

WATSONC

VIDEN OM VAND



Nitratundersøgelse ved Gudumholm kildeplads

ATV Vintermøde

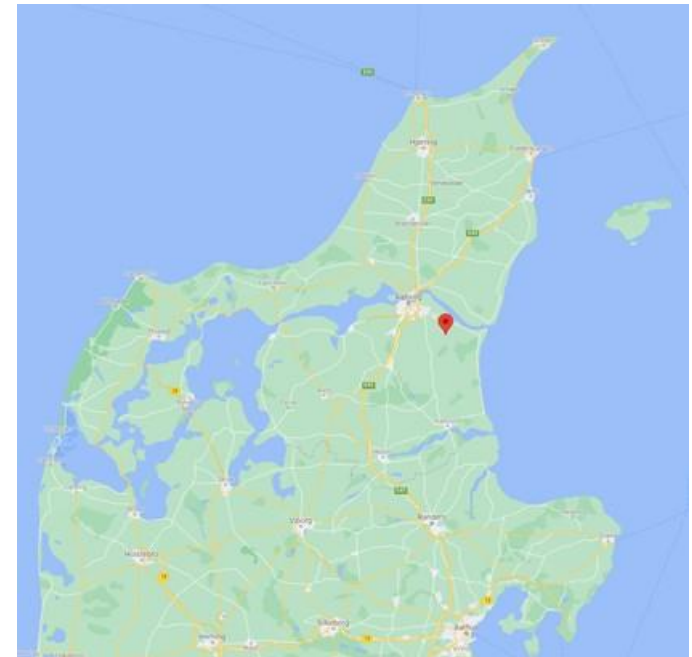
Tirsdag d. 8. marts 2022

Niels Peter Arildskov

Civilingeniør, Ph.d.

Mobil: 28430101

E-mail: npa@watsonc.dk



Boringsoversigt

Gudumholm kildeplads

5 indvindingsboringer, indtag i skrivekridt imellem 41,5 og 78 m u.t.

35.168: Indtag 42,3 – 65 m u.t.

35.496: Indtag 43 – 46,6 m u.t. (?)

35.528: Indtag 66 – 78 m u.t.

35.687: Indtag 52 – 72 m u.t.

35.789: Indtag 41,5 – 69,3 m u.t.

Ny undersøgelsesboring, DGU nr. 35.1035 ca. 300 m opstrøms:

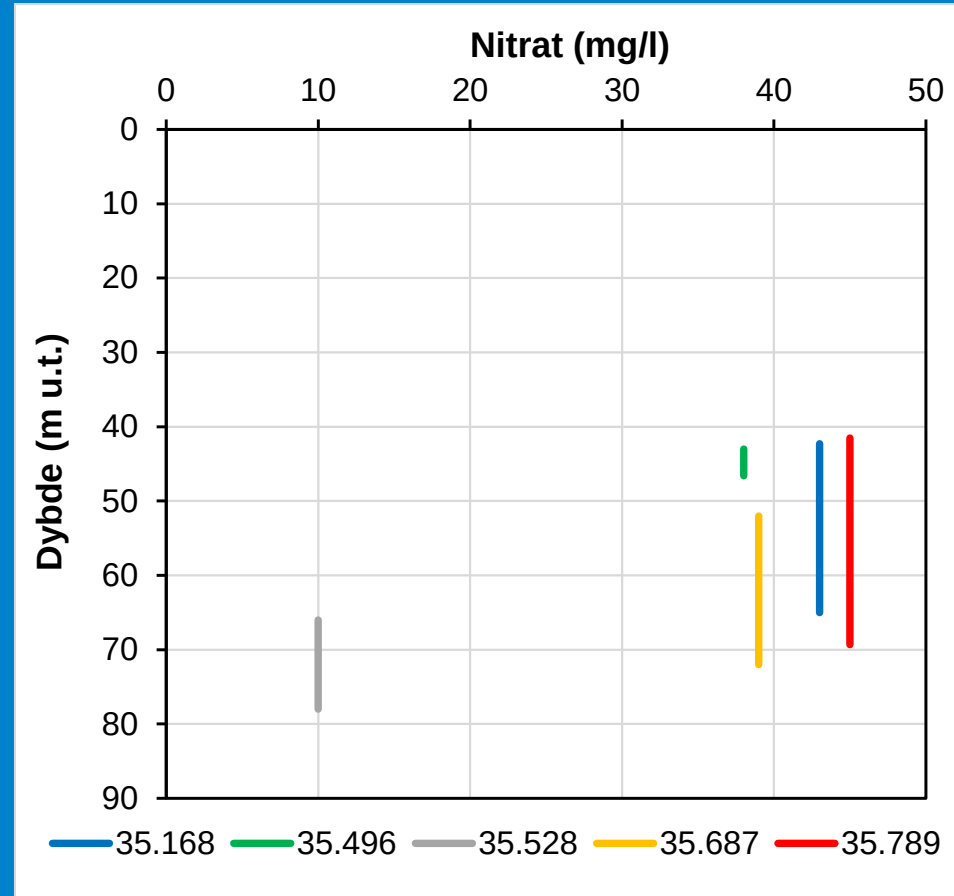
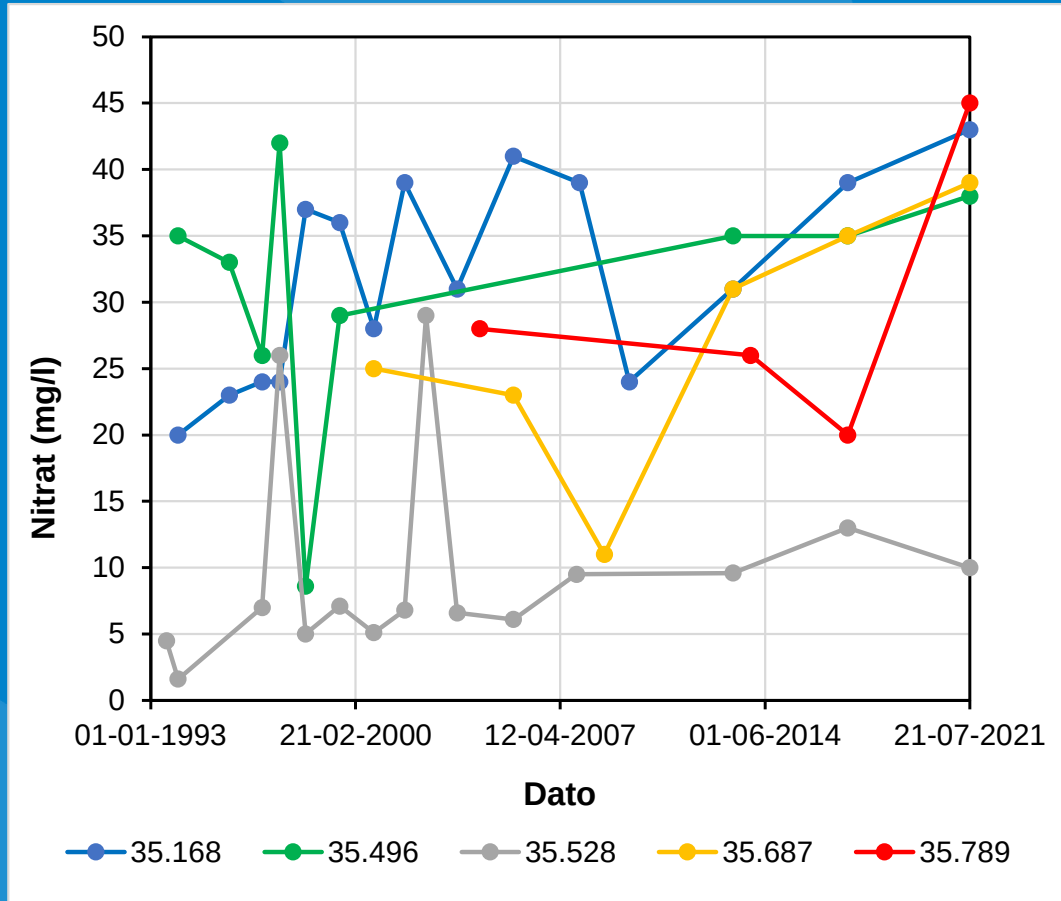
Indtag 1: 79 – 82 m u.t.

Indtag 2: 55 – 58 m u.t.

Indtag 3: 34 – 37 m u.t.



Nitrat i indvindingsboringer



Formål og udførte undersøgelser

Formål: Udarbejdelse af nitratprognoser – kan kildepladsen fremtidssikres ved dyrkningsrestriktioner?

Kalkprøver fra hver meter i den umættede zone og øverst i den mættede zone.

- Analyseret for nitrat-N

Niveaubestemt vandprøvetagning i boringen før filtersætning.

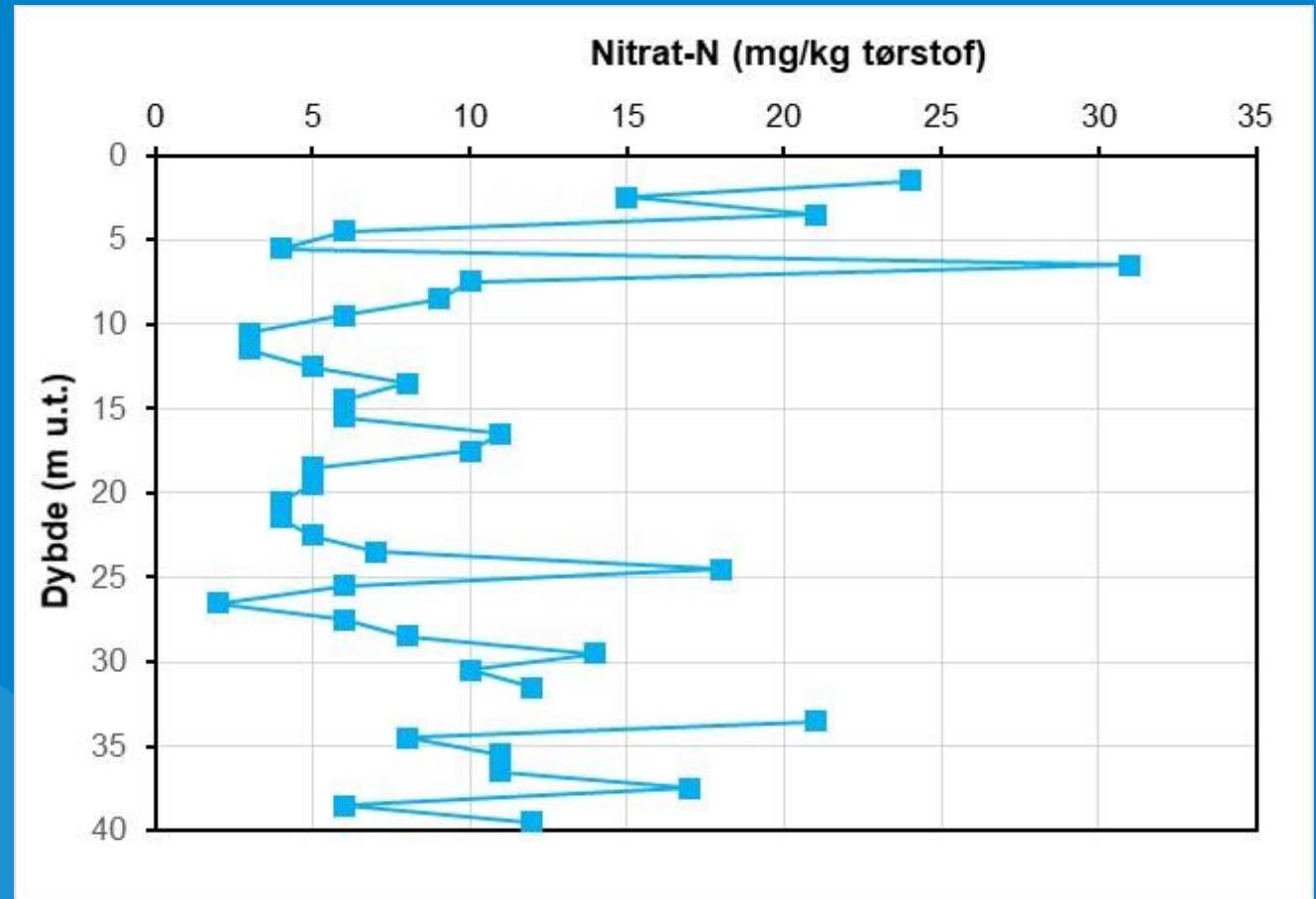
- Analyseret for boringskontrolparametre ekskl. pesticider

Vandprøver udtaget efter filtersætning og renpumpning.

- Analyseret for boringskontrolparametre ekskl. pesticider

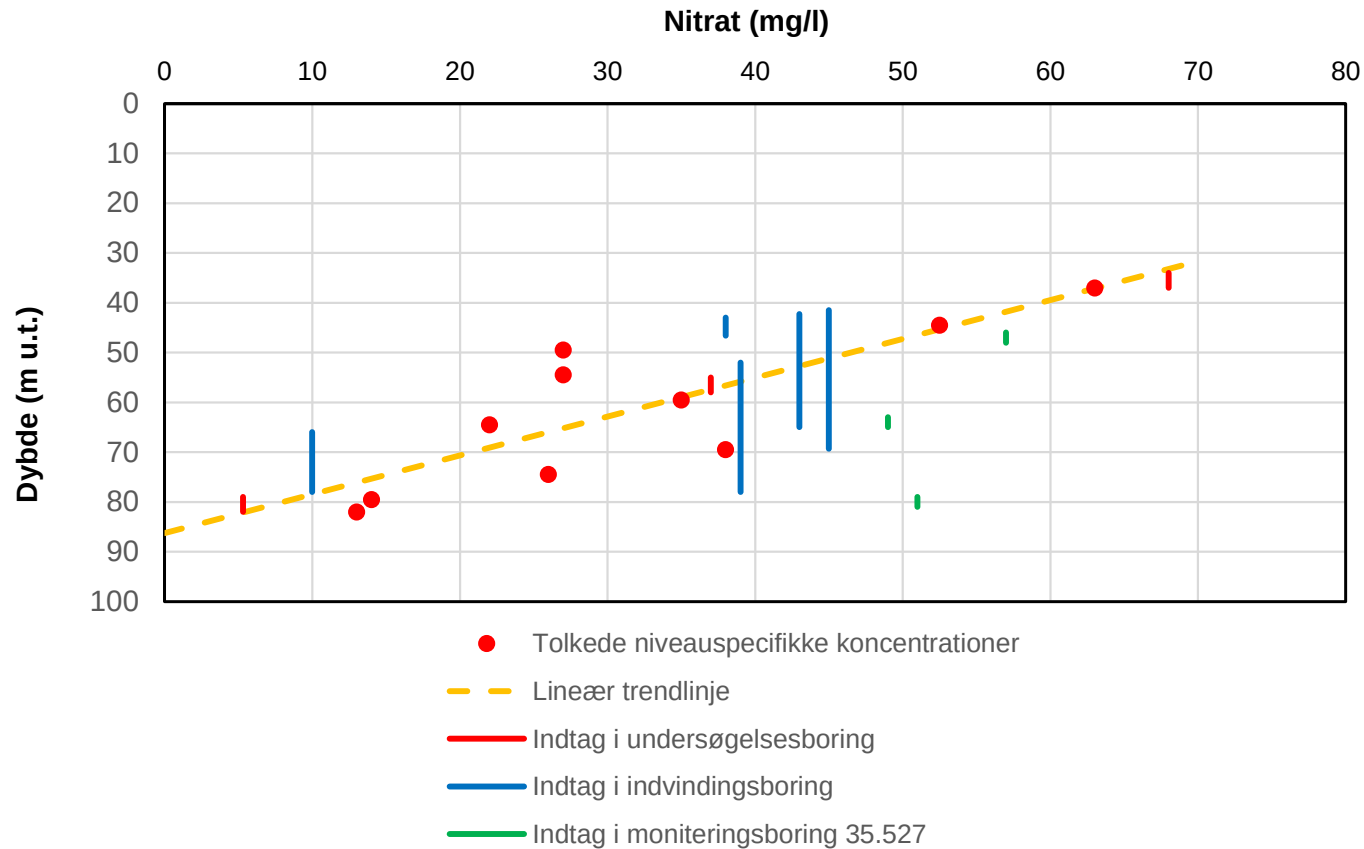


Resultater af kalkanalyser

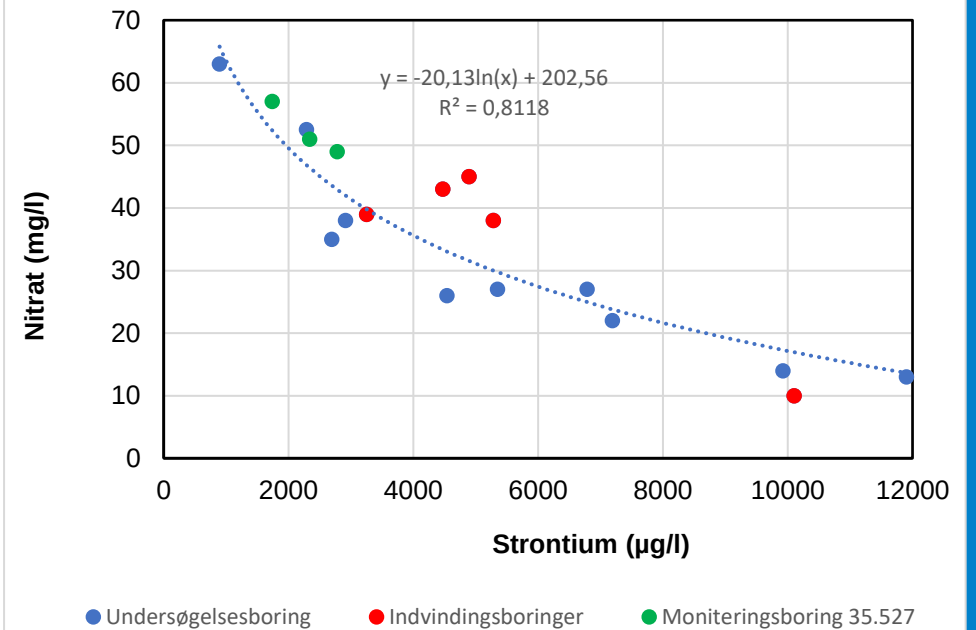


Resultater af grundvandsanalyser

Tolket nitratprofil, DGU nr. 35.1035, samt målte koncentrationer



Nitrat vs. strontium



Præmisser for tolkningen

Hvis den gennemsnitlige nitratudvaskning i indvindingsopland/ grundvandsdannende opland ikke nedbringes til under 50 mg/l, er det kun et spørgsmål om tid, inden det går galt...

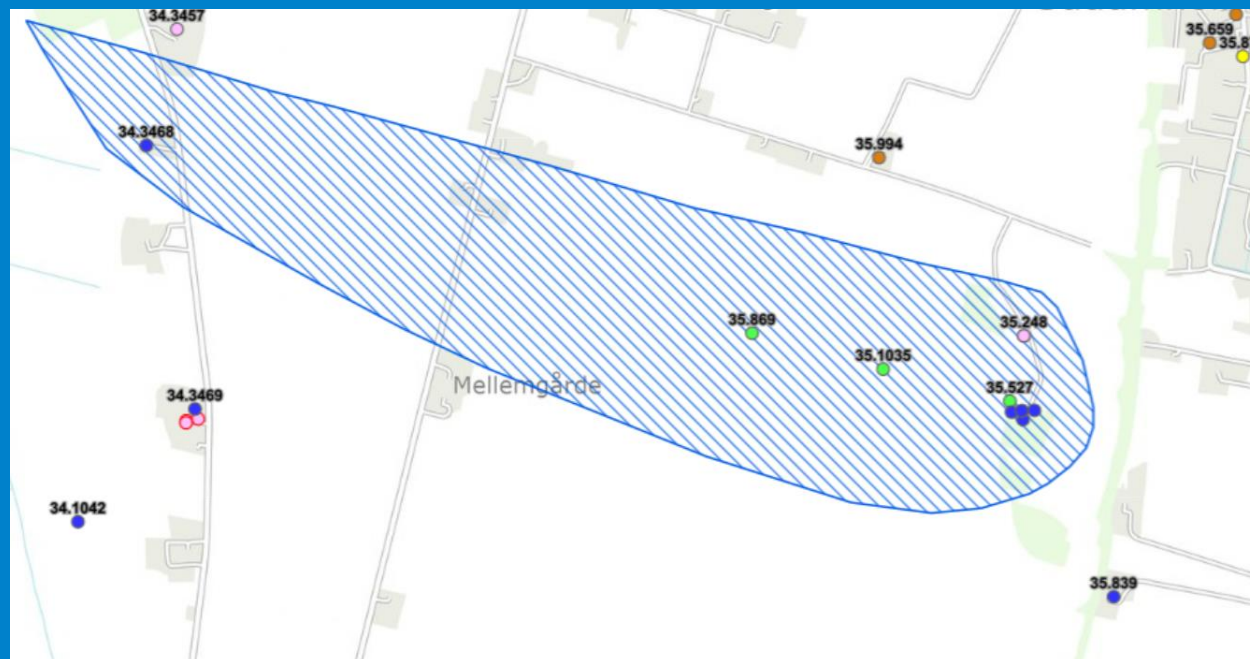
Det kan tage 10 år eller mere end 100 år.

Et meget væsentligt spørgsmål er imidlertid, om nitrat nedbrydes (denitrifikation).

Desuden kan det være væsentligt, hvor stor en del af vandet, der transporteres igennem den umættede zone i sprækker.

Ved sprækketransport er en typisk hastighed flere meter om året.

Ved transport igennem selve kalken (matrixstrømning) snarere omkring 0,5 – 1 meter om året.



Hvad betyder undersøgelsens resultater?

I teorien kan hele puljen af nitrat-N (samt evt. nitrit-N og ammonium-N) være tilgængelig for udvaskning.

Hvis hele den målte nitratmængde i kalken bevæger sig i vandfasen, vil nitratkoncentrationen her ligge fra 29 til 442 mg/l!

Data tyder heldigvis på, at dette ikke er tilfældet.

I det øverste indtag i undersøgelsesboringen er der målt 68 mg/l nitrat.

Dette indtag repræsenterer det allerøverste grundvand fra ca. 36 – 37 m u.t.

Hvis hele nitratmængden i kalken her (11 mg/kg nitrat-N) fandtes i vandfasen, ville koncentrationen være ca. 177 mg/l.

Det indebærer, at ca. 39 % af nitraten findes i vandfasen, mens 61 % i vist omfang sidder bundet i kalken og derfor må udvaskes langsommere.

Omregnet svarer det til en sorptionskoefficient (K_d -værdi) på 0,44 l/kg (tør bulkdensitet 1,45 kg/l, vandfyldt porøsitet 0,40 l/l).

Effekten heraf er, at nitratkoncentrationen i grundvandet bliver lavere, men påvirkningen strækker sig over længere tid.

Vandtransport i den umættede zone

En typisk nettoinfiltration i Aalborg Kommune er 325 mm/år.

En undersøgelse i Rørdal kridtgrav viste en gennemsnitlig total porøsitet i skrivekridtet på 47 %.

Samme undersøgelse viste en typisk vandmætningsgrad på 75 % øverst i kalken og 95 % tæt på grundvandsspejlet.

Regner vi med et gennemsnit på 85 %, betyder det, at kalkens effektive porøsitet, dvs. omfanget af hulrum, hvor der bevæger sig vand, er 40 %.

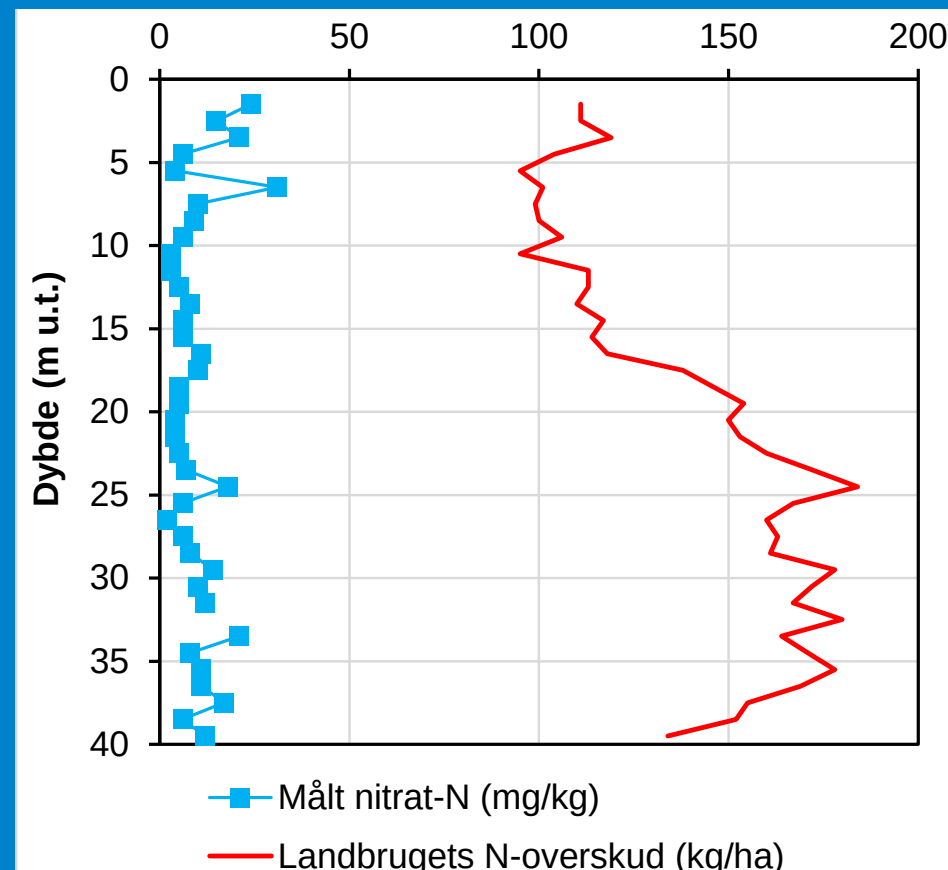
Hvis vandtransporten igennem kalken var fuldstændig jævn, ville hastigheden derfor være $0,325 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{år} / 0,40 = 0,81 \text{ m}/\text{år}$.

Så simpel er virkeligheden imidlertid ikke, for strømningen er dels langsom matrixstrømning og dels hurtig sprækkestrømning.

Lad os derfor se nærmere på, hvad analyseresultaterne fortæller os.

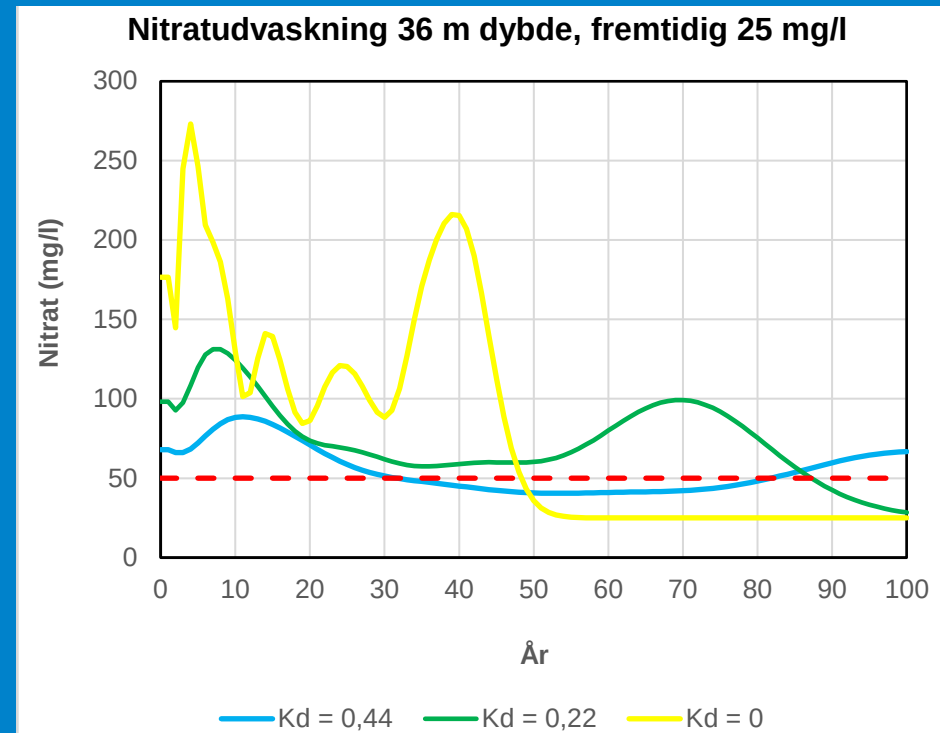
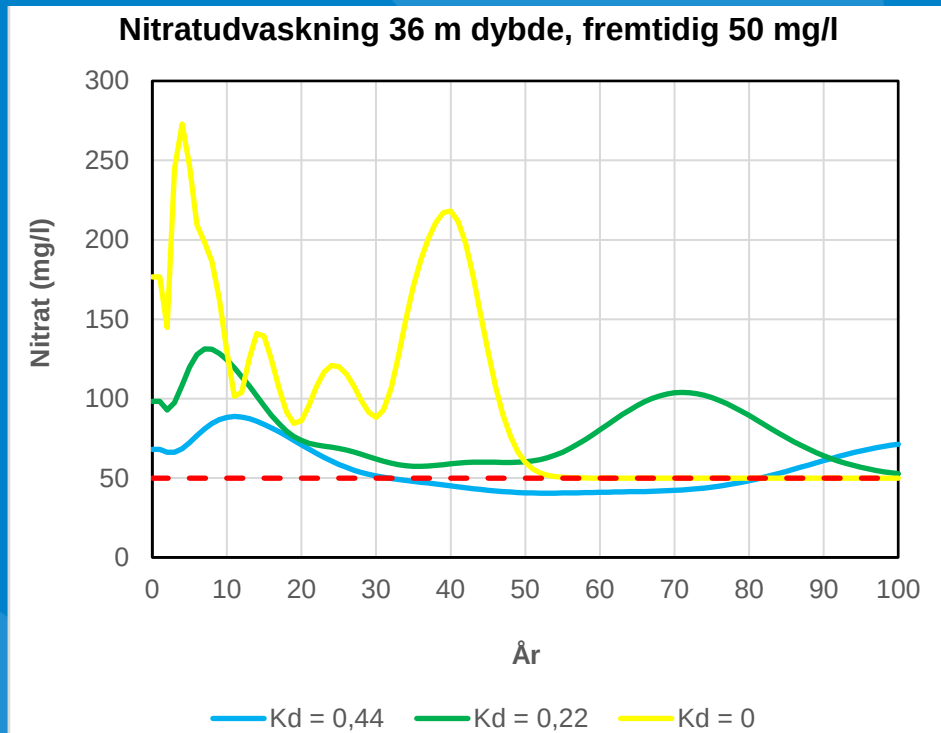
Sammenholdes landbrugets kvælstofoverskud med målingerne af nitrat-N, fås "bedste fit" ved en transporthastighed på 0,87 m/år.

Det tyder på, at det er en rimelig tilnærmelse at regne med ren matrixstrømning i den umættede zone.



Prognoser, udvaskning fra umættet zone

Massebalancer, lodret transport igennem 1 m "celler". Sorption af nitrat kan beskrives ved K_d og sorptionslignevægt.



Afhængig af fordelingskoefficienten tager det 50 - >100 år før begrænsning af nitratudvaskningen slår igennem!

Denitrifikation i umættet zone?

Ved en transporthastighed på 0,81 m/år er vandet $36 \text{ m} / 0,81 \text{ m/år} = 44,4$ år om at trænge igennem den umættede zone.

Opsummerer vi landbrugets kvælstofoverskud i den periode, er der tilført $0,61 \text{ kg N/m}^2$.

Opsummerer vi til sammenligning de målte koncentrationer af nitrat-N i kalkprøverne, får vi $0,50 \text{ kg N/m}^2$.

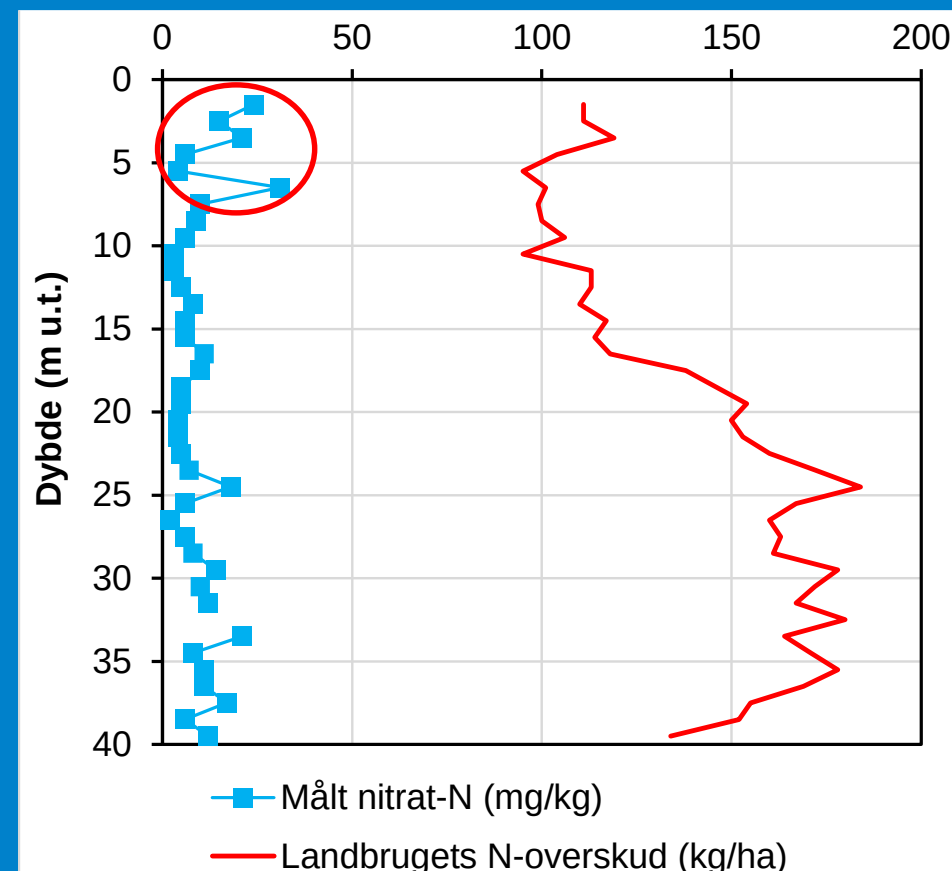
Det tyder på en denitrifikation svarende til omkring 18 % af den samlede tilførte mængde nitrat.

Denne denitrifikation sker formentlig i de øverste 5 – 10 meter, hvor der kontinuert tilføres opløst organisk stof fra Jordoverfladen.

Når det regner, vandmættes sprækkerne, og der opstår for en tid iltfrie forhold.

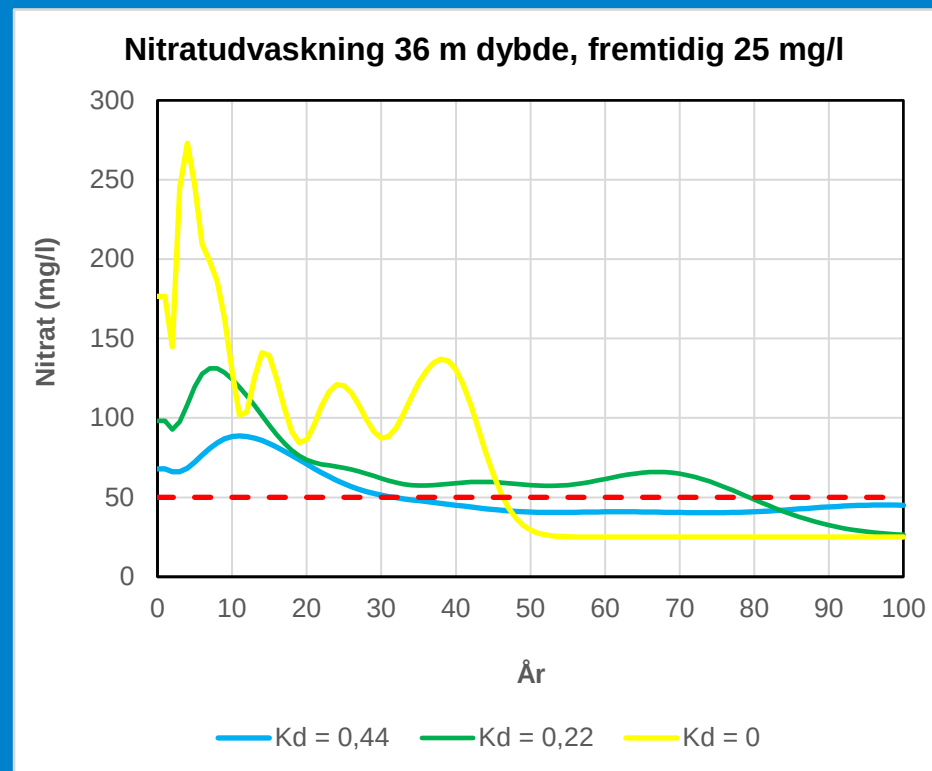
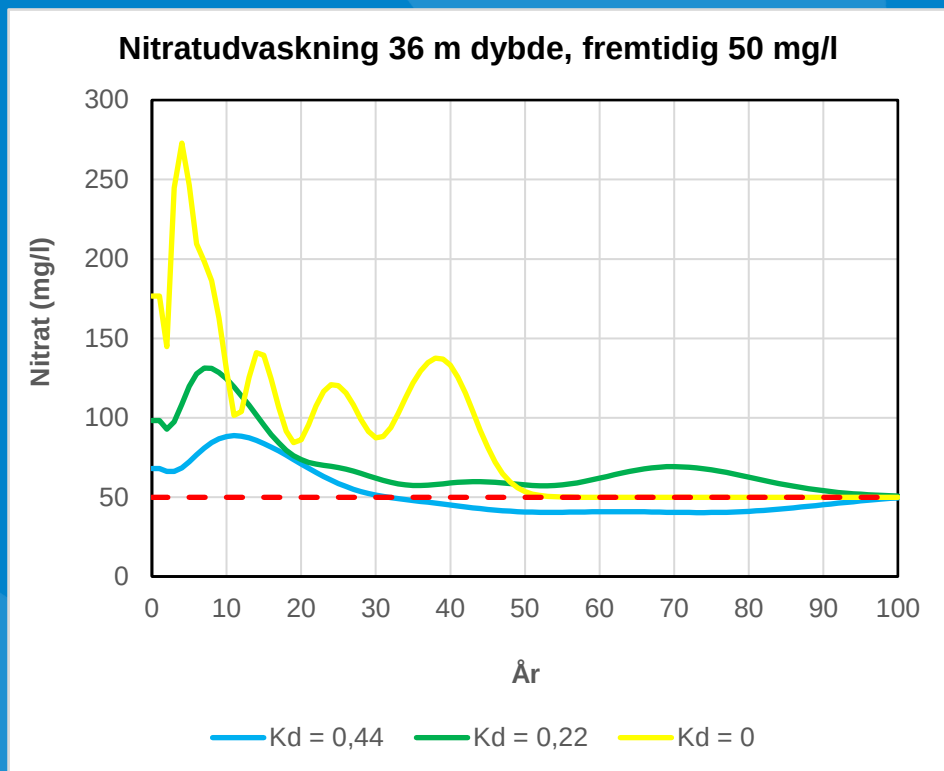
Når der er mangel på ilt, omsætter mikroorganismer det organiske stof med nitrat som iltningmiddel.

Hvis vi trækker de terrænnære "nitrattoppe" ud, kommer prognoserne til at se noget anderledes ud...



Prognose, udvaskning fra umættet zone

Samme forudsætninger som tidligere, men nitrat over 8 m u.t. antages nedbragt til det dybere niveau ved denitrifikation.



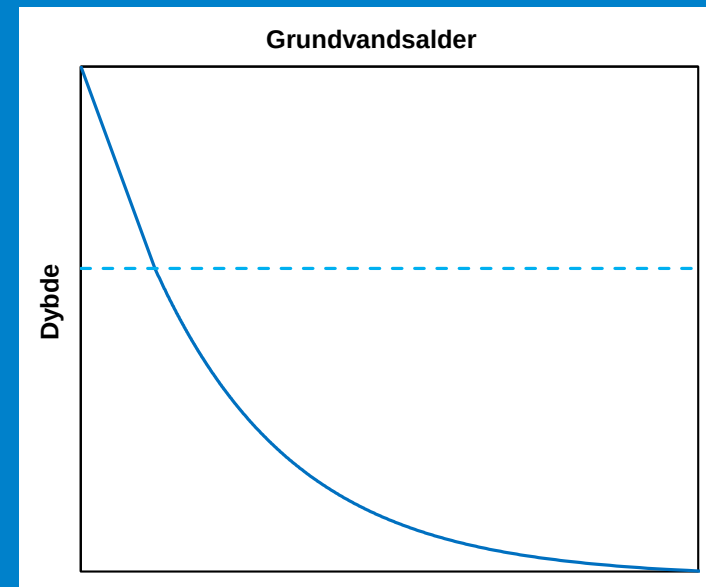
Estimering af nitratfordeling i grundvandet

Et simpelt estimat på nitratkoncentration i grundvandet versus alder kan fås ved at antage, at alderen under grundvandsspejlet stiger med samme hastighed som ved transporten igennem den umættede zone.

Det er konservativt, forstået på den måde, at metoden vil give forholdsvis nøjagtige estimater tæt på grundvandsspejlet, men overestimere koncentrationen i de dybere dele af kalkmagasinet.

Regner vi med det tidligere viste lineære nitratprofil, samt at indvindingsboringerne kun trækker vand ind fra den dybde, hvor de har indtag, fås følgende (DGU nr. 35.496 er ikke medtaget pga. tvivl om dybden):

DGU-nr.	Indtagsdybde (m u.t.)	Nitrat i 2021 (mg/l)	Estimeret nitrat (mg/l)
35.168	42,3 – 65,0	43	44
35.528	66,0 – 78,0	10	19
35.687	52,0 – 72,0	39	33
35.789	41,5 – 69,3	45	43

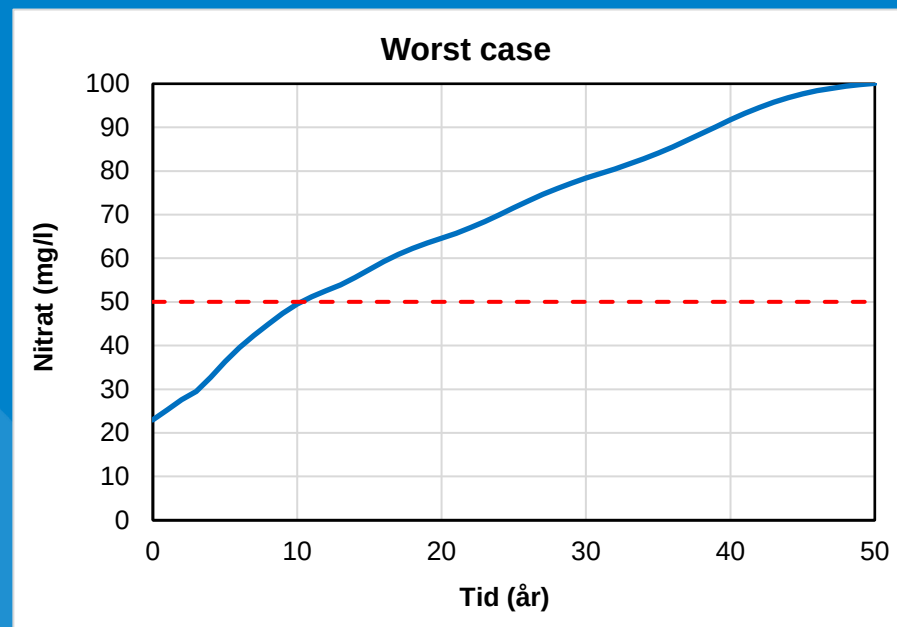
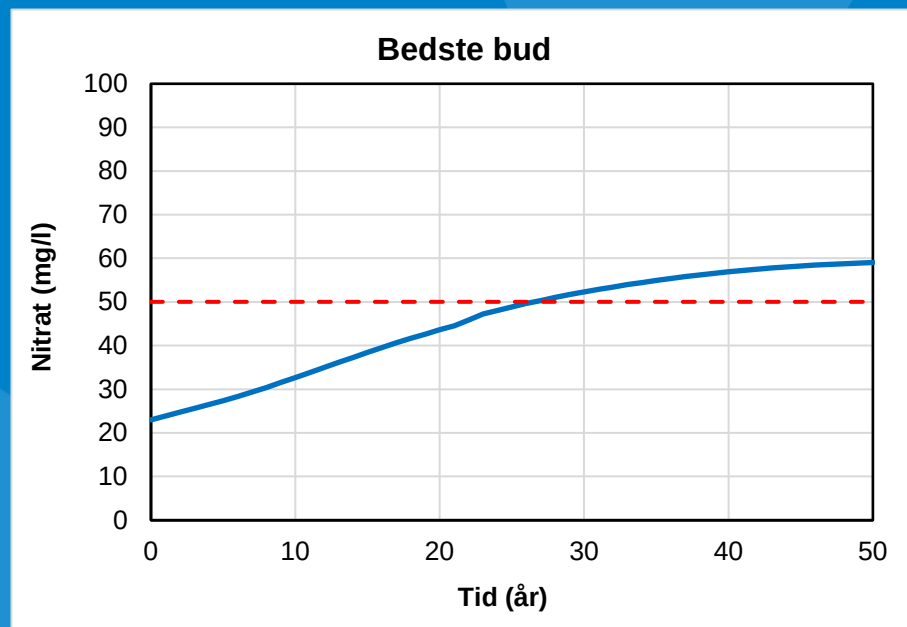


Nitratudvikling i vandværksvandet?

Seneste analyse på vandværksvandet viser forholdsvis beskedne 24 mg/l nitrat.

Under de hidtil anvendte forudsætninger svarer det til, at indvindingen trækker grundvand ind fra dybdeintervallet 36 – 111 m u.t.

Antager vi, at dette indvindingsmønster forbliver uændret, kan vi ved brug af simple massebalancer samt input fra umættet zone komme med bud på den fremtidige koncentrationsudvikling.



Konklusioner og anbefalinger

Skal kildepladsen fremtidssikres på langt sigt, må den gennemsnitlige nitratudvaskning i det grundvandsdannende opland maksimalt være 50 mg/l. Spørgsmålet er imidlertid, om reduktion af nitratudvaskningen kan redde kildepladsen?

Undersøgelsens konklusioner:

- **De udførte beregninger tyder på, at der går mindst 50 år, før man begynder at kunne se effekten af dyrkningsrestriktioner.**
- **Og det er det øverste grundvand – dybere nede tager det endnu længere tid.**
- **Med den nuværende indvinding er der risiko for problemer med at overholde kvalitetskravet for nitrat indenfor 10 - 25 år.**

Anbefalinger:

- **Indvindingen spredes ved etablering af yderligere to indvindingsboringer syd for den nuværende kildeplads.**
- **De nye indvindingsboringer filtersættes så dybt som muligt. Dybden er begrænset af salt og strontium i det dybe grundvand.**
- **Så snart de nye boringer er etableret, reduceres oppumpningen på den nuværende kildeplads.**
- **Der beregnes nye oplande, og indsatser til reduktion af nitratudvaskningen koncentrerer i kildepladsnære områder.**

TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN 😊