



**Miljø- og
Fødevareministeriet**
Styrelsen for Vand- og
Naturforvaltning

Grundvandskemisk styrings- og prognoseværktøj

Hovedrapport
December 2016

Titel:

Grundvandskemisk styrings- og prognoseværktøj

Forfattere:

Henrik Hovgaard Kristensen, NIRAS A/S
Jacob Birk Jensen, NIRAS A/S
Morten Westergaard, NIRAS A/S
Lonnie Frøjk, NIRAS A/S

Udgiver:

Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning
Haraldsgade 52
2100 København Ø
www.svana.dk

År:

2016

ISBN nr.

978-87-7175-608-1

Ansvarsfraskrivelse:

Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning offentliggør rapporter inden for vandteknologi medfinansieret af Miljø- og Fødevarerministeriet. Offentliggørelsen betyder, at Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning finder indholdet af væsentlig betydning for en bredere kreds. Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning deler dog ikke nødvendigvis de synspunkter, der kommer til udtryk i rapporterne.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Indhold	3
Forord	5
Konklusion og sammenfatning	6
(UK summary in DK version)	7
1. Indledning	8
2. Konceptet for styrings- og prognoseværktøjet	9
2.1 Trin 1.....	9
2.1.1 Tærskelsværdier.....	9
2.1.2 Fremskrivningsmetode.....	10
2.2 Trin 2.....	10
3. Arbejdspakke 1: Kravspecifikation og design	12
3.1 Formål	12
3.2 Kravspecifikation og design.....	12
3.3 Målgruppe	12
3.4 Behov.....	12
3.5 Konklusion	12
3.5.1 Kommuner	12
3.5.2 Regioner	13
3.5.3 Forsyninger.....	13
4. Arbejdspakke 2: Konstruktion og integration	14
4.1 Formål	14
4.2 Konstruktion af styrings- og prognoseværktøjets design.....	14
4.3 Integration med JupiterXL.....	14
4.4 Databasestruktur	14
4.5 Udvikling af brugerfladen.....	14
4.6 Konklusion	14
5. Arbejdspakke 3: Verifikation	15
5.1 Formål	15
5.2 Test og verifikation	15
5.2.1 NIRAS.....	15
5.2.2 Skanderborg.....	15
5.3 Konklusion	15
Referencer	16

Bilag 1: Tærskelsværdier og kriterier	17
----------------------------------------------------	-----------

Forord

Dette udviklingsprojekt er udarbejdet af den danske rådgivende ingeniørvirksomhed NIRAS A/S i samarbejde med Skanderborg Kommune og udgivet af Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning. Kvalitetssikring af projektet, det grundvandskemiske værktøj, er foretaget af Skanderborg Kommune.

Projektet er udarbejdet i perioden marts 2015 til november 2016.

Ideen til at udvikle et grundvandskemisk styrings- og prognoseværktøj er afstedkommet ud fra et ønske, af kommuner, om at kunne skabe et grundvandskemisk overblik og at kunne arbejde med tærskelsværdier og ikke kun grænseværdier ved drikkevandsanalyser. Ved at arbejde med tærskelsværdier, dvs. opmærksomhedsniveauer i grundvandskemien inden grænseværdien er nået, er det muligt at kunne handle med rettidig omhu i sagsbehandlingen, eksempelvis ved at justere indvindingsstrategien på kildepladsen, så magasinet grundvandskvalitet og forsyningssikkerheden sikres.

Formålet med dette projekt er at skabe et værktøj som kan bistå kommuner, regioner, Staten, vandforsyninger og andre aktører til i at foretage vurderinger af grundvandskemisk bæredygtighed på borings/kildepladsniveau der sikrer vandkvalitet og økonomisk bæredygtighed, både i forhold til indvinding, grundvandsbeskyttelse og forurening. Værktøjet kan på en hurtig, nem og overskuelig måde præsentere grundvandskemiske data fra GEUS' Jupiter-database og foretage en grundvandskemisk bæredygtighedsanalyse her og nu samt en fremskrivning af udviklingen af klorid-, sulfat- og nitratkoncentrationen i grundvandsmagasinet.

Det overordnede formål er at klassificere alle boringer som: Røde - kemisk sårbare, Gule – muligvis kemisk sårbare og Grønne – kemisk robuste.

Udviklingsprojektet er udarbejdet med støtte fra Skanderborg Kommune og Miljø- og Fødevarerministeriets MUDP-pulje.

Konklusion og sammenfatning

Efter test og verifikation samt diverse fejlretninger er styrings- og prognoseværktøjet klar til implementering i Skanderborg Kommune. Der er under testforløbet blevet belyst en række ønsker og behov for merudvikling af værktøjet, som der fremadrettet vil arbejdes med.

Det har vist sig muligt at udvikle et grundvandskemisk styrings- og prognoseværktøj, der bearbejder og screener store mængder grundvandskemiske data online fra den danske nationale boringsdatabase GEUS JupiterXL. Webapplikationen er navngivet BEST Kemi, der står for **BE**slutnings**ST**øtteværktøj inden for grundvands**Kemi**.

Gennem projektet har det været muligt, at definere en metode til, at udforme en grundvandskemisk bæredygtighedsanalyse, der kan identificere og forudsige udfordringer på borings/kildepladsniveau med hensyn til grundvandskvalitet. Det overordnede formål med styrings- og prognoseværktøjet er at kunne klassificere alle indvindingsboringer som: Røde - kemisk sårbare, Gule – muligvis kemisk sårbare og Grønne – kemisk robuste.

Styrings- og prognoseværktøj danner dermed overblikket over grundvandsressource og kan for kommunen anvendes i den daglige sagsbehandling.

(UK summary in DK version)

After testing and verification, as well as various bug fixes, the management and forecasting tool is ready for implementation in the Municipality of Skanderborg.

Through test runs a number of wants and needs has been highlighted for developing additional functionalities of the tool, which in future can be worked with.

It has proved possible to develop a groundwater chemical management and forecasting tool that processes and screens a large amount of groundwater chemistry data online from the Danish national drilling database GEUS JupiterXL. The web application is, in Danish, named BEST Kemi, which describes that it is a decision support tool for groundwater chemistry data.

Through the project it has been possible to define a method for designing a groundwater chemical sustainability analysis that can identify and predict challenges in wells or at wellfield level regarding groundwater quality. The purpose of the management and forecasting tool is to classify all wells in the following categories: Red - chemically vulnerable, Yellow - possibly chemically vulnerable and Green - chemically good standard.

The control and forecasting tool can be used by the Danish municipalities where it provides an overview of the groundwater resource on a local and regional scale.

1. Indledning

NIRAS A/S og Skanderborg Kommune søgte i 2014 Miljøministeriet om støtte til at udvikle et grundvandskemisk styrings- og prognoseværktøj under puljen ”Tilskud til miljøeffektiv teknologi”. Tilskuddet blev bevilget af Miljøministeriet til at udvikle et grundvandskemisk styrings- og prognoseværktøj, der bearbejder og screener store mængder grundvandskemiske data, som præsenteres i en webapplikation, hvor der med udgangspunkt i en grundvandskemisk bæredygtighedsbetragtning, er indlejret beslutningsstøtteværktøjer.

Ved at se på historiske-, aktuelle- og prognoser for fremtidige målinger, formidles svært tilgængelige grundvandskemiske data på en overskuelig og intelligent måde, der gør det muligt at træffe nødvendige beslutninger omkring styring og optimering af indvindingen rettidigt.

Der kan på kildepladser forekomme årelange overudnyttelser af grundvandsressourcen, som fører til vandkvalitetsproblemer og overskridelser af grænseværdier for eksempelvis klorid, nitrat, sulfat. Da analyser/målinger i dag, i vid udstrækning kun sammenholdes med grænseværdier i forhold til drikkevandskvalitetskrav /1/, opdages overudnyttelse af grundvandsressourcen først når egentlige vandkvalitetsproblemer er opstået. Ved kun at se på det øjebliksbillede, som seneste analyse tilbyder, af ressourcens grundvandskemiske tilstand, er det vanskeligt at identificere og varsle kritisk udvikling af parameterverdier i magasinet.

Gennem dette projekt defineres og udvikles den grundvandskemiske bæredygtighedsanalyse, som kan identificere og forudsige udfordringer på borings/kildepladsniveau med hensyn til grundvandskvalitet. Det overordnede formål med styrings- og prognoseværktøjet er at klassificere alle borer som: Røde - kemisk sårbare, Gule – muligvis kemisk sårbare og Grønne – kemisk robuste.

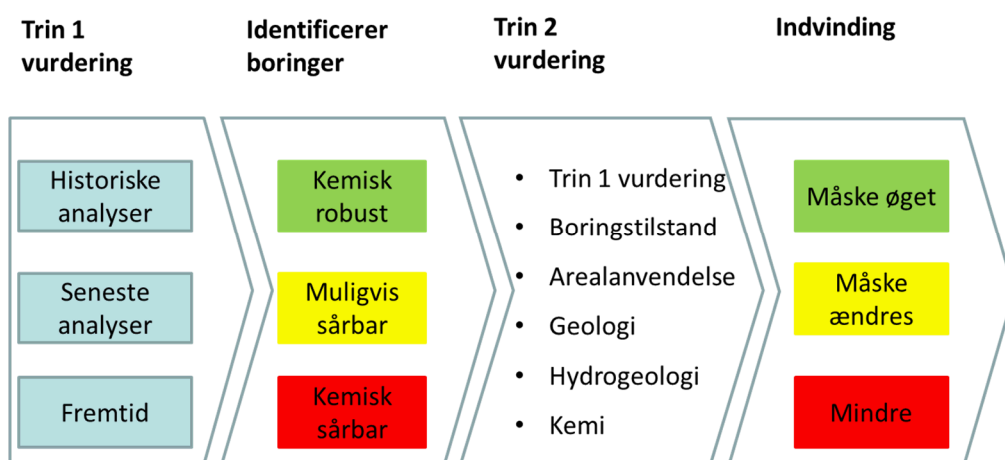
Den grundvandskemiske bæredygtighedsanalyse, der er indbygget i værktøjet, baseres på en objektiv gennemgang af kemiske analyser, der findes i GEUS PCJupiterXL-databasen. Der sættes fokus på vandkvalitetsforringelser på en kildeplads, som skyldes en ikke-bæredygtig indvinding. Dog tages vandkvalitetsudfordringer, som ikke er betinget af indvinding, også med. Hermed udmunder analysen i en vurdering af samtlige vandkvalitetsmæssige udfordringer for kildepladsen.

Styrings- og prognoseværktøj danner dermed overblikket over grundvandsressource og kan for kommunen anvendes i den daglige sagsbehandling.

I nærværende hovedrapport beskrives udviklingen af konceptet til styrings- og prognoseværktøjet, der beskrives det arbejde der er udført i projektets tre arbejdsplaner og den webapplikation, der kan gøres tilgængelig på alle forvaltningsniveauer og hos vandforsyninger.

2. Konceptet for styrings- og prognoseværktøjet

Styrings- og prognoseværktøjets logik er bygget op omkring en bæredygtighedsanalyse, der kan deles i to trin: Trin 1 i analysen er en automatisk screening der inddrager seneste og historiske vandanalyser og, om muligt, angives en fremskrivningstrend. Trin 2 i analysen er en faglig vurdering af røde og gule boringer. Her kan vurderes på årsager og evt. handlinger kan foreslås og vurderingen i trin 1 kan ændres. Ud fra trin 2 vurderingen vurderes det hvorvidt en indvinding på kildepladsen kan øges eller skal mindskes af hensyn til fremtidig bæredygtig indvinding, se figur 2.1.



Figur 2.1: Logikken for styrings- og prognoseværktøjet er bygget op i en 2-trinsraket som angivet i figuren.

Værktøjet er bygget på en online adgang til PCJupiterXL-databasen hos GEUS, dvs. data er altid opdaterede.

2.1 Trin 1

Trin 1 er både en angivelse af nuværende vandkvalitet og en metode til at kunne fremskrive vandkvaliteten i såvel positiv som negativ retning. Trin 1 vurderingen foretages ved en screening af seneste vandanalyse, historiske vandanalyser, samt screening af den forventede udvikling i kommende vandanalyser. Screeningen kategoriserer parameterværdier ud fra prædefinerede tærskelsværdier, som også fastsættes i dette projekt, se afsnit 2.1.1 og fremskrivningen sker for klorid, sulfat og nitrat ved anvendelse af lineær regression, se afsnit 2.1.2.

2.1.1 Tærskelsværdier

Tærskelværdiniveauer fastsat i indeværende projekt er stofs-specifikke og er indarbejdet i logikken i værktøjet for at kunne håndtere en tidligere varsling af den grundvandskemiske tilstand i et givent magasin. Tærskelsværdierne er inddelt ud fra følgende:

- *Grænseværdi* (drikkevandskvalitetskrav, jf. gældende bek. om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg /1/). For vandbehandlingsparametrene (ammonium, jern, mangan og methan) er grænseværdi angivet som det øvre koncentrationsniveau hvor udvidet vandbehandling reducerer indholdet af stoffet i drikkevandet ved afgang vandværk. Ved enkelte stoffer er grænseværdi angivet ud fra erfaringstal, dvs. en subjektiv vurdering.

- Øvre opmærksomhedsniveau (En procentvis andel (75-90 %) af drikkevandskvalitetskrav, jf. gældende bek. om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg /1/, 90 % af fraktilplotsværdier for landsdækkende data, anbefalinger fra vandforsyningsbogen /2/). For vandbehandlingsparametrene jern og mangan er øvre opmærksomhedsniveau angivet som det øvre koncentrationsniveau hvor enkelt filtrering reducerer indholdet af stoffet i drikkevandet ved afgang vandværk. Ved enkelte stoffer er øvre opmærksomheds-koncentration angivet ud fra erfaringstal, dvs. en subjektiv vurdering.
- Nedre opmærksomhedskoncentration (En procentvis andel (75-90 %) af drikkevands-kvalitetskrav ud fra gældende bek. om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg /1/, 68-95 % af fraktilplotsværdier for landsdækkende data, anbefalinger fra vandforsyningsbogen /2/). For vandbehandlingsparametrene (ammonium, jern, mangan, aggr. carbondioxid, methan og svovlbrinte) er nedre opmærksomhedskoncentration angivet som drikkevandskvalitets-kravet /1/. For klorerede opløsningsmidler, pesticider og olieprodukter er nedre opmærksomhed angivet som detektionsgrænsen /3/ og /4/.

Samtlige prædefinerede tærskelværdier er angivet i bilag 1 og kan individuelt indstilles ved opsætning af styrings- og prognoseværktøjet.

De prædefinerede tærskelværdier inddeler alle analyser ud fra følgende:

- Ad 1) *Grænseværdi*: Skal ses som det koncentrationsindhold, hvor en afværgende indsats mod forringet vandkvalitet skal iværksættes.
- Ad 2) *Øvre opmærksomhedskoncentration*: Skal ses som det koncentrationsindhold, hvor en forebyggende/afværgende indsats mod forringet vandkvalitet bør iværksættes.
- Ad 3) *Nedre opmærksomhedskoncentration*: Skal ses som det koncentrationsindhold, hvor man bør være opmærksom på vandkvaliteten. Koncentrationsindholdet er ikke alarmerende, men ved at være opmærksom her kan man identificere potentielle problemer.

2.1.2 Fremskrivningsmetode

I den automatiske Trin 1 screening er indarbejdet lineær regression, som en statistisk metode til at udregne fremskrivningstrenden for klorid, sulfat og nitrat.

Ved lineær regression optegnes, på baggrund af data, en tendenslinje. Ligningen for linjen er givet ved $y = ax + b$, hvor a angiver hældnings-koefficienten. For at understøtte variation af data ved den lineære regressionsligning, samt muligheden for at kunne forkaste trendlinjer, hvor spredningen af data er for stor anvendes desuden en R^2 værdi.

R^2 værdien, varierer mellem 0 og 1, udtrykker hvor stor en del af variationen i den afhængige variabel y , der forklares ved tendenslinjen i den uafhængige variabel x .

I dette projekt er det valgt at arbejde med en R^2 værdi på 0,6, dvs. tendenslinjen kan forklare 60 % af variationen i data. Ved en R^2 værdi på 1 vil alle datapunkter ligge præcis på den rette linje, og tendenslinjen kan forklare 100 % af variationen i den afhængige variabel y . Jo tættere punkterne ligger på tendenslinjen, jo højere bliver R^2 . Jo mere spredt punkterne ligger i forhold til linjen, jo mere vil R^2 nærme sig 0 /5/.

Trin 1 munder ud i en automatisk klassificering af borerer som kemiske sårbare (rød), muligvis kemisk sårbare (gul) eller kemisk robuste (grøn).

2.2 Trin 2

Trin 2 i analysen er en faglig vurdering af røde og gule borerer. Det er i styrings- og prognoseværktøjet valgt at indarbejde en trin 2 vurdering, da en automatisk screening af grundvandskemien oftest ikke kan stå alene.

Den faglige Trin 2 vurdering bygger på lokalkendskab omkring geologi, hydrogeologi, arealanvendelse, boringstilstand mm. og kan være med til at kategorisere boringen mere eller mindre sårbar. Denne kobling mellem en automatisk screening af data, der giver overblikket sammenholdt med en faglig vurdering er helt afgørende i forhold til bæredygtig udnyttelse af grundvandsressourcen.

Trin 2 vurderingen er den styrende faktor af analysen, dvs. den kategorisering boringen får i Trin 2 er den gældende kategorisering. Derved sikres det lokale kendskab til et givent område.

3. Arbejdspakke 1: Kravsspecifikation og design

3.1 Formål

Fokus i denne arbejdspakke er udarbejdelse af kravsspecifikation og design, udpegning af målgruppe (kommuner, regioner, forsyninger etc.) og identifikation af konkrete behov.

3.2 Kravsspecifikation og design

Grundideen er at skabe et beslutningsstøtteværktøj, der ud fra automatiske vurderinger af grundvandskemiske data gør det muligt, at detektere en ikke-bæredygtig udnyttelse af grundvandsressourcen rettidigt.

Værktøjet er bygget op som en webapplikation, hvor data præsenteres online fra GEUS' PC Jupiter-database i fordøjet form, således at brugeren enkelt kan danne sig overblik over betydningen af de respektive koncentrationsværdier. Webapplikationen skal kunne præsentere vandkemiske data fra både "råvand" (boringer) og "rent vand" (vandværk).

3.3 Målgruppe

Målgruppen for styrings- og prognoseværktøjet er primært kommuner og regioner og til dels forsyninger, hvor værktøjet kan bistå målgruppen til at foretage vurderinger af grundvandskemisk bæredygtighed samt at være en dialogplatform mellem de forskellige aktører.

3.4 Behov

Gennem interviews med flere kommuner, regioner og forsyninger blev der foretaget en behovsanalyse.

- Helsingør, Horsens, Mariagerfjord, Syddjurs og Sønderborg Kommuner
- Region Midt og Sjælland
- Din forsyning og Aalborg forsyning

Alle interviews foregik enten ved telefon- eller videomøde og gennemførtes med en struktureret gennemgang af tankerne bag produktet og med mulighed for idé-input. NIRAS skrev efterfølgende referat af interviewene. For at få belyst og tilgodeset slutbrugernes behov er referaterne gennemgået og analyseret.

3.5 Konklusion

Dette afsnit er opbygget således, at kommuners behov bliver gennemgået først og regioner og forsyninger efterfølgende. Gennem interviewene blev det tydeligt, at kommuner er den primære målgruppe og regioner og forsyninger den sekundære målgruppe.

Fælles for kommunerne, regionerne og forsyningerne er at de alle ser værktøjet som en fremtidig dialogplatform mellem de 3 instanser.

3.5.1 Kommuner

Den generelle holdning blandt kommunerne er, at styrings- og prognoseværktøjet er et manglet værktøj, der kan være med til at bringe kemi og grundvandskvalitet mere i spil og få mere fokus i

kommunen. Det kan ses som værktøjet, der sikrer det optimale administrationsgrundlag for kommunen og understøtter formidlingen af vandkvalitet ud til forsyninger og borgere.

Det er vigtigt at værktøjet er let, simpelt og intuitiv og det skal kunne håndtere geografiske forskelligheder i kemien.

3.5.2 Regioner

Regionerne ser at værktøjet kan opfylde det behov der er for ét samlet værktøj mellem kommuner, regioner og forsyninger.

Regionerne har flere krav til boringsvisning og –databasen end blot JupiterXL, som værktøjet i første omgang er udviklet til. Denne udvikling kan i fremtiden imødekommes men er ikke en del af dette projekt.

3.5.3 Forsyninger

Flere forsyninger ser behovet for at få de kemiske data bragt mere i spil end det er tilfældet i dag.

Forsyningerne ønsker, at drage nytte af screeningsdelen i værktøjet og ikke så meget vurderingen. Screeningsdelen vil kunne anvendes til, at forsyningen kan danne sig et overblik over ressourcens kvalitet og fremtidig bæredygtighed på kildepladsniveau og derved anvende denne viden mere aktivt i den interne forsyningsstrategi.

4. Arbejdspakke 2: Konstruktion og integration

4.1 Formål

Formålet med denne arbejdspakke var at udvikle webapplikationen for styrings- og prognoseværktøjet. Programmørerne konstruerede systemets design for de enkelte komponenter i applikationen, heri udvikling af integrationen med GEUS' JupiterXL database, databasestrukturen for værktøjet, brugerfladen og server komponenterne. Endeligt er alle komponenter sat i integrationsfasen til det samlede system som udgør værktøjet.

4.2 Konstruktion af styrings- og prognoseværktøjets design

Værktøjet er udviklet som en webapplikation for at sikre høj tilgængelig og understøttelse af flere forskellige platforme.

Værktøjet er konstrueret på en lagdelt softwarearkitektur, der bl.a. sikrer robusthed, nem vedligehold og høj grad af testbarhed (automatiserede tests). Det er udviklet på ASP.NET MVC platformen med C# som kodesprog i backend delen. På frontend siden anvendes HTML5, CSS3, JavaScript (herunder bibliotekerne jQuery og Foundation). Værktøjet er i denne version primært tænkt anvendt på desktop browsere, men med den valgte arkitektur og platform kan værktøjet nemt udvides med brugergrænseflader til tablets og/eller smartphones.

4.3 Integration med JupiterXL

Der er udviklet fuld integration til GEUS' PC Jupiterdatabase via en webservice snitflade, hvorfra grundvandskemiske data importeres og præsenteres i det grundvandskemiske værktøj.

4.4 Databasestruktur

Applikationen er bygget op omkring data lagret og organiseret i MS SQL server. MS SQL Server anvendes som databaseplatform. Data heri er normaliseret i en grad, så systemet leverer den lovede performance.

4.5 Udvikling af brugerfladen

Brugerfladen er udviklet i HTML5 ud fra ønsket om at gøre brugerfladen så simpel og intuitiv som muligt. Grundideen til brugerfladen har været, at man som bruger bliver guidet igennem grundvandskemiske data på en overskuelig måde, således at det er muligt at fremsøge data for konkrete borer og vandindvindingsanlæg.

Der er lagt stor vægt på brugervenlighed og understøttelse af de nødvendige brugsmønstre for at gøre værktøjet intuitivt at anvende.

4.6 Konklusion

Det har været muligt at udvikle styrings- og prognoseværktøjet i løbet af projektet. Værktøjet er udviklet som ønsket og det har været muligt at koble direkte op på GEUS' JupiterXL database, hvor det er muligt at anvende de tærskelværdier og metoder beskrevet i kapitel 2 på online-data.

5. Arbejdspakke 3: Verifikation

5.1 Formål

I denne arbejdspakke implementeres og testes 1. version af styrings- og prognoseværktøjet med henblik på afprøvning og fejlfinding af webapplikationen. Der udføres på baggrund af denne test en efterfølgende fejlretning og tilpasning inden den færdige webapplikation endeligt kan implementeres hos Skanderborg Kommune.

5.2 Test og verifikation

Ved den interne NIRAS test vægtes verificeringen af metodikkerne bag udviklingen højt, hvor der i den eksterne Skanderborg Kommune test blev lagt mere vægt på brugervenlighed og anvendelse af værktøjet i forbindelse med indsatsplanlægning.

5.2.1 NIRAS

Som led i testen anvendes en database, hvori alle metodikker og tærskelsværdier er beskrevet og opstillet. Der kørttes flere kørsler i databasen som så verificeres i styrings- og prognoseværktøjet. Ved testen fandtes ingen væsentlige fejl, dog var der flere mindre fejlretninger.

5.2.2 Skanderborg

Fokus på test i Skanderborg Kommune har været brugeroplevelsen af værktøjet. Styringsværktøjet er løbende blevet tilrettet og udviklet under testforløbet i Skanderborg Kommune og har derved opnået en bedre og mere intuitiv brugeradgang.

5.3 Konklusion

Efter test og verifikation samt diverse fejlretninger vurderes styrings- og prognoseværktøjet klar til implementering i Skanderborg Kommune. Der er under testforløbet blevet belyst en række ønsker og behov for merudvikling af værktøjet, som der fremadrettet kan arbejdes med.

Referencer

- /1/ Bekendtgørelse nr. 802 af 1. juni 2016 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg.
- /2/ 2012. *Vandforsyning*. Nyt Teknisk Forlag
- /3/ Miljøprojekt nr. 833, 2003. Teknologiudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening.
- /4/ GEUS 2015. Grundvandsovervågning 1989-2014.
- /5/ Bent Fischer-Nielsen, Lineær regression – hvordan ?

Bilag 1: Tærskelsværdier og kriterier

Grundvandskemisk prognose- og styringsværktøj

Udvikling af et grundvandskemisk prognose- og styringsværktøj, der kan bistå kommuner, regioner, Staten, vandforsyninger og andre aktører til at foretage vurderinger af grundvandskemisk bæredygtighed på borings/kildepladsniveau. Herved sikres vandkvalitet og økonomisk bæredygtighed, både i forhold til indvinding, grundvandsbeskyttelse og forurening. Værktøjet kan på en hurtig, nem og overskuelig måde præsentere grundvandskemiske data fra GEUS' XLJupiter-database og foretage en grundvandskemisk bæredygtighedsanalyse her og nu samt en fremskrivning af udviklingen af klorid-, sulfat- og nitratkoncentrationen i grundvandsmagasinet



Styrelsen for Vand- og
Naturforvaltning
Haraldsgade 52
2100 København Ø

www.svana.dk