

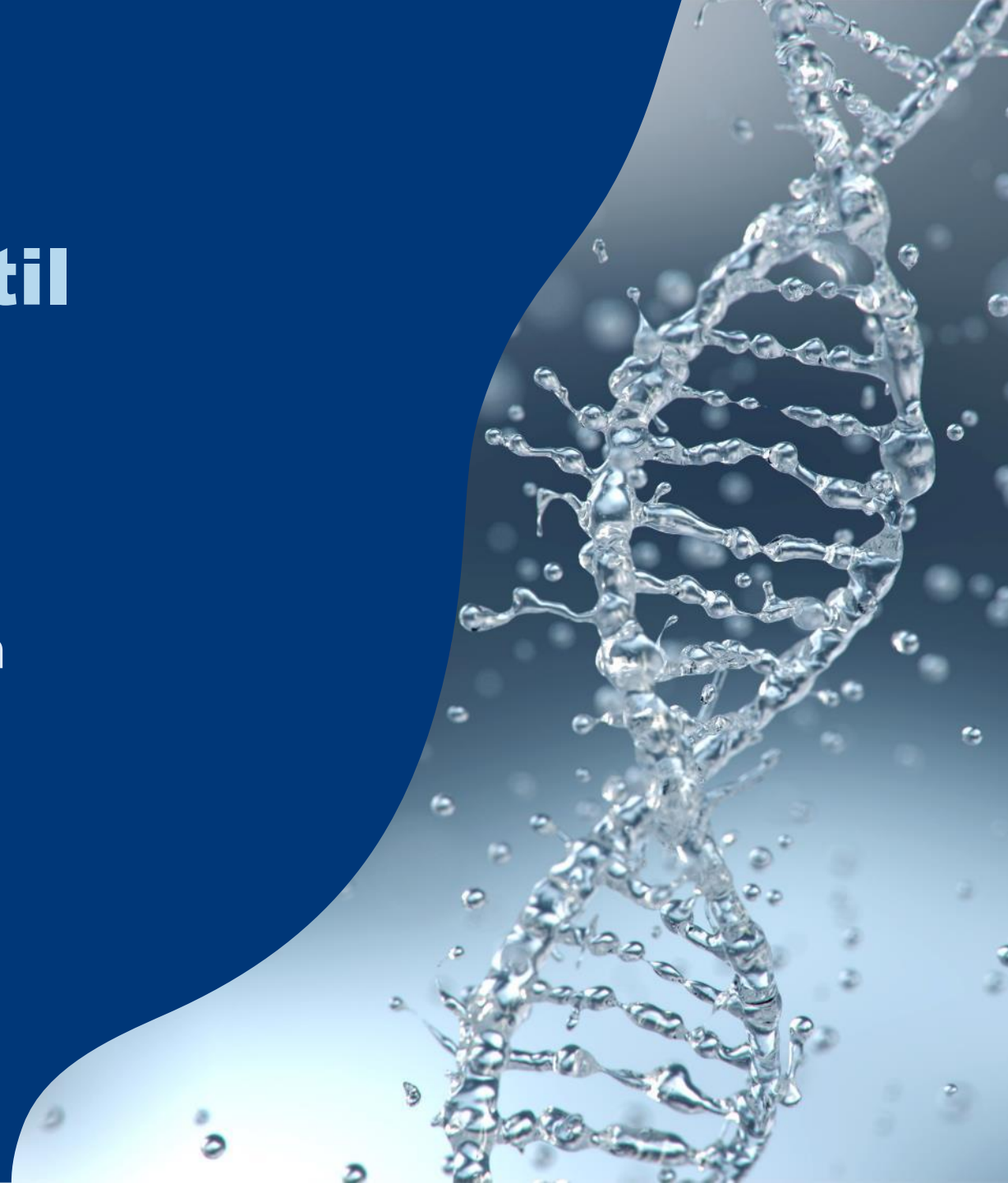


ATV – møde d. 28 maj 2024 - Hvor længe varer forureningen af vores grundvandsmagasiner?

Indlægsholder: Tina Halkjær Andersen

Fra historiske data til fremtidig risiko

**Brug af grundvandskemidata til
risikoprognose for vandkvaliteten**



Disposition

- Udbytter af den metode vi anvender til vandkvalitetsprognose
- Vandkvalitetsprognose anvendt til Risikoprognose for fremtidig drikkevandskvalitet
- Metode for opstilling af vandkvalitetsprognosen
- Eksempler på vandkvalitetsprognoser
- Sammenfatning og anvendelsesmuligheder af vandkvalitets- og risikoprognoser

Udbytte af vandkvalitetsprognosen

Samme metode – flere gevinster

- Grundvandsaldersbestemmelse
- Varighedsramme for stofspecifik forurening
- Risikoprognose for fremtidens vandkvalitet
- Undersøgelse af indvindings- og boringsbetinget påvirkning af vandkvalitet
- Er det flade- eller punktkilder der påvirker vandkvaliteten
- Vurdering af bæredygtig indvinding – forventet grundvandskemisk udvikling eller overudnyttelse

Vandkvalitetsprognosen leder over i en Risikoprognose for drikkevandskvalitet

gennemført ved en

Risiko - Konsekvensanalyse

baseret på ressourcens risiko for forringet vandkvalitet

samt konsekvensomfanget for den eksisterende vandbehandling

Risikoprognose - Den enkle model

- Kan anvendes som screening af vandkvalitet
- Risikoen stammer fra vandkvalitetsprognosen
- Konsekvensen vurderes i forhold vandbehandling på det eksisterende anlæg
- Konsekvensen er delt i 2 stofgrupper, som følger bekendtgørelsen om vandindvinding og vandforsyning.
- Boringsspecifik tilgang
- Risikoprognosen kan f.eks. række 30 år frem
- Formålet med risikoscreeningen er at øge trygheden gennem større viden.
- Jo højere point jo større grad af handling
- Handlinger defineres i samarbejde

Risikoprognose	Risikofri 1 point	Potentiel risiko 3 point	Høj risiko 4 point
Normal- behandlingsstoffer 1 point	1	3	4
Udvidet- behandlingsstoffer 2 point	2	6	8

Risikoprognose - Den enkle model eksempler

- Risikoprognosen laves for hver boring
- Boringernes enkle kategorisering ledsages af
- GIS-kort med boringer med farvekategori.
- Handlingsbeskrivelse for:
- Blå risikoprognose:
 - Der er ikke behov for ekstra handlinger for at vurdere vandkvaliteten og påvirkningen fra overfladen.
- Gul risikoprognose:
 - Der er behov for at planlægge konkrete handlinger (BAT)., hvis udviklingen i vandkvaliteten fortsætter eller er usikker.
 - Undersøgelser til øget vidensniveau kan understøtte valg af handlinger.

Boring 1	Ingen risiko – 1 point	Risiko på sigt – 3 point	Risiko – 4 point	Handling
Konsekvens for vandbehandling				
Normalbehandlingsstoffer – 1 point	1			Ikke behov for handling.
Udvidet behandlingsstoffer – 2 point		6		Handlingsplan laves

Boring 2	Ingen risiko – 1 point	Risiko på sigt – 3 point	Risiko – 4 point	Handling
Konsekvens for vandbehandling				
Normalbehandlingsstoffer – 1 point	1			Ikke behov for handling.
Udvidet behandlingsstoffer – 2 point	2			Ikke behov for handling.

Risikoprognose - Den udvidede model

- Når den enkle model for risikoprognose viser behov for større grundighed (gule og røde)
- Borings- og stofs specifik model
- Her eksempel på 4 borer fra samme kildeplads
- Hvert stof der er konstateret på kildepladsen er risikovurderet i forhold til anvendelsesperiode og grundvandsalder
- *Desuden blev usikkerheder ved grundvandsmodel og geologisk model inddraget*

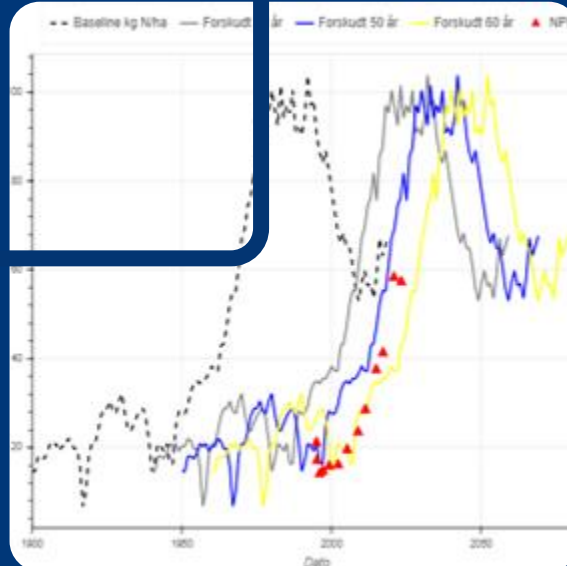
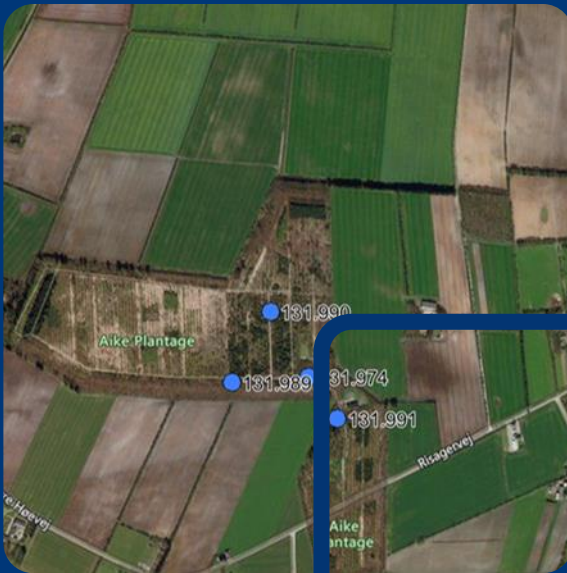
Boring	Grundvandsalder	Pesticid konstateret	Magasinforureningsvindue. Baseret på grundvandsalder	Risikovurdering baseret på aktuelle og historiske fund
121.1080	50 - 60 år	DPC: 2017 – i dag DMS: 2018 til i dag	DPC: 2015 – 2060 DMS: 2015 - 2070	DPC: Risiko høj DMS: Risiko medium
121.1081	Ca. 50 år	DPC: 2017 – i dag DMS: 2019 - i dag BAM: 2017- 2023 (ikke i seneste 3 analyser)	DPC: 2015 – 2050 DMS: 2015 – 2060 BAM: 2020 – 2050	DPC: Risiko høj DMS: Risiko medium BAM: Risiko lav
121.451	Ca. 50 år	DPC: 2017 - i dag DMS: 2019 – i dag	DPC: 2015 – 2050 DMS: 2015 – 2060	DPC: Risiko medium DMS: Risiko medium
121.1084	60 – 70 år	Ingen	DPC, DMS, BAM: 2025 -	Risiko lav

Metode for opstilling af vandkvalitetsprognosen

Historiske grundvandsdata skaber fremtidens risikokort

Historiske data omfatter:

- Grundvandskemiske analyser
- N-overskud
- Arealanvendelse
- Oppumpningshistorik
- Boringshistorik
- Sprøjtemidler – brugsperioder og evt. salgstal



Grundlag for metodens anvendelse

Datagrundlag

- Der skal være tidsserier for boringskontrolparametre
- Ingen sulfatreduktion, dvs. Vandtyperne A, B og C er egnede
- Der skal være en vis andel af landbrug i oplandet

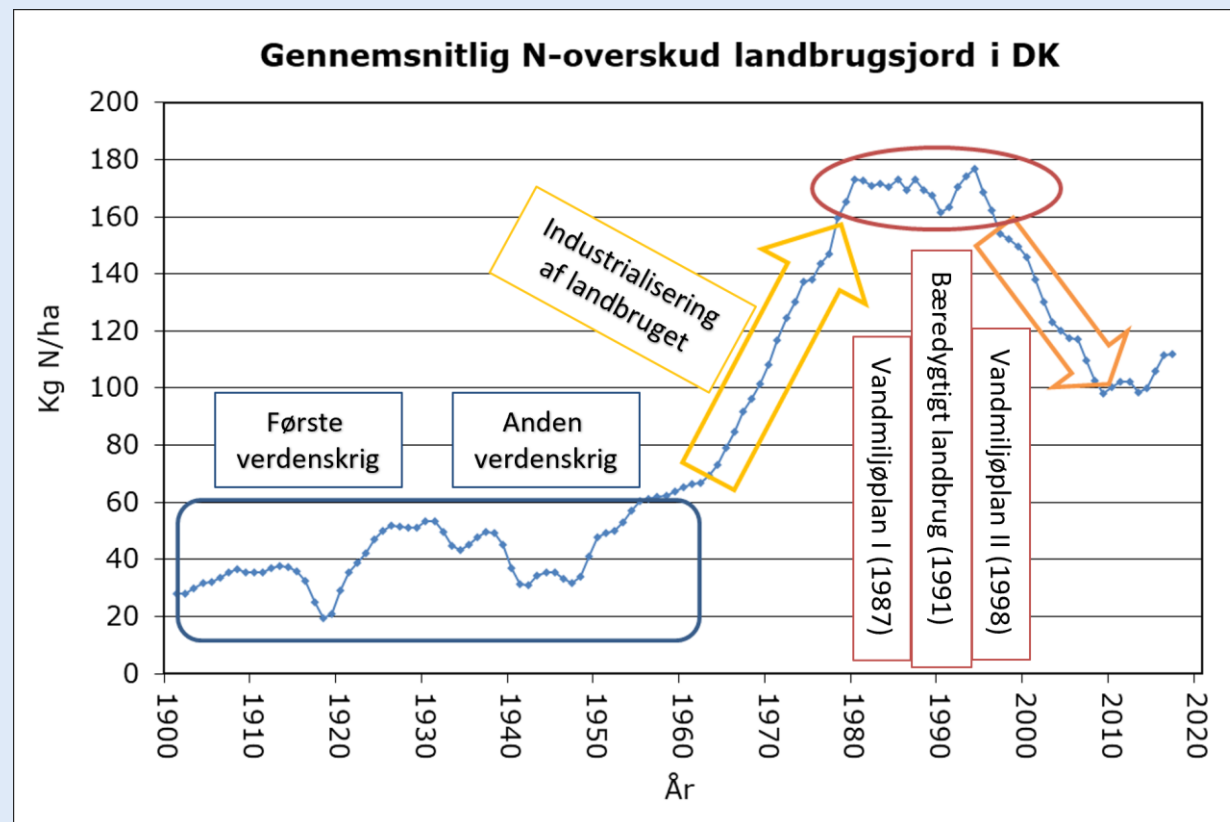
Indikatorparameteren NPI (NitratPåvirkningsIndeks)

- Beregnes fra målte data
- NPI beregnes ud fra støkiometrien for pyrits reaktion med nitrat, hvor der dannes sulfat
- NPI viser, hvor meget nitrat, der har forladt rodzonen, selvom det er fjernet ved reaktionen med pyrit.
- Der gennemføres kontrolberegninger for at sikre at det ikke er ilt, der nedbryder pyrit

NPI sammenholdes med historisk kvælstofbelastning, som er basiskurve for prognosemetoden

Basiskurve for prognosemetoden

- Historisk gennemsnitligt N-overskud fra landbrugsjord, der forlader rodzonen, er beregnet fra 1900
- Det karakteristiske kurveforløb for KgN/ha genkendes i historiske data målt i grundvandet
- Brug af sprøjtemidler starter i midt 1950'erne og stiger i forbrug gennem 1970'erne
- Sprøjtemiddel forbrugsmængden følger samme mønster som nitrat
- Midlerne udskiftes undervejs
- Y-aksen omregnes fra KgN/ha til mg/l nitrat, i en beregning hvor nettonedbøren vigtig

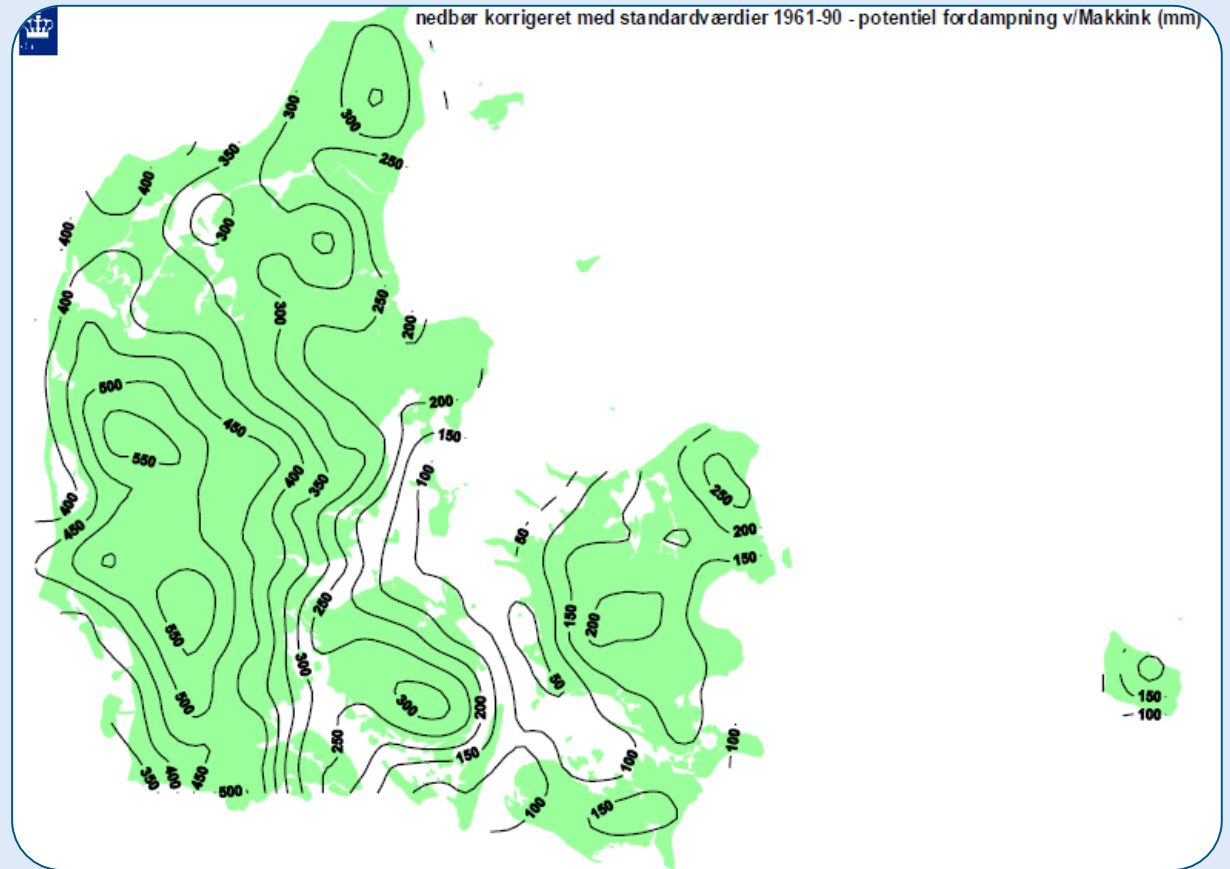


Baseret på: Kvælstofoverskud fra landbrugsjord i DK, Kyllingsbæk, 2008
Fra 2008 beregnes kvælstofoverskud af Aarhus Universitet

NPI – omregning fra N-overskud ved afgang rodzone

NPI - nitratpåvirkningsindekset

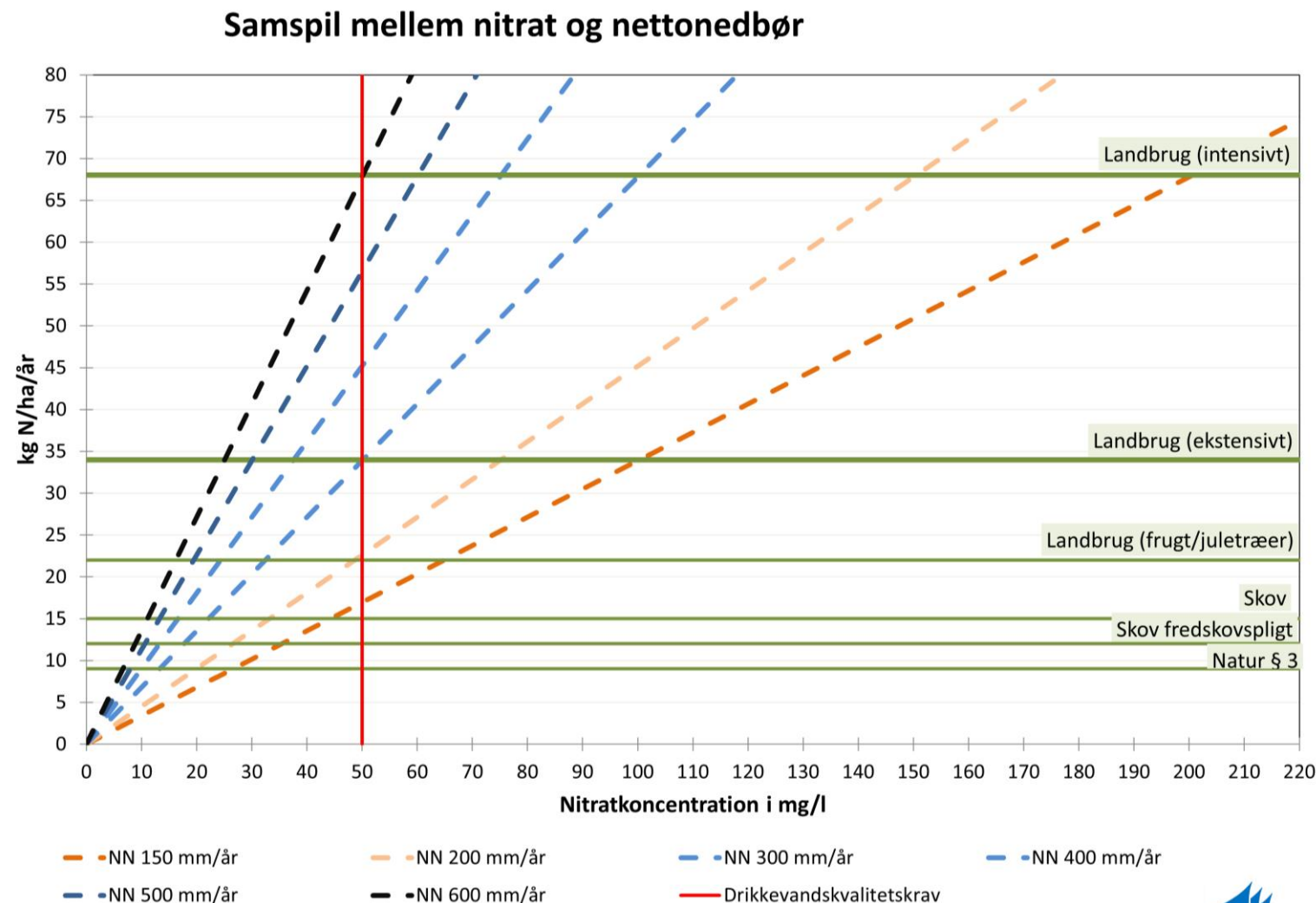
- Er stærkt afhængig af nettonedbøren
- Varierer på landsplan
- Er høj når
 - Landbrug i store dele af oplandet
 - Nettonedbøren er lav
- Angives i mg/l



Nedbørs påvirkning af nitratnedsivning

- Figuren viser:
 - Samspil mellem kvælstofoverskud ved afgang fra rodzone, nettonedbør og omregning til nitrat i mg/l
- Grundlag:
 - Udvalgte N-overskud for forskellige arealanvendelser
 - Nettonedbør 150 til 600 mm/år

Jo højere andel af landbrug i oplandet, jo højere nitratpåvirkning i boringen



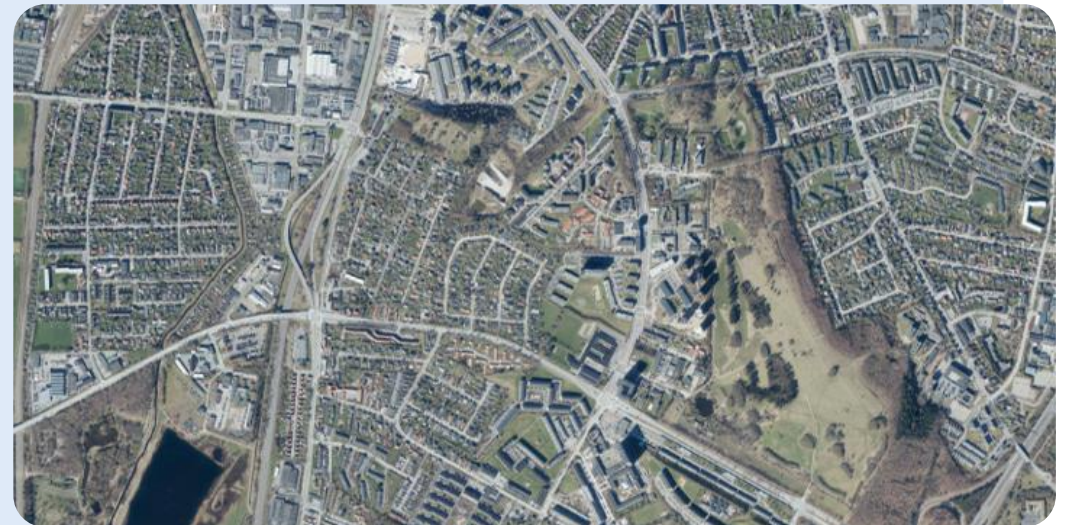
Arealanvendelsen i oplandet

- Metodekrav at der er en vis grad af landbrug i oplandet
- Nuværende og historisk arealanvendelse gennemgås
- De senere års nitratoverskud kan beregnes og inddrages

1945

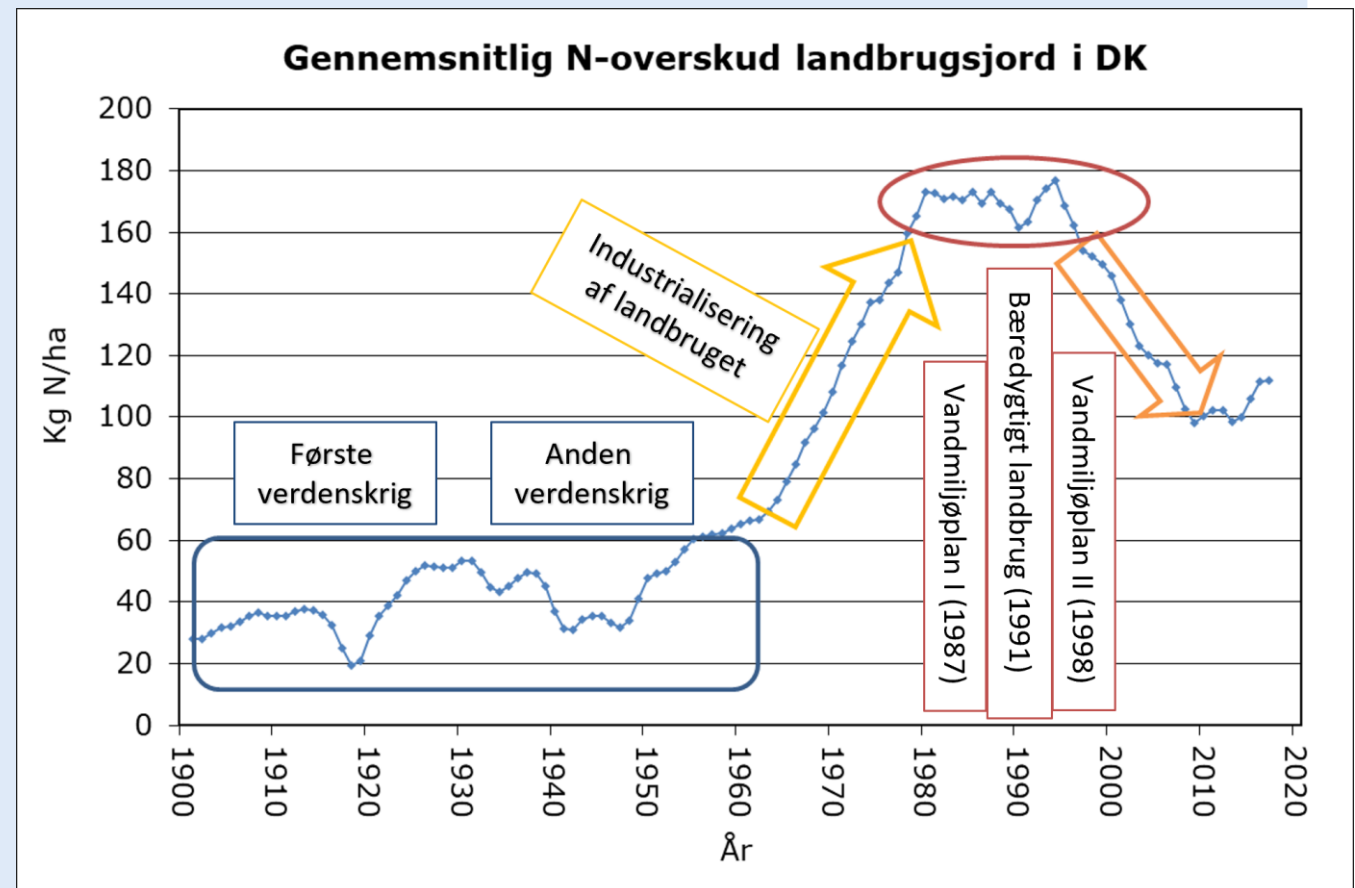


Idag



Metode: Data tilpasses med basiskurven

- Step 1: N-overskud omregnes fra Kg N/ha til mg/l
- Step 2: Basiskurven for gennemsnitligt kvælstofoverskud tilpasses andelen af landbrug
 - Basiskurven tilpasses herved på y-aksen
- Step 3: Basiskurven forskydes med en tidsfaktor indtil kurven tilpasser de målte data
 - Basiskurven tilpasses herved på x-aksen



Resultater for boringer med tolkningseksempler

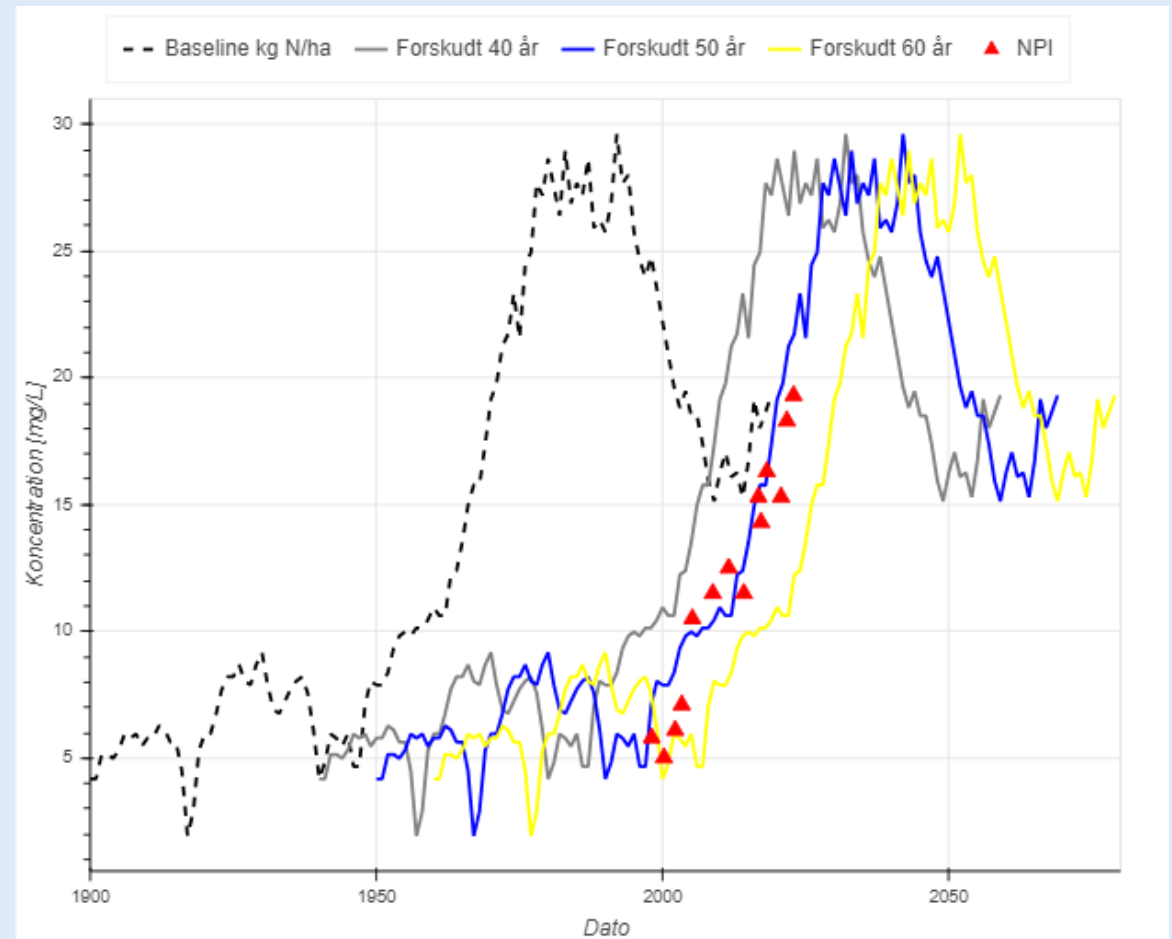
Eksempler på NPI- baseret prognose

- Der gennemgås eksempler på vandkvalitetsændring i borer hvor:
 - Udviklingen svarer til det forventede
 - Pumpning har accelereret de kemiske processer over tid.
 - Vandtypen er ændret over tid
 - Boring er utæt eller har skorstenseffekt
 - Boring er teknisk ændret
 - Arealanvendelsen har ændret sig over tid



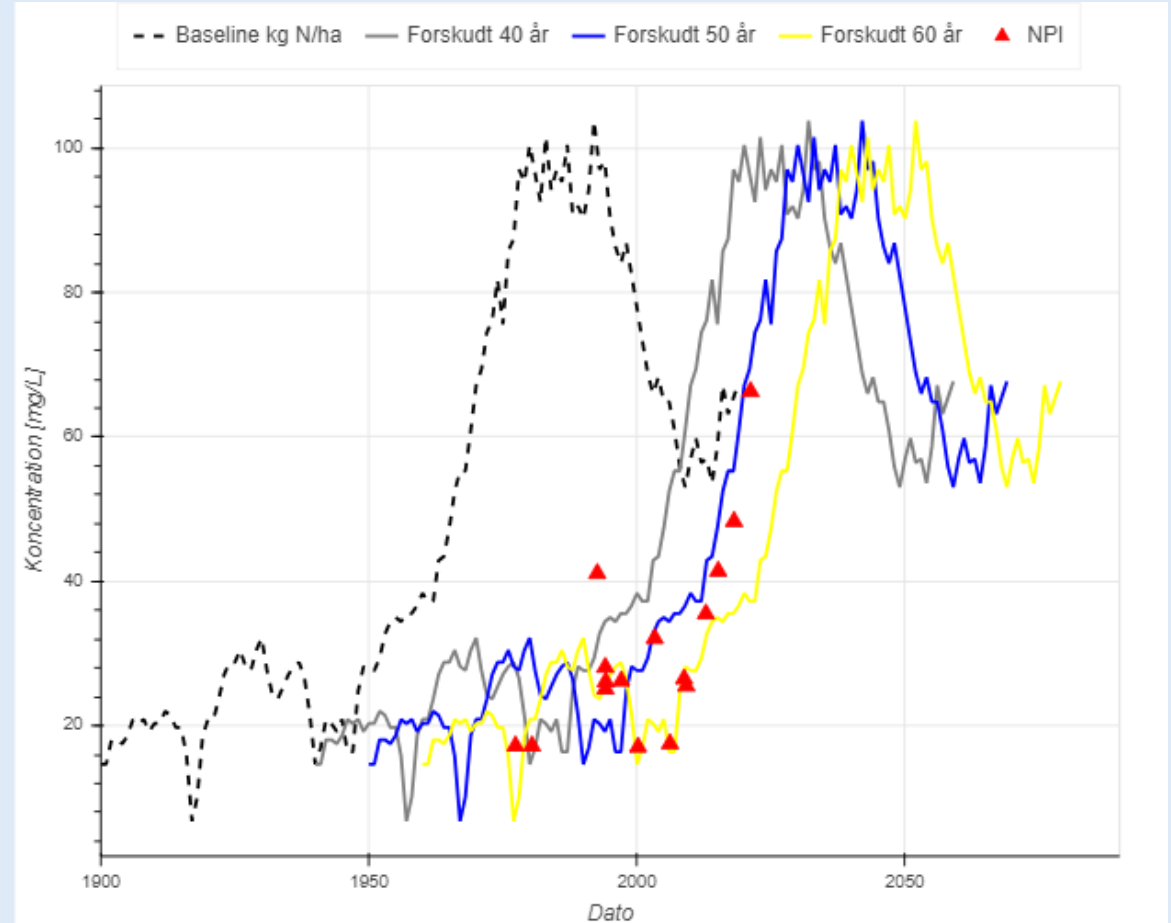
Boring med stabil udvikling

- DIN forsyning
- Opgave - Grundvandsalder og risikoprognose
- Stemmer overens med den forventede udvikling
- NPI plotter omkring 50 års kurven
- Pumpning fra boringen forværrer ikke vandkvaliteten



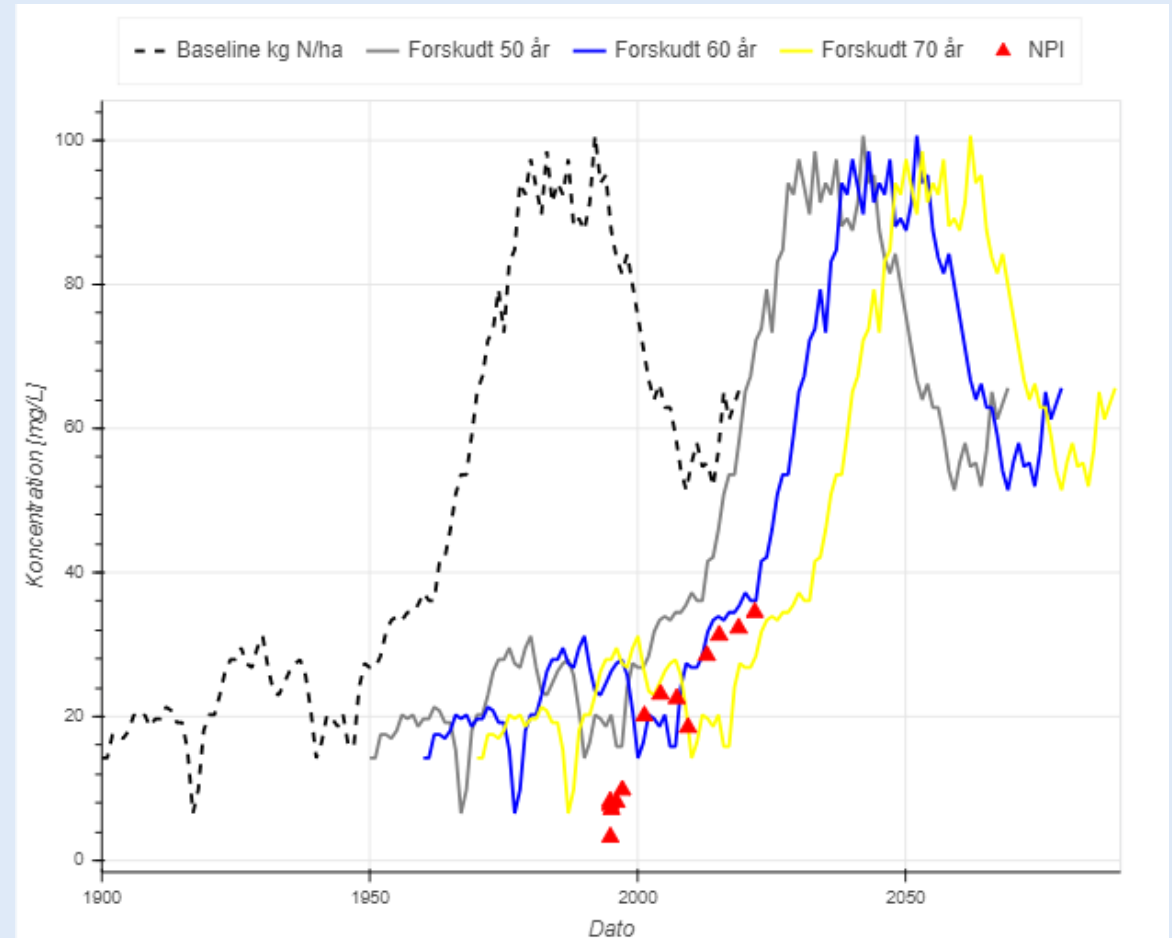
Boring med forceret udvikling

- DIN Forsyning
- Gradvis ændring af påvirkning fra overfladen
- Der er trækkes yngre vand til
- Grundvandsalder fra ca. 60 til 50 år
- Sulfatindholdet stiger her mere end der kan forklares med en forventet udvikling



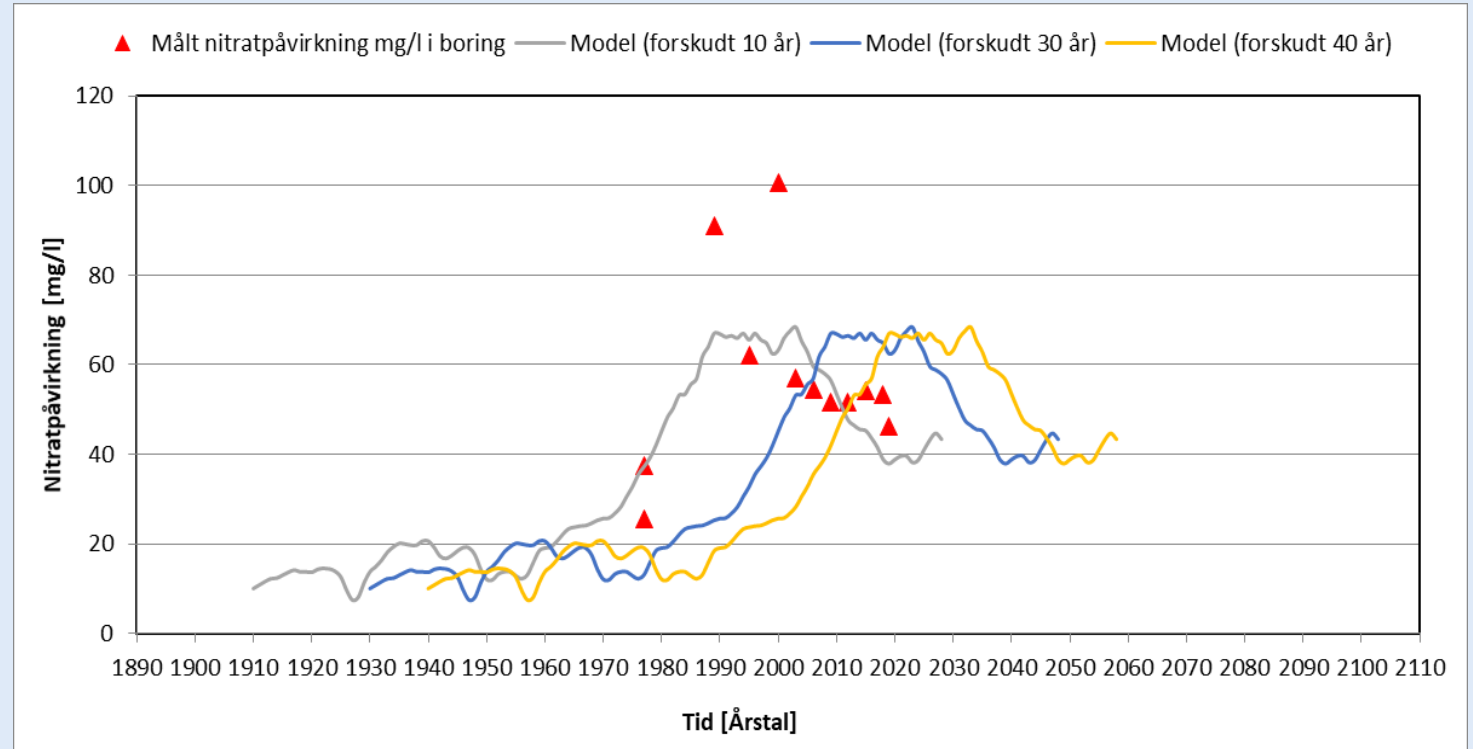
Boring med ændret vandtype

- DIN Forsyning
- Fra vandtype D til C
- Fra påvirkning af sulfatreduktion til ingen sulfatreduktion
- Efter 2000 søger data mod 60-års kurven



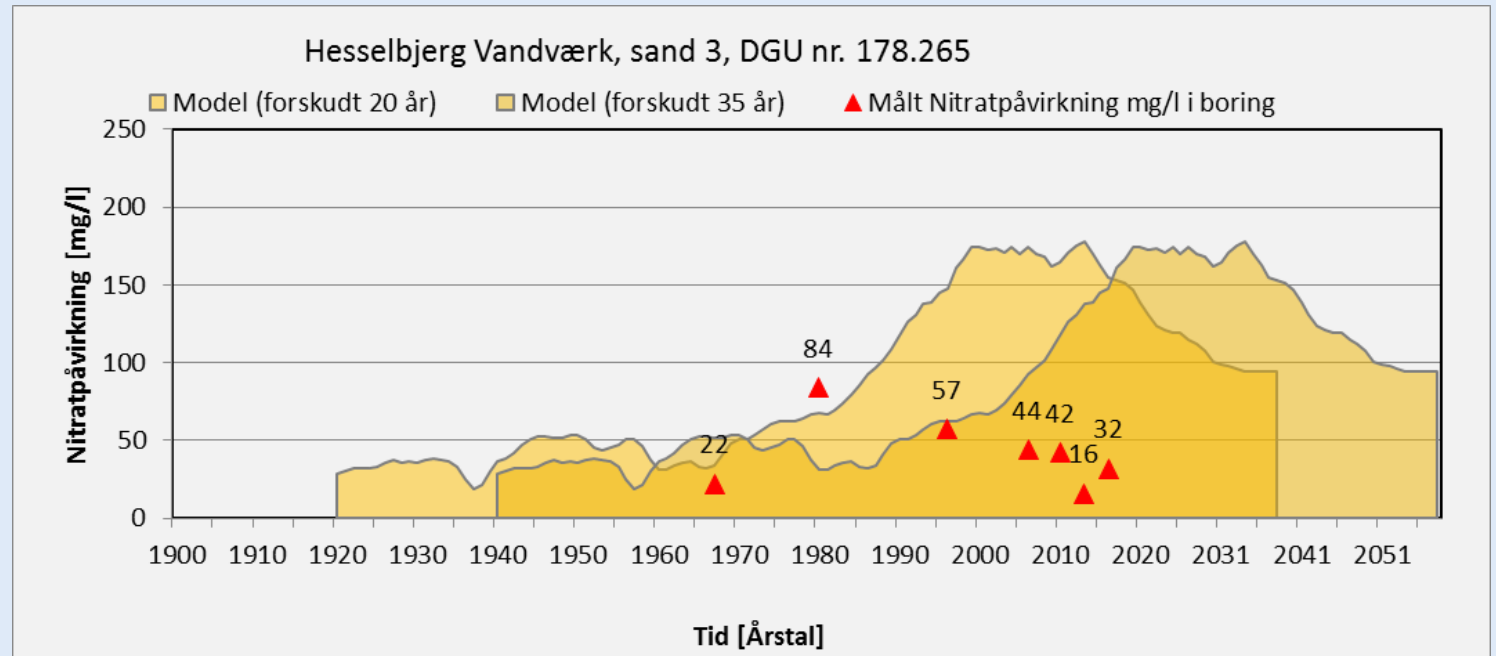
Boring med utæthed

- TREFOR
- Boring er utæt eller har skorstenseffekt
- Der er påvirkning af ilt, der oxiderer pyrit
- En nærliggende pejleboring, giver mulighed for tilstrømning af iltholdigt vand
- Sammenlignet med oppumpningsmønster



Boring er teknisk ændret flere gange gennem årene

- Langeland forsyning
- Brat vandkvalitetsændring af flere omgange
- Der er lavet erstatningsboring i 1983
- Der er overboret i 2013
- Dette ses tydeligt på NPI
- Desuden skiftet DGU nr. to gange



1967
Boring
DGU nr. 179.49

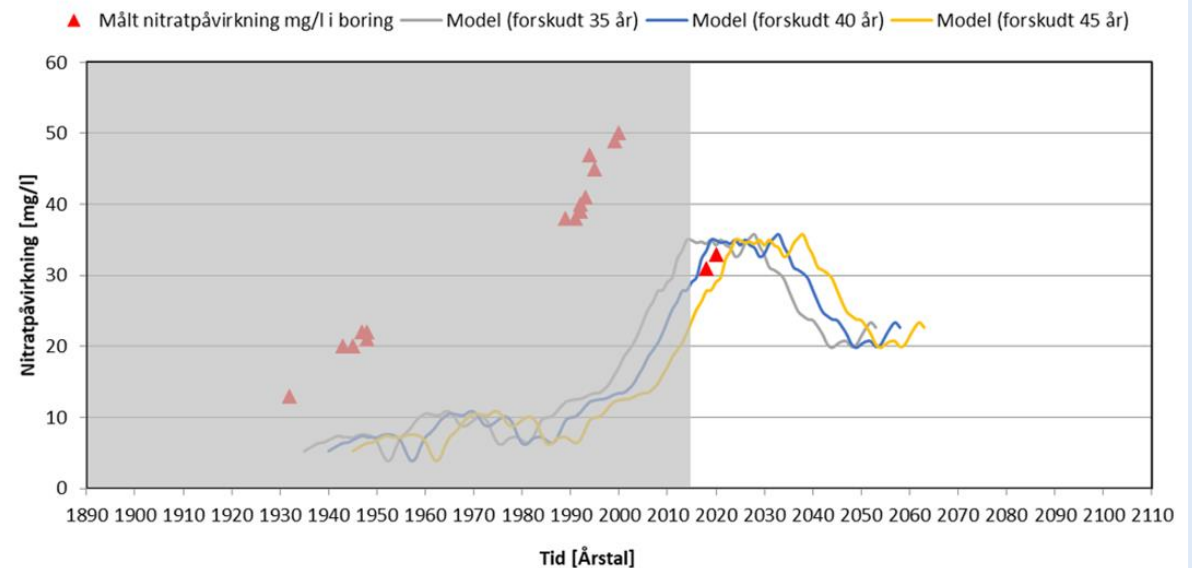
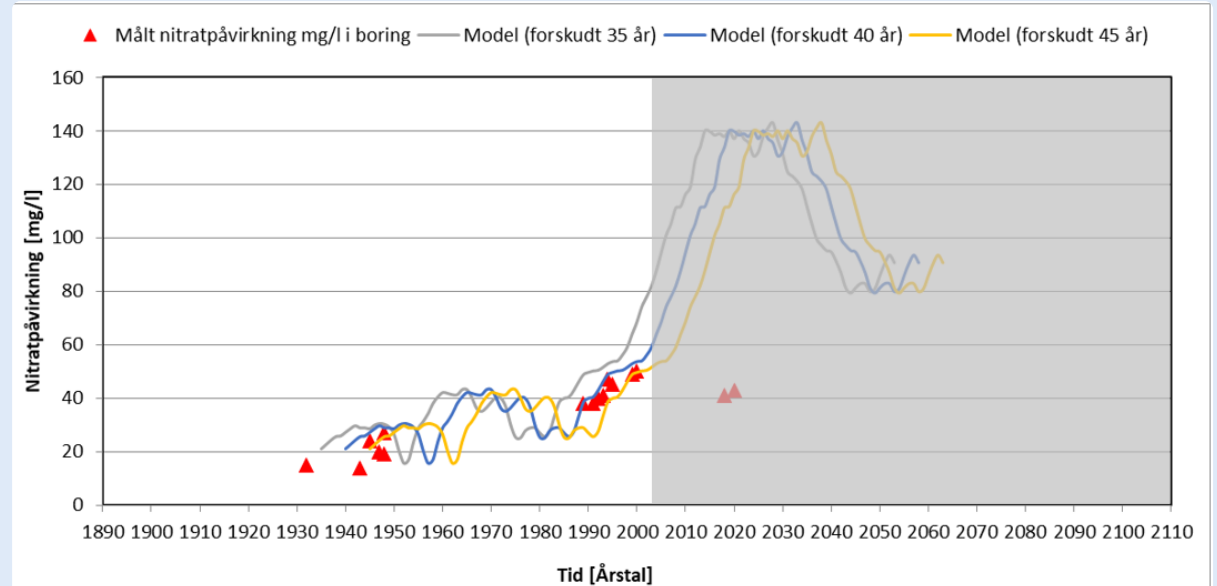
1983
Erstatnings-
boring.
DGU nr. 179.49

Marts 2013
Overboring
DGU nr. 178.265

Marts 2016
Overboringen får
DGU nr. 178.266

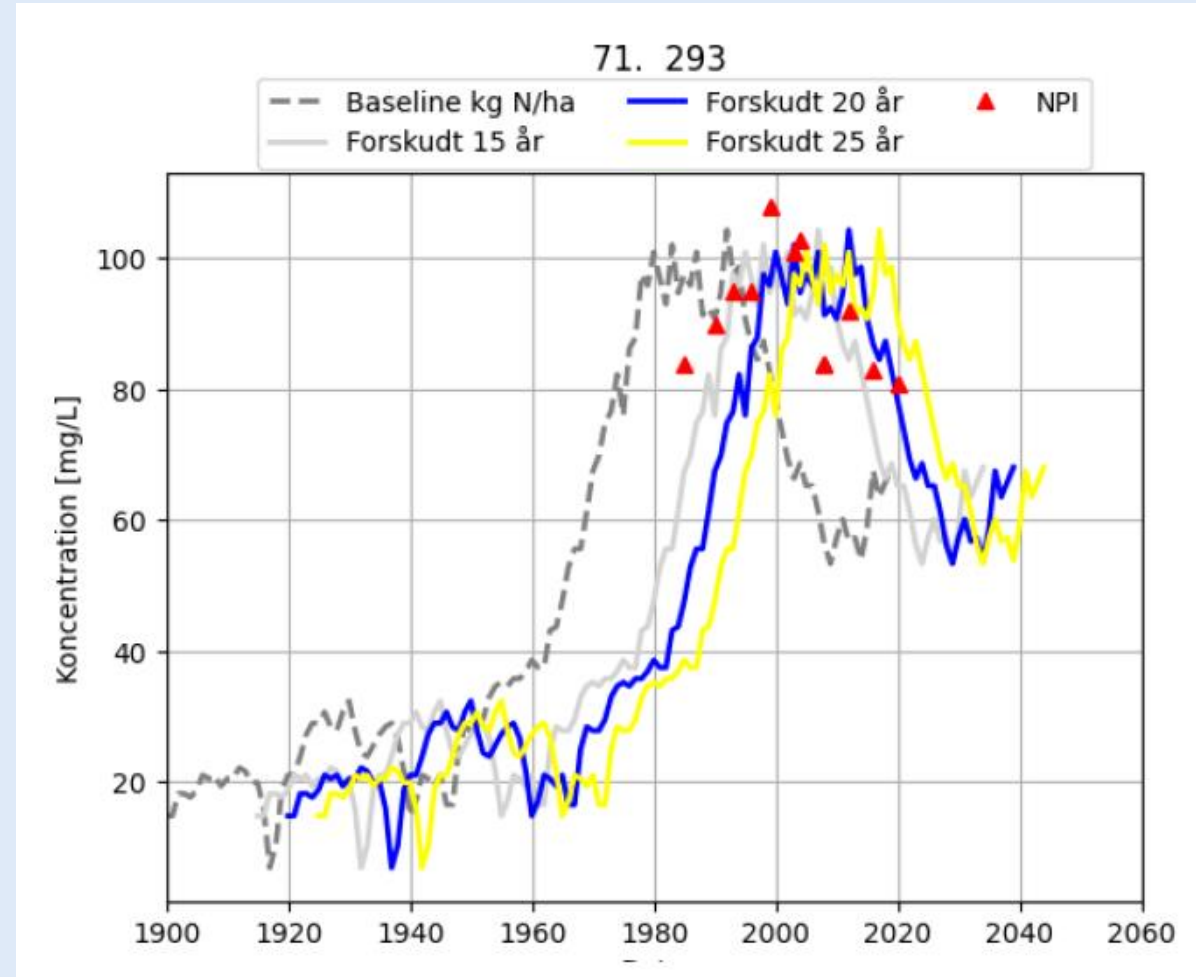
Boring med ændret arealanvendelse

- Aalborg- Sønderbro
 - Der pumpes for at holde vandstanden nede
- Oxideret vandkvalitet
- By erstatter land over tid og nedsætter påvirkningen fra nitrat
- Grundig historisk arealanalyse
- Gråskraveret kurveforløb øverst
 - Udvikling hvis arealerne altid havde været landbrug
- Hvide kurveforløb nederst
 - Det kurveforløb der forventes fremover



Boring med aftagende påvirkning

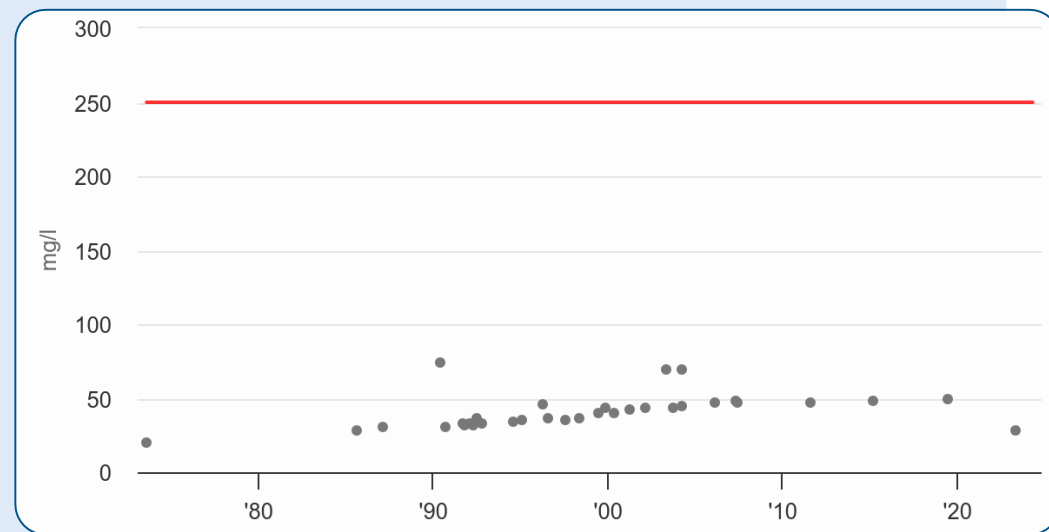
- Vandcenter Djurs
- Flere vandværker og høje driftsudgifter
 - Hvilket vandværk og hvilke boringer skal tages ud af drift
- På grund af grundvandets unge alder ses der i de senere år en aftagende påvirkning fra nitrat
- Der er stadig reduktionskapacitet i grundvandsmagasinet, men hvis påvirkningen med nitrat skal ned under 50 mg/l skal der grundvandsbeskyttelse til.
 - Hvilket der i øvrigt arbejdes på.



**Konklusioner
væsentlige opmærksomhedspunkter
og anvendelsesmuligheder**

Forstå sulfat som indikator for overfladepåvirkning

- Sulfat er vigtig for NPI-indekset
- Stigning i sulfatindhold tolkes bredt som tegn på øget overfladepåvirkning - det er forkert!
- Det er sulfats trend der viser om overfladepåvirkningen er stabil eller tiltagende eller aftagende
- Fejltolkning af sulfatvariation kan medføre forkerte konklusioner vedr. graden af overfladepåvirkning og bæredygtig indvinding
- Sulfat følger basiskurven for N-belastning



Konklusion - Vandkvalitetsprognosemetoden

- Envidan bruger eget udviklet værktøj som integrerer mulighed for tilpasning til arealanvendelsen og nettonedbøren og som ekstra mulighed klimatilpasning ud fra nationale modeller fra DMI.
- Grundvandsalderen vurderes uafhængigt af usikkerheder knyttet til geologiske og hydrologiske modeller
- Prognosemetoden til aldersbestemmelse er ikke tidskrævende

Sulfat (SO₄) baggrundsniveau [mg/L]

20

Startår (min 1678)

1900

Slutår (max 2098)

2080

☺ - Avanceret valgmuligheder

-

Overskriv nettonedbør:

(0 ignorerer)

Nettonedbør

0

Klimascenarier mhp. nedbør:

(Data hentet fra "DMI Klimaatlas")

Klimascenarie

☒ Ingen klimafremskrivning

☐ Tørt (RCP4.5)

☐ Vådt (RCP8.5)

☐ Extrema

Overskriv korrektioner:

(0 ignorerer)

Kvælstofspåvirkning i området

0.5

Forhold iml. husdyr/planteavlproduktion

0

Overskriv fremskrivning [år]:

(0 ignorerer)

Fremskrivning 1

0

Fremskrivning 2

0

Fremskrivning 3

0

Minimum målt koncentration:

SO₄ [mg/L]

0

NO₃ [mg/L]

0

☐ Vis uploadede data

☒ Vis lokation af DGU-numre i uploadede data

Download GEUS data

Til at kopiere og/eller modificere ind i "manuel-data".
Derudover medtages overskrevne værdier for nettonedbør og fremskrivninger, hvis overskrivninger er angivet (under "Avanceret valgmuligheder")

Eksporter GEUS-data

Tidsserie

Hvilke fremskrivninger skal medtages i visning og .pdf-output. NB.: hvis input fremskrivning ikke er udfyldt, eller er 0, ignoreres det

☒ baseline ☒ Fremskrivning 1 ☒ Fremskrivning 2 ☒ Fremskrivning 3

Nitratprognose tidsserie

- - Baseline kg N/ha

— Forskudt 40 år

— Forskudt 50 år

— Forskudt 60 år

▲ NPI

Anvendelsesmuligheder af prognoseværktøjet

- Vandforsyninger
 - Risikoprognose på boringsniveau giver mulighed for at prioritere renovering, sløjfning mv.
 - Årsagssammenhænge for boringer på kildepladser der ikke opfører sig ens
 - Belysning af kilde til forurening, punktkilde, fladekilde eller begge
 - Forsyningssikkerhed på ressourcesiden
 - Udgifter til tekniske tiltag til renoveringer af boringer planlægges bedre
 - Udgifter til mulig ændring i vandbehandlingsanlæg kan forudses på et bedre belyst grundlag
 - Prognoseværktøjet hjælper med at undgå over- eller underimplementering af indsatser
 - Bedre styring af driften i forhold til bæredygtig indvinding på vandkvalitetssiden
 - Supplement til kortlægningen fra Miljøstyrelsen
 - Større viden om sårbarhed på boringsniveau
 - Frigørelse fra afhængighed af kortlægningsstatus
- Administration på grundvandsområdet
 - Vurdering af ramme for varighed af grundvandsforurening med fortidens syndere
 - Nitratpåvirkning prognose
 - Sprøjtemiddelrester prognose
 - Indsatser til grundvandsbeskyttelse
 - BNBO, indsatsplaner
 - Vandforsyningsplaner - vurdering af ressourcekapacitet og bæredygtig indvinding

*“Vi bliver aldrig trætte af at udfordre det
bestående for at skabe smartere eller
enklere løsninger – med internationalt
udsyn og lokal indsigt”*



#SustainableEngineering