfarande suboptimalt (11)
- Kol och kväve ackumulerades i marken (5)
- Vegetation - en del förändringar i täckningsgrad (16), inga arter försvann
- Kronans status, färgförändringar - ingen ytterligare försämring (11)
- Humuslagrets C/N-kvot - ingen förändring (11)

Sammanfattning: alla delarna av ekosystemet reagerar på behandlingen, men trots ca 20 år med ett tillskott av 40 kg N har avrinningsområdet fortfarande en hög förmåga att hålla kvar kväve.

Röda siffror inom parentes visar hur många år det tog att uppnå de olika tillstånden.

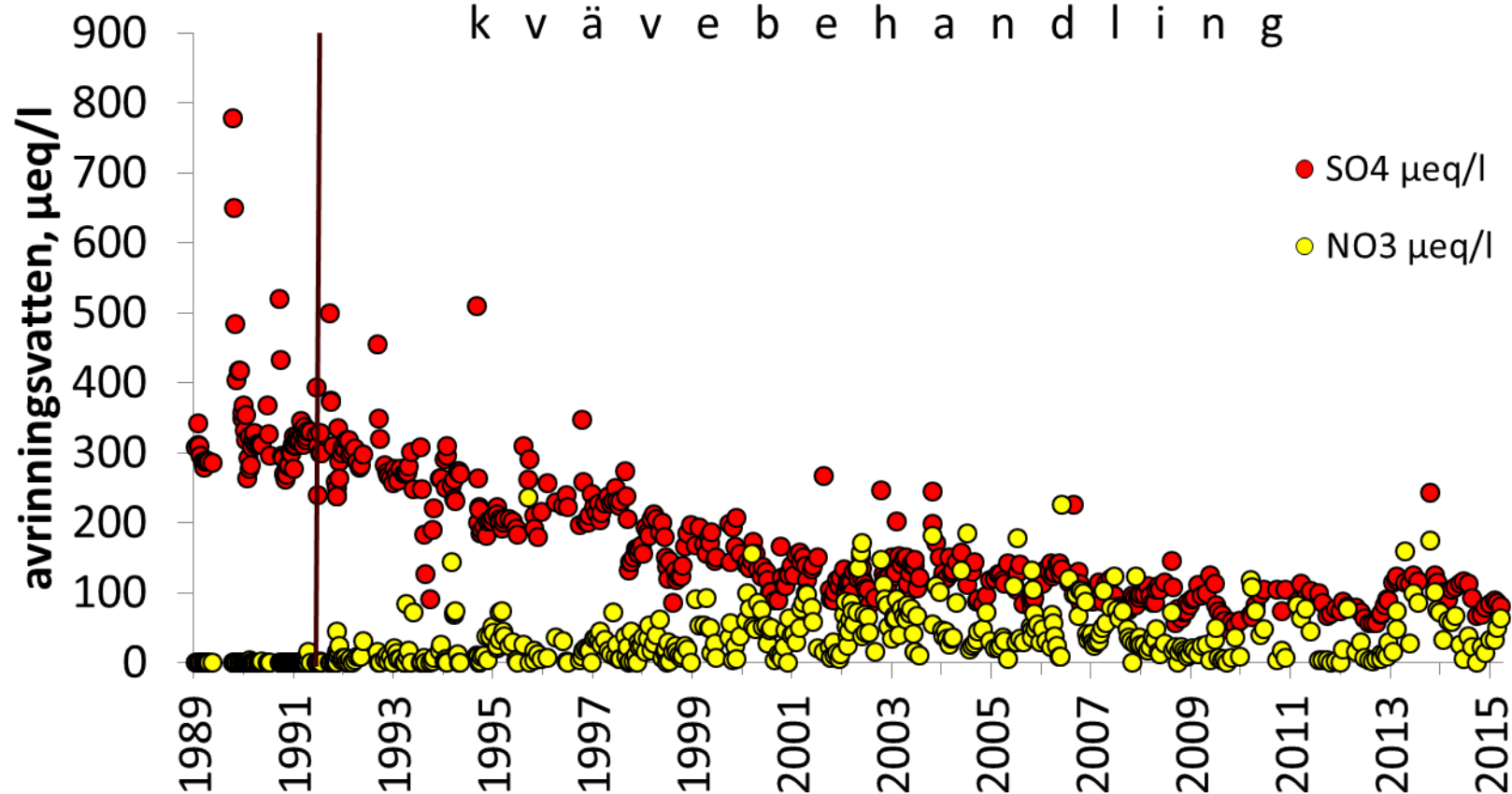
NITREX lärde oss att:

- ➔ 40 kg N/ha/år är mycket jämfört med nedfallet på 10 kg N/ha/år, men det finns 4700 kg kväve i marken. Platsens nedfall och markanvändningsförändringar (under sekler) är av yttersta vikt, förändringen behöver tid.
- ➔ C/N-kvoten i marken är en bra indikator på kvävestatusen, mängden kol (och kväve) är också viktig.
- ➔ Minskad mikrobiell kväveimmobilisering orsakar igångsättning av nitrattutlakning. Det händer innan C/N-kvoten minskar.
- ➔ Med andra ord: Allt har med det mikrobiella i marken att göra.
- ➔ NITREX bidrog med både data och processförståelse. Projektet bidrog till en bättre och mer balanserad förståelse av "kvävemättnad".
- ➔ Web of Science: "NITREX+SOIL" ≈ ca 1400 artiklar, Gårdsjön NITREX – ca 70.



- Hur stora de framtida problemen med kväve kan vara är fortfarande inte helt klarlagt och det kommer ta ytterligare tid innan vi får alla svar.
- Men det pågår en upplagring av kväve i (skogs)mark som kan orsaka framtida problem även om vi inte vet exakt när.
- Luftföroreningar är fortfarande med oss! Kvävenedfallet minskar bara långsamt.
- Klimatförändringen kan leda till ytterligare oväntade effekter.
- Långsiktiga experiment skapar ny kunskap!!!

k v ä v e b e h a n d l i n g



NITREX Gårdsjön

Finansieringen kom ursprungligen från EU FP3 och FP4, men på senare år har NM R, FORM AS samt Naturvårdsverket bekostat fortsättning i perioder. Dessutom skulle inte experimentet kunnat upprätthållas under drygt 25 år utan långsiktigt stöd från IVL, NISK och NIVA. Tack för alla dessa ekonomiska bidrag!

Och tack till er för uppmärksamheten.