Sediment- og Grundvandskemi

1 Formål og baggrund

Denne kravspecifikation beskriver kravene til den grundvandskemiske, sedimentkemiske kortlægning og kortlægning af redoxgrænsen.

Formålet med den grundvandskemiske kortlægning er at opnå viden om nuværende og fremtidige drikkevandressourcers kvalitet, herunder at identificere problemstoffer og udviklingstendenser for i kombination med den øvrige grundvandskortlægning at kunne udpege områder, der er sårbare overfor en eller flere typer forurening.

Formålet med sedimentkemiske kortlægning er typisk at opnå viden om et sediments nitratreduktionskapacitet, nitratfrontens beliggenhed og hvis muligt, nitratfrontens vandringshastighed. Dette gøres for sammen med geologiske, hydrologiske og vandkemiske oplysninger bedre at kunne vurdere nuværende og fremtidige drikkevandsressourcers nitratsårbarhed. Denne opgave udføres sjældent og når den udføres vil det ofte være på foranledning af at der er planlagt en boring.

Formålet med kortlægning af redoxgrænsen er at opnå viden om placering af øverste redoxgrænse, sådan at den kan inddrages i sårbarhedskortlægningen. Kort over dybden til øverste redoxgrænse bruges til udarbejdelse af reducerede akkumulerede lertykkelseskort, der efterfølgende bruges til udarbejdelse af sårbarhed.

2 Opgaver

De grundvandskemiske opgaver er beskrevet i afsnit 3, 4 og 5 mens de sedimentkemiske opgaver er beskrevet i afsnit 6 og 7. Opgaven med redoxgrænsen vil blive beskrevet i afsnit 8.

Grundvandskemi		
Delopgave		Leverance
Afsnit 3: Planlægning af grundvandskemisk kortlægning		
A	Kortlægningsstrategi. Konkretisering af behov for indsamling og analyse af vandprøver	Rapport/notat
B	Oversigt over valgte boringer	Liste
C	Møde	Møde og referat
Afsnit 4: Gennemførelse af grundvandskemisk prøveindsamling – nye data		
A	Dokumentere at prøvetager lever op til gældende krav	Kursusbevis eller dokumenteret betydelig erfaring
B	Adviserer/søger tilladelse til adgang til lodsejers jord	Kopi af hver enkelt aftale sendes til MST
C	Udfører prøvetagningen og aflevere prøverne til et af MST anvist laboratorium	Alle analyserapporter fremsendes til MST

D	Udfører kvalitetssikring og rapportering af analyseresultater og den gennemførte indsamling af data.	Rapport/notat
E	Møde	Møde og referat
Afsnit 5: Sammenstilling og tolkning af grundvandskemiske data		
A	Datagrundlag udvalgt	Rapport/notat
B	Kvalitetskontrol af datagrundlaget	Rapport/notat
C	Databehandling og -tolkning	Rapport/notat
D	Møde	Møde og referat

Sedimentkemi		
Delopgave		Leverance
Afsnit 6: Planlægning af sedimentkemisk kortlægning		
A	Konkretisering af behov for indsamling og analyse af sedimentprøver	Rapport/notat
B	Møde	Møde og referat
Afsnit 7: Sammenstilling og tolkning af sedimentkemiske data		
A	Udarbejde overblik over og konklusioner om vigtige sedimentkemiske problemstillinger	Rapport/notat
B	Møde	Møde og referat

Redoxgrænsen		
Delopgave		Leverance
Afsnit 8: Redoxgrænsen		
A	Behov kortlægning af redoxgrænsen. Konkretisering af opgaven	Møde og referat
B	Udarbejdelse af data til GEUS. Kvalitetssikring heraf hos MST	Excel-ark, GIS-kort
C	Aflevering af data til GEUS	Excel-ark, GIS-kort
D	Aflevering af kort over redoxgrænsen fra GEUS til kvalitetssikring hos rådgiver og MST	GIS-kort
E	Kvalitetssikret og godkendt kort afleveres til MST	GIS-kort

3 Planlægning af grundvandskemisk kortlægning

3.1 Formål

Formålet er at udarbejde en beskrivelse af hvad den grundvandskemiske kortlægning bør indeholde inden for et givent kortlægningsområde, herunder afklaring af behov for indsamling af nye data.

3.2 Opgavens indhold

Første skridt er at klarlægge, hvilke behov der er for supplerende viden om grundvandskemi, for på rimelig vis at kunne opfylde kortlægningens overordnede formål. Herunder skitseres kendte og/eller formodede

vandkemiske problemstillinger i området, hvis ikke dette arbejde allerede er gjort i f.eks. opstartsrapporten for området. Herefter skal et eller flere af følgende arbejdspunkter udføres:

1. Konkretisering af behovet for supplerende viden om vandkemi ved at angive hvilke eksisterende boringer, der bør prøvetages og hvilke analysepakker/for hvilke parametre, der bør analyseres for. Anbefaling til analyseprogram skal være begrundet og velovervejet. Kriterier for udvælgelsen af boringer til prøvetagning aftales i det enkelte tilfælde.
2. Angivelse af forslag til, hvor der bør etableres prøveboringer med henblik på fremskaffelse af oplysninger om vandkemi. Der etableres kun undtagelsesvist nye boringer.
3. Begrunde at datadækningen for det pågældende område ikke bør udvides med nye data.

Ovenstående punkter kan understøttes af f.eks. GIS-kort.

Opgaven kan eventuelt afsluttes med et afrapporteringsmøde, hvis det findes relevant.

Som grundlag for opgaveløsningen anvendes bl.a. Geovejledning 2018/2 (1) og Grundvandskortlægningens opstartsrapport og datafase (2).

3.3 Rapportering/leverance

Der er tre konkrete leverancer A) Notat/rapport med kortlægningsstrategi, B) Liste over valgte boringer, C) Et møde.

A) Notat/rapport med kortlægningsstrategi, herunder hvilke grundvandskemiske problemstillinger, der vurderes at være væsentlige i området, og begrundelse for eventuelle placering af nye boringer og filterniveauer.
B) Liste over hvilke eksisterende boringer/filtre, der skal udtages vandprøver til analyse, hvis dette vurderes at være aktuelt for datadækningen og det overordnede formål. Herunder angives hvilke parametre, der skal analyseres for.
C) Møde mellem konsulent og MST vedrørende A og B.

4 Gennemførelse af grundvandskemisk prøveindsamling – nye data

4.1 Formål

Formålet er at gennemføre eventuel indsamling af nye data via grundvandskemiske prøvetagninger, planlagt jf. afsnit 3 i nærværende kravspecifikation eller i andet regi.

Der udtages grundvandsprøver fra boringer (f.eks. vandværksboringer, markvandingsboringer, private drikkevandsboringer, undersøgelsesboringer) og kildevæld med henblik på analyse af vandkemien ift. grundvandets kemiske sammensætning og eventuelle indhold af ikke naturligt forekommende stoffer.

4.2 Opgavens indhold

Opgaven består af iværksættelse og gennemførelse af den tidligere planlagte grundvandskemiske prøvetagning. Dette indebærer typisk:

- Sikring af at vandprøvetager lever op til gældende krav
- Advisering af samt indhentning af tilladelse fra lodsejer eller boringsejer til at udtage vandprøver
- Udførelse af vandprøvetagning og indlevering af prøver til det af Miljøstyrelsen anviste laboratorium
- Kvalitetssikring og rapportering af analyseresultater, herunder sikring af at laboratoriet indberetter data til Jupiter-databasen.

4.2.1 Sikring af at prøvetager lever op til gældende krav

Prøvetagningen skal følge den til enhver tid nyeste udgave af ”Tekniske Anvisninger for prøvetagning af grundvand” (3) og Geovejledning 2018/2 (1) begge fra GEUS, hvis ikke andet aftales.

Prøvetager skal dokumentere gennemført kursus i udtagning af grundvandsprøver og/eller betydelig erfaring hermed.

Prøvetager skal sørge for nødvendigt prøvetagningsudstyr (bil, pumpe, generator, filtreringsudstyr, apparatur til måling af feltparametre etc.). Pumpen skal svare til boringens ydelse og fysiske dimension.

Prøvetagers udstyr må under ingen omstændigheder have været brugt i forurenede boringer.

Prøvetager henter eller rekvirerer egnet emballage til udtagne prøver hos Miljøstyrelsens anviste laboratorium.

Opgaven er at udtage sedimentkemiske prøver til kemisk analysering med henblik på at bestemme bl.a. nitratreduktionskapacitet, nitratfrontens vandringshastighed, nikkelindhold er beskrevet i "*11 Boringer*".

4.2.2 Advisering af, samt indhentning af tilladelse fra lodsejer eller boringsejer til at udtage vandprøver

Prøvetager kan blive bedt om at kontakte berørte lodsejere og boringsejere personligt før feltarbejdet iværksættes på deres ejendom. Samtidig skal det forventes, at der skal ske skriftlig advisering og/eller indhentning af tilladelse til at udtage vandprøver.

4.2.3 Udførelse af vandprøvetagning og indlevering af prøver til det eller de af Miljøstyrelsen anviste laboratorier

Prøvetagningen skal følge den til enhver tid nyeste udgave af ”Tekniske Anvisninger for prøvetagning af grundvand” (3) og Geovejledning 2018/2 (1) begge fra GEUS, hvis ikke andet aftales.

Miljøstyrelsens rådgiver rekvirerer prøvetagningen af vandprøver i boringer og i enkelte kildevæld. I forbindelse med prøvetagningen udfylder prøvetageren et dokumentationsskema, som fremsendes til Miljøstyrelsen.

Prøvetager skal kunne udtage vandprøver til analyse for hovedbestanddele, redoxparametre, pesticider, organiske mikroforureninger, aromater og chlorerede opløsningsmidler, uorganiske sporstoffer og bakteriologi, samt være i stand til at tage feltmålinger og filtrere prøver i felten.

Prøvetager leverer de udtagne prøver til et opsamlingssted/laboratorium anvist af Miljøstyrelsen. Prøvetager skal endvidere sikre, at feltmålinger leveres til laboratoriet, så de kan indtastes i Jupiter-databasen samtidig med de øvrige resultater. Prøver skal være i arbejde på laboratoriet senest 24 timer efter prøvetagningen, med mindre andet aftales.

4.2.4 Kvalitetssikring og rapportering af analyseresultater, herunder sikring af at laboratoriet indberetter data til Jupiter-databasen

Konsulenten kvalitetssikrer analyseresultaterne. Kvalitetssikringen dokumenteres i notat eller rapport. Det sikres at laboratoriet indberetter data til Jupiter-databasen.

4.3 Rapportering/leverance

Der er fem konkrete leverancer

A) Dokumentation af at prøvetager lever op til gældende krav. Dokumenteret via enten kursusbevis eller dokumenteret betydelig erfaring.
B) Advisering af/søger tilladelse til adgang til lodsejers jord. Dokumentere ved at kopi af hver enkelt aftale sendes til MST
C) Udførelse prøvetagningen og aflevere prøverne til et af MST anvist laboratorium. Dokumenteres ved at alle analyserapporter fremsendes til MST
D) Udførelse af kvalitetssikring og rapportering af analyseresultater og den gennemførte indsamling af data. Dokumenteres via en rapport/notat
E) Møde mellem konsulent og MST vedr. A-D.

5 Sammenstilling og tolkning af vandkemiske data

5.1 Formål

Formålet er at opstille en hydro-geokemisk model ved at gennemgå, sammenstille og tolke eksisterende vandanalyser. Modellen skal, i det omfang datagrundlaget gør det muligt, og hvor det vurderes relevant:

- Give overblik over vandkvalitet, herunder tidslig udvikling.
- Bestemme vandtype, forvitringsgrad, ionbytningsgrad, kalkmætningsgrad, pH.

- Belyse og udarbejde kemidata til sårbarhedstolkninger.
- Vurdere magasiners udbredelse
- Beskrive redoxforhold.
- Vurdere eventuelle indikationer på påvirkning fra overfladen (f.eks. nitrat, sulfat, nikkel, pesticider m.fl.).
- Udpege naturligt forekommende stoffer, der udgør et kvalitetsproblem (f.eks. NVOC, chlorid, arsen m.fl.).
- Belyse grundvandets alder og frontbevægelser (f.eks. nitrat- og forsuringsfronten).

Desuden bør retningslinjerne fra den seneste version af Geovejledning 2018/2 (1) altid følges med mindre andet aftales.

5.2 Opgavens indhold

5.2.1 Data

Datagrundlaget for opgaven er som udgangspunkt råvandsdata fra Jupiter-databasen. Data udtrækkes fra Jupiter-databasen af rådgiver med mindre andet aftales.

5.2.2 Kvalitetskontrol

Der foretages en analyse af kvaliteten af data, som det anbefales i Geovejledning 2018/2 (1), og fejlbehæftede og ikke-repræsentative data sorteres fra. Fejlbehæftede data leveres i en tabel. I rapporten redegøres for hvor mange og hvorfor data er frasorteret.

5.2.3 Databehandling og -tolkning

Der foretages beregninger, tematiseringer og efterfølgende kommenteres og tolkes data og resultater – alt efter områdets aktuelle problemstillinger.

Der udarbejdes temakort for relevante stoffers koncentration og udbredelse i de tilfælde, hvor kortene kan belyse en konkret problemstilling. Resultaterne præsenteres så vidt muligt magasinspecifikt. I tilfælde, hvor der foreligger en geologisk og/eller hydrostratigrafisk model, skal resultaterne som udgangspunkt præsenteres magasinspecifikt. Kriterier for definitionen af nyeste fund beskrives. Koncentrationsintervallerne for de enkelte stoffer skal tage hensyn til detektionsgrænser, grænseværdier og bør følge intervalinddelingen, som er præsenteret i Geovejledning 2018/2 (1). Herudover bestemmes vandtyper og redoxforhold også i henhold til geo-vejledningen.

Med mindre andet aftales udarbejdes der plot af tidsserier for råvand pr. indtag pr. boring for relevante parametre,

- der ligger nær eller over grænseværdien for drikkevand.
- som har en tidlig udvikling i indhold.

Hvor det findes relevant for forståelsen og overblikket laves grafer, plots eller tabeller, som det f.eks. er beskrevet i Geovejledning 2018/2 (1). Det kan f.eks. være filterintervalplot, fraktildiagram, dybdeplot, scatterplot etc.

I de vandkemiske tolkninger inddrages informationer om variation i vandindvinding, grundvandsdannelse, pejletidsserier, sedimentkemi, jordforurening, arealannvendelse, geofysiske borehulslogs (f.eks. ved saltvandsindtrængning), geologi, (herunder lertykkelse og dæklag) og evt. hydrostratigrafi i så fald sådanne informationer forefindes.

5.3 Rapportering/leverance

Der er fire konkrete leverancer

A) Udvalg af datagrundlaget. Dokumenteret i rapport, se punkt C
B) En kvalitetskontrol af datagrundlaget. Dokumenteret i rapport, se punkt C
C) Databehandling og –tolkning. Dokumenteret i en rapport der dokumentere punkt A-C. Herunder indeholder gennemgang af data og tolkninger, dokumentation for kvalitetssikring og databehandling samt præsentere den hydro-geokemiske model.
D) Møde mellem konsulenten og MST vedr. A-C

6 Planlægning af sedimentkemisk kortlægning

6.1 Formål

At udarbejde en beskrivelse af hvad den sedimentkemiske kortlægning bør indeholde inden for et givent kortlægningsområde, f.eks. bestemmelse af geologiske lags nitratreduktionskapacitet og/eller indhold af specifikke stoffer. Desuden er formålet at afdække behovet for indsamling af nye data.

6.2 Opgavens indhold

Sedimentkemisk kortlægning udføres i forbindelse med etablering af undersøgelsesboringer. Opgaven består i udarbejdelse af en prøvetagningsstrategi. Prøver til analyse af sedimentkemi udtages efter en prøvetagningsstrategi, som indeholder overvejelser om den sedimentkemiske kortlægnings nødvendighed, hvilke parametre sedimenterne bør analyseres for, hvilke dybder prøverne skal tages i, om prøverne skal homogeniseres og sammenblandes eller neddeles.

6.3 Rapport/leverance

Der er to konkrete leverancer

A) Konkretisering af behov for indsamling og analyse af sedimentprøver. Dokumenteret med rapport eller notat.
B) Møde mellem konsulent og MST, vedrørende A.

7 Sammenstilling og tolkning af sedimentkemiske analyser

7.1 Formål

Formålet er at få en vurdering af nitratreduktionskapacitet, nitratfrontens beliggenhed og hvis muligt, nitratfrontens vandringshastighed.

7.2 Opgavens indhold

Der skal sammenstilles og tolkes sedimentkemiske analyseresultater og evt. beskrivelse af sedimentfarver og farveskift i boringer med henblik på vurdering af nitratreduktionskapacitet, nitratfrontens beliggenhed og hvis muligt, nitratfrontens vandringshastighed.

Udregning af nitratreduktionskapaciteten i den enkelte prøve bør følge principperne i arbejdsrapporten *Principper for beregning af nitratreduktion i jordlagene under rodzonen* (4) samt den nyeste version af Geovejledning 2018/2 i kemisk grundvandskortlægning (1).

Såfremt de sedimentkemiske data ikke er indlæst i Jupiter-databasen, skal dette gøres.

7.3 Rapportering/leverance

Der er to konkrete leverancer

A) Overblik udarbejdet over vigtige sedimentkemiske problemstillinger samt konklusioner vedrørende disse. Dette dokumenteres i en rapport/notat der også indeholder datapræsentation og tolkninger.
B) Møde mellem konsulent og MST, vedrørende A.

8 Redoxgrænse

8.1 Vurdering af behov for kortlægning af redoxgrænsen

Hvorvidt der er behov for kortlægning af redoxgrænsen skal, som udgangspunkt, vurderes i opstartsfasen for et projekt. Vurderingen udarbejdes i opstartsrapporten og der skal tages udgangspunkt i denne vurdering, når arbejdet med redoxgrænsen påbegyndes. Opgaven igangsættes kun efter aftale med MST. De præcise datatyper der skal leveres til GEUS og hvem der levere hvad, ved igangsættelse af opgaven.

8.2 Formål

At kortlægge øverste redoxgrænse, sådan at der kan udarbejdelse reducerede akkumulerede lertykkelseskort. Vejledning (5) til kortlægning af redoxgrænsen kan findes på grundvandskortlægningens hjemmeside. Redoxgrænsen kortlægges vha. en machine-learning algoritme hos GEUS. Algoritmen bruger forskellige input til udarbejdelse af kort redoxgrænsen, herunder forskellige data udarbejdet af rådgiver og/eller MST.

8.3 Opgavens indhold

Levering af data til GEUS algoritme til udarbejdelse af redoxgrænsen. Afhængig af projektet skal rådgiver levere data for farveskift i boringer, kort over øverste ler og sandlag samt grundvandsdannelse og dybde til

grundvandsspejlet. Nærmere beskrivelse af datatyper og krav hertil kan findes i vejledning om redoxgrænsen (5). Alt data skal kvalitetssikres af MST, inden det sendes til GEUS. Når data er modtaget hos GEUS, udarbejder GEUS et fladekort over redoxgrænsen. Det udarbejdede kort sendes til rådgiver og MST til kvalitetssikring. Når kortet er godkendt, kan det bruges til udarbejdelse af reducerede akkumulerede lertykkelseskort.

8.4 Rapport/leverance

A. Udfyldt Excel-ark for farveskift i boringer
B. GIS-kort over øverste lerlag
C. GIS-kort over øverste sandlag
D. Grundvandsdannelse fra lokal hydrologisk model
E. Dybden fra lokal hydrologisk model

9 Reference

1. **GEUS.** *Geo-vejledning 2018/2 - Kemisk grundvandskortlægning.* s.l. : GEUS, 2018. https://www.geovejledning.dk/2018_2/.

2. **Miljøstyrelsen .** Kortlægningsprocessen 2016-2020 . *Miljøstyrlesne .* [Online] http://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/grundvand/grundvandskortlaegning/kortlaegning-2016-2020/kortlaegningsprocessen-2016-2020/.

3. **GEUS.** *Prøvetagning af grundvand - Teknisk anvisning* . s.l. : GEUS, 2012.

4. **Ernstsen, Vibeke, Henriksen, Hans Jørgen og Platen, Frants von.** *Principper for beregning af nitratreduktion i jordlagene under rodzonen.* s.l. : Arbejdsrapport fra Miljøstyrlesen Nr. 24, 2001.

5. **Miljøstyrelsen.** *Metode til kortlægning af redoxgrænsen.* s.l. : Miljøstyrelsen, 2020.