

METODIK TIL KARAKTERISERING AF ÅDALE I TYPEOMRÅDER EFTER GEOLOGISKE OG ÅDALS- MORFOLOGISKE PRINCIPPER

Seniorforsker Bertel Nilsson ¹⁾
PhD studerende Jesper Heidemann Langhoff ³⁾
Forsker Mette Dahl ¹⁾
Seniorforsker Brian Kronvang ²⁾
Lektor Steen Christensen ³⁾
Seniorforsker Carl Christian Hoffmann ²⁾
Forsker Hans Estrup Andersen ²⁾
Lektor Keld Rømer Rasmussen ³⁾
Forskningsprofessor Jens Christian Refsgaard ¹⁾

Hydrologisk afdeling, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse ¹⁾
Afdeling for Ferskvandsøkologi, Danmarks Miljøundersøgelser ²⁾
Geologisk Institut, Aarhus Universitet ³⁾

ATV MØDE
VINTERMØDE OM JORD- OG GRUNDEVANDSFORURENING

VINGSTEDCENTRET
4. – 5. marts 2003

RESUMÉ

Samspelet mellem grundvand og overfladevand er specielt vigtigt i ånære områder. En ny metode til klassifikation af Grundvand – Overfladevand Interaktion (GOI) i danske ådalstyper (GOI-typer) præsenteres. GOI-typerne inddeles efter geologiske, hydrogeologiske og ådalsmorfologiske principper. Indenfor en given GOI-type er grundvand og overfladevand interaktionen karakteriseret ved at foregå på en og samme måde. Typeområderne skal defineres med henblik på, at hydrauliske og stofomsætningsmæssige parameterverdier bestemt i et typeområde kan anvendes i områder med tilsvarende karakteristika. I klassifikationen tages højde for om ådalene forekommer i uforstyrret tilstand versus en tilstand med menneskeskabte forstyrrelser i form af for eksempel afvanding.

BAGGRUND

Projektformål

Formålet med nærværende artikel er at beskrive en metode til at klassificere ådale i typeområder efter geologiske og ådals-morfologiske principper. Den måde, som grundvandsmagasin og vandløb udveksler vand på, varierer betydeligt fra det ene typeområde til det andet. Det samme gør sig gældende for de stoffer, som transporteres med vandet, og som kan omsættes eller frigives fra de ånære sedimenter, hvorigennem udvekslingen sker. Nærværende projekt er gennemført i 2002 af GEUS, DMU og Aarhus Universitet med titlen ”Grundvand-Overfladevand Interaktion (GOI). En metode til klassificering af ådale i typeområder” /1/. Projektet er en videreførelse af et vidensstatusprojekt rapporteret i /2, 3/.

Vandrammedirektivets krav til typologien for grundvand-overfladevand interaktion

Ved forberedelsen af Vandrammedirektivets implementering i Danmark udarbejdes kriterier til brug ved klassificering af tilstanden i grundvand og overfladevand, da samspelet mellem grundvand og overfladevand er essentiel for hele vandmiljøet. I forbindelse med opdelingen af Danmark i vandområdedistrikter skal grundvand inden udgangen af 2004 klassificeres efter dets risiko for ikke at kunne opnå direktivets krav om ”god tilstand”. Parallelt med udarbejdelsen af denne klassificering skal der udarbejdes en vandløbstypologi, der skal klassificere den økologiske kvalitet for forskellige vandløbstyper. For at opnå sammenhæng mellem udpegningen af typer af grundvandsforekomster og vandløbstypologien er der behov for en inddeling af ådalene i typer med repræsentative parameterverdier for vandstrømning og stoftransport.

En af de helt centrale ideer med Vandrammedirektivet er at få fastlagt referencetilstanden, eller den uforstyrrede tilstand, for vandets mængde, vandets kvalitet samt de fysiske og økologiske forhold. De hydrologiske, fysiske og økologiske forhold vi kender i Danmark i dag er imidlertid helt overvejende kulturbestemte. Tidligere tiders afvandings- og dræningsprojekter, der blev gennemført for at give plads til landbrug og skovrejsning, har betydet at det danske landskab kun har få vådområder tilbage. Det er langt fra uproblematisk at fastsætte den uforstyrrede tilstand. Det kræver både en grundlæggende viden om tilstand og dynamik i vore nuværende ”naturlige” systemer og en definition af hvor uforstyrret referencetilstanden skal være.

Menneskeskabte indgreb og uforstyrret tilstand

Der er ca. 65.000 km små og store vandløb i Danmark som med de tilliggende vandløbsnære arealer eller ådale udgør et vigtigt landskabsэлемент. Gennem århundreder har vandløb og ådale været genstand for menneskelig udnyttelse startende med deres betydning som samfærdselsårer (sejlads), fiskeri (laks, ål, ørred) og som kilde til energi (vandmøller). I de sidste to århundreder har behovet for landbrugsarealer også inddraget de vandløbsnære arealer. I starten som ekstensivt græssede enge og enge til høslæt. Mange steder blev der etableret engvandingsanlæg, hvor vandløbsvand via kanalsystemer kunne anvendes til at gøde og vande engarealerne.

I de sidste 150 år er hovedparten af de danske vandløb og vandløbsnære arealer blevet stærkt påvirket på grund af landbrugets behov for dyrkningsjord. Desuden blev der i mange større vandløb lavet opstemninger og oversvømmelser af ådale med henblik på udnyttelse af vandkraften til elproduktion (foreksempel Tange sø). Langt den største påvirkning var dog landbrugets afvandingsprojekter, som via udretninger og kanalisering af vandløb, grøftninger, dræning og oprettelse af pumpelag tørlagde søer, moser og våde enge til brug for intensiv landbrugsproduktion. I dag findes der således meget få uberørte strækninger af vandløb og vandløbsnære arealer i Danmark. Det er således tidligere opgjort at mindre end 2% af de danske vandløb har et naturligt slyngeløb /4/.

I en uforstyrret tilstand udgør de vandløbsnære arealer en vigtig biotop, idet fugtige enges vegetation hører til de artsrigeste og biologisk set mest værdifulde i landskabet. De fugtige enge udgør desuden en vigtig biotop for mange truede og sjældne arter af planter og dyr, og har samtidig stor betydning for det biologiske samspil med vandløbene i ådalen. En ådal i referencetilstand vil kunne beskrives ved følgende elementer:

- En zonerings fra ådalsskrænten til vandløb med mineraleng med kratskov, over tørveeng med mosebunke, mjødurt og pilearter, til dyndeng med rørgræsser, høj sødgræs og rødell (høj biodiversitet).
- Et slyngeløb naturligt vandløb, der bevæger sig frit i ådalen og danner afskårne mæanderbuer (småsøer) som vigtige levesteder for padder og krybdyr (høj biodiversitet).
- Hyppige oversvømmelser afsætter næringsrigt slam i ådalen.
- Høj grundvandstand medfører opbygning af et tørvelag, der veksler med minerogene indslag afsat under oversvømmelser (opbygning af en organisk kulstofpulje).
- Strømningen igennem engen af udsivende grundvand fra højereliggende områder kan medvirke til en omsætning og tilbageholdelse af næringsstoffer, hvorved de vandløbsnære arealer virker som en stofbuffer.

De menneskeskabte indgreb i det hydrologiske kredsløb, eksemplificeret i Figur 1.3, kan være mangeartede og af omfattende betydning for udvekslingen mellem grundvand og overfladevand. Vandløbet kan ved en hovedafvandings være uddybet, flyttet, udrettet, inddiget og / eller betonarmet i bunden. I det østlige Danmark er hovedparten af de lerede moræne jorde i oplandet ofte detailafvandende. Nogle dræn munder ud i ådalsskrænten, hvorfra vandet infiltreres i ådalen eller løber overfladisk til vandløbet afhængigt af mætningsforhold og strømningsretning i jorden. Nogle dræn ledes gennem ådalen og munder ud direkte i vandløbet. Ådalen kan endvidere selv være drænet eller grøftet. I Vestjylland anvendtes

tidligere overrislingssystemer, hvor opstrøms vandløbsvand blev tilledt i vandingsgrøfter langs ådalsskrænten, hvorfra det rislede ned over engfladen og atter blev opsamlet i afvandingsgrøfter længere nedstrøms. På steder kan sådanne systemer stadig findes i dag. Ved afvandingen og opdyrkning af de vandløbsnære arealer sker der en kraftig påvirkning af de biologiske, hydrologiske, fysiske og kemiske forhold.

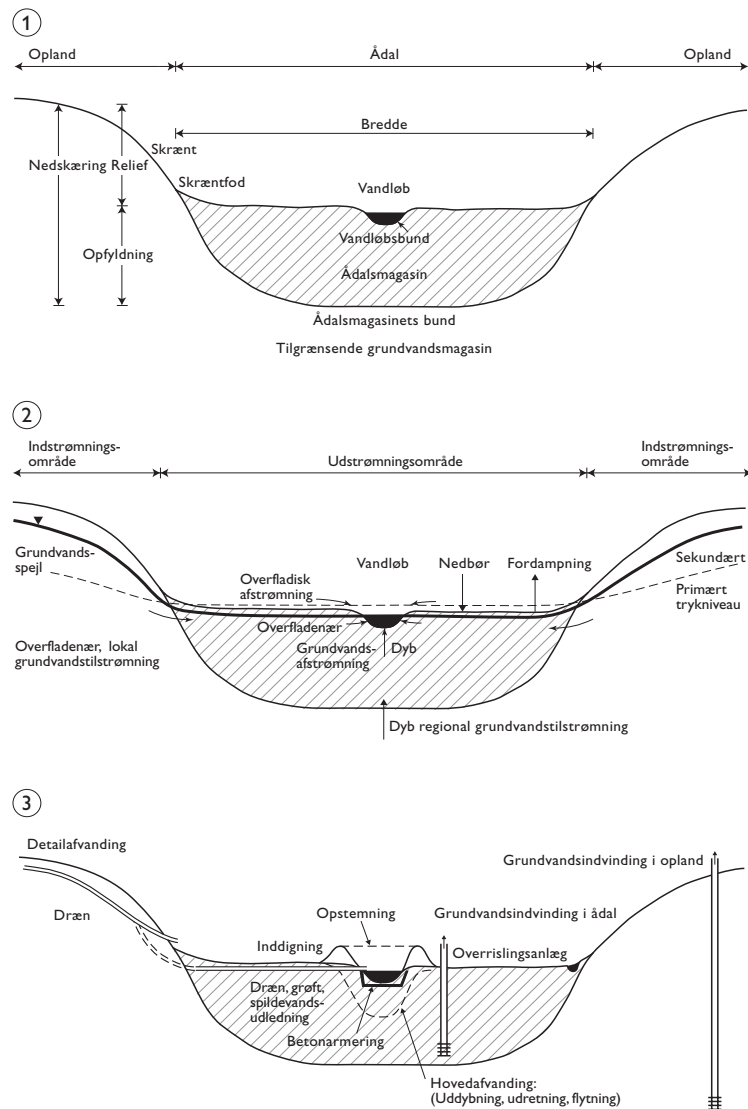
KONCEPTUEL RAMME OG NOMENKLATUR I TYPOLOGIEN

For at få indblik i styrende processer og parametre for vand- og stofomsætningen i ådale er det vigtigt at tage udgangspunkt i en forståelse af strømningsforholdene i ådalen. På Figur 1.1 og 1.2 er konceptuelle skitser af en ådal illustreret med angivelse af anvendt nomenklatur for henholdsvis geomorfologiske og hydrologiske forhold. Interaktionen mellem grundvand og overfladevand bliver i dette projekt betragtet som udvekslingen mellem tre magasiner: det tilgrænsende grundvandsmagasin, ådalsmagasinet og vandløbet.

Ådalsmagasinet består samlet af de vekslende lag af diluviale, alluviale, gytje- og tørveaflejringer, der delvist har opfyldt dalen efter de daldannende processer, har udformet selve dalnedskæringen i det ældre geologiske underlag. Under dette ligger det *tilgrænsende grundvandsmagasin*, der føder ådalen med grundvand. Hvorvidt grundvandstilstrømningen er af lokal, overfladenær oprindelse eller af regional, dyb oprindelse eller er en blanding af begge afgøres af geomorfologiske og hydrogeologiske forhold i oplandet omkring ådalen. Det sidste magasin udgøres af *vandløbet*. Hvorledes afstrømningen fra ådalsmagasinet til vandløbet forløber styres af grundvandets trykforhold i relation til vandstanden i vandløbet, jordoverfladens beliggenhed, fordelingen af høj- og lavpermeable lag i ådalsmagasinet, permeabiliteten af selve vandløbsbunden og endelig mængden af gennemstrømmende vand. Afstrømningen kan således finde sted overfladisk eller ved overfladenær eller dyb grundvandsafstrømning.

TYOLOGI FOR GRUNDVAND-OVERFLADEVAND INTERAKTION

Beskrivelse af interaktionen mellem grundvand og overfladevand (GOI) er ikke nogen ny disciplin. Der er i tidens løb opstillet adskillige analytiske og numeriske modeller herfor og også udført nogle feltstudier. Imidlertid eksisterer der ingen metodik (nogle) til klassificering af de måder, hvorpå interaktionen kan foregå, og det er derfor meget vanskeligt at foretage en sammenligning af de udførte studier (for eksempel /5/). Det er derfor ønskeligt at opstille dels en typologi, det vil sige et sæt begrebsmæssige modeller, for hvordan interaktionen kan foregå, og dels en metodik til klassificering af interaktionstypen for et givent vandløb (vandløbsstrækning). Dermed kan: 1) vandløb klassificeres efter typen af interaktion (såkaldt GOI-type); 2) data fra forskellige feltstudier grupperes; 3) typiske parametre identificeres og værdisættes; og 4) interaktionen mellem grundvand og overfladevand for nye områder beskrives uden nye detailstudier (aktualitetsprincippet).



Figur 1. Konceptuel skitse over (1) ådalsmorfolo-giske forhold, (2) ådalhydrologiske forhold med angivelse af anvendt nomenklatur, samt (3) menneskeskabte indgreb i det hydrologiske kredsløb. (Fra /1/)

Typologien er opstillet ud fra en grundlæggende tanke om på rationel vis at udnytte den eksisterende danske viden om geologiske, hydrogeologiske og geomorfologiske forhold. Kun den del af undergrunden, hvori det ferske vand strømmer, inddrages i de følgende betragtninger. Ved udarbejdelsen af typologien er anvendt en strategi, hvor den rumlige skala mindskes fra eet typologisk trin til det næste (hierarkisk opbygning). Nærværende typologi inddrager ikke interaktionen mellem grundvand, søer og kystzone.

Indledningsvis foretages opdeling på grundlag af det overordnede geologiske aflejningsmiljø. Dernæst klassificeres efter den regionale landskabstype, da de landskabsdannende processers karakter ofte medfører en karakteristisk geologisk lagfølge og en karakteristisk geomorfologi. I tredje niveau inddrages regionale hydrogeologiske forhold. Der klassificeres således på grundlag af ådalens tilgrænsende grundvandsmagasins evne til at lede vand til ådalsmagasinet (hydrauliske ledningsevne). I det næste niveau inddeles efter det tilgrænsende

grundvandsmagasins størrelse, da det er afgørende for stabiliteten af den regionale grundvandstilstrømning til ådalen. Derudover anvendes morfologiske kriterier for selve ådalen, da der ofte er en sammenhæng mellem morfologien og den geologiske opbygning af selve ådalsmagasinet. Udfra en kombination af disse oplysninger er det muligt at vurdere størrelsen og variationen af grundvandstilstrømningen til ådalsmagasinet samt vandkvaliteten af det tilstrømmende vand. I femte niveau fokuseres på lokale hydrogeologiske forhold i selve ådalsmagasinet, da fordelingen af høj-og lavpermeable lag er styrende for vandets strømningsvej gennem ådalsmagasinet til vandløbet og dermed også for opholdstiden / kontakttid med biogeokemisk aktive miljøer i ådalsmagasinet. Endelig tages der i den sidste underinddeling højde for, at menneskelige indgreb i det naturlige kredsløb kan ændre betydeligt på interaktionen mellem grundvand og overfladevand.

Det er tilstræbt at gøre typologien operationel, således at klassificeringen kan tage udgangspunkt i let tilgængelige og eksisterende geologiske, geomorfologiske og hydrogeologiske data. Endvidere er det tilstræbt, at typologien skal guide brugeren frem til det rigtige valg af GOI-type. Typologien er derfor underinddelt i en række typologiske interaktions enheder, der hver især er med til at karakterisere GOI for det pågældende vandløb (vandløbsstrækning). Datagrundlaget for klassificeringen af interaktions enhederne går fra landsdækkende over regional til lokal skala.

Grundvand-overfladevand Interaktions enheder (GOI)

GOI klassifikationen tager udgangspunkt i variationerne i de geologiske, geomorfologiske og hydrogeologiske forhold. Beskrivelsen af denne variation inddeles i følgende interaktions enheder: Geologisk miljø; landskabstype; ådalens tilgrænsende grundvandsmagasin; hovedtype; naturlig variant; og menneskeskabt variant (Tabel 1).

Tabel 1 Grundvand-Overfladevand Interaktions (GOI) enheder (fra /1/)

Niveau	Enhed	Kriterier	Eksempler på grunddata
I	Geologisk aflejringsmiljø	Overordnede geologiske processer, der dominerer overfladegeologien	Basisdatakort; Danmarks Jordarter
II	Landskabstype	Landskabsdannende processers karakter	Danmarks Jordarter; Per Smeds Landskabskort. Landskabsevaluering og kortbladsanalyse
III	Tilgrænsende grundvandsmagasin	Ådalens tilgrænsende grundvandsmagasins hydrauliske ledningsevne	Geologiske borer; Prøvepumpning; Typiske parametre
IV	Hovedtype	Ådalsmorfologi (relief, bredde og nedskæring)	Topografisk kurveplansanalyse (DEM; KMS kurveplaner); Feltverificering
		Ådalens tilgrænsende grundvandsmagasins størrelse	Medianminimumafstrømning; Hydrogeologisk konceptualisering. Prøvepumpning; Typiske parametre; Geologiske data
V	Naturlig variant	Ådalens fordeling af lav-, semi- og højpermeable aflejringer	Georader; Ådalsmorfologisk analyse (f.eks indirekte parametre); Feltverificering
VI	Menneskeskabt (e) variant(er)	Menneskeskabt påvirkning af ådalens strømningssystem	Regulering og fordybning; Drænkort; Feltverificering

Niveau I: Den helt overordnede klassificering af GOI-typer efter geologisk aflejringsmiljø starter i områder med glaciale og postglaciale aflejringer med grundvandsstrømning i porøse medier og i sprækker. Klassificeringen er endnu ikke udviklet for områder med fast klippe (grundfjeld) som underlag, dvs. sprækkedale på Bornholm.

Niveau II: Klassificering efter landskabstype bygger på, at de landskabsdannende processers karakter varierer geografisk indenfor de geologiske aflejringsmiljøer og indeholder information om karakteristiske geologiske lagfølger og en karakteristisk geomorfologi og dermed om den rumlige fordeling af vandførende og semipermeable lag.

Niveau III: Klassificering efter typen af tilgrænsende grundvandsmagasin under ådalen skyldes, at grundvandsmagasinet er styrende for tilstrømningen af grundvand til ådalen.

Niveau IV: Klassificering efter hovedtype inkluderer størrelsen af det tilgrænsende grundvandsmagasin samt ådalsmorfologi (relief, bredde og nedskæring). Morfologien anvendes da der ofte er en sammenhæng mellem ådalens morfologi og den geologiske opbygning af ådalsmagasinet. Ud fra kombinationen af ådalens morfologi og af det tilgrænsende grundvandsmagasins størrelse, kan størrelsen og variationen af grundvandstilstrømningen til ådalsmagasinet samt grundvandets kvalitet og alder vurderes.

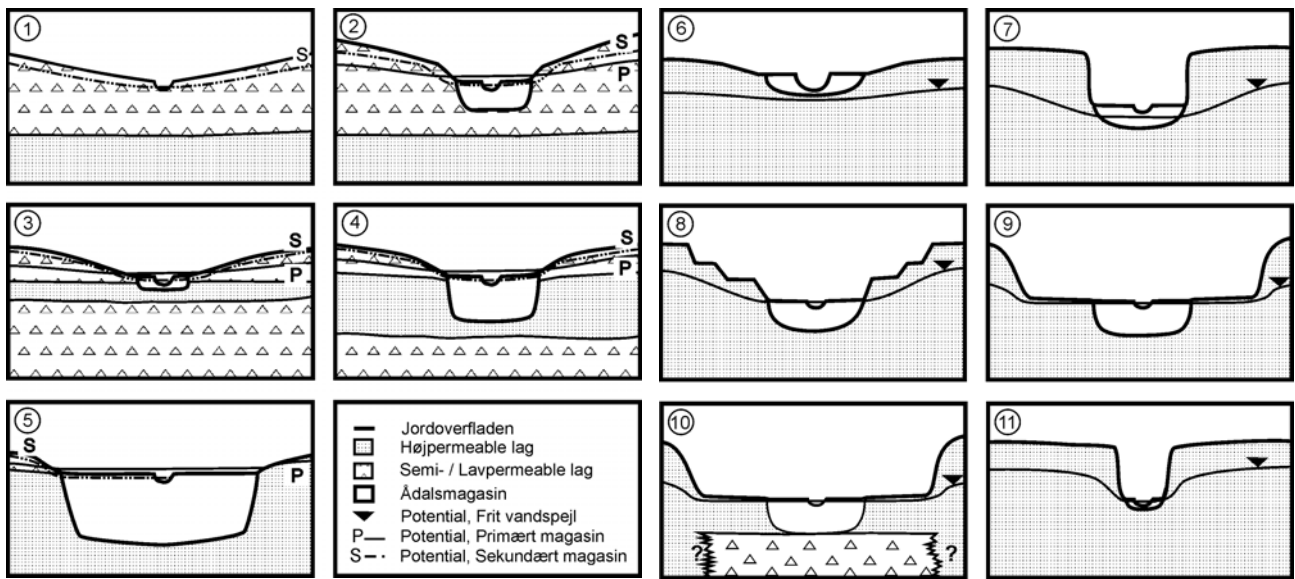
Niveau V: Klassificering efter naturlige varianter bygger på, at ådalens hydrogeologi, dvs. fordeling af lav-, semi- og højpermeable aflejringer, er styrende for strømningsvejen for grundvandstilstrømningen gennem ådalsmagasinet til vandløbet.

Niveau VI: Klassificering efter menneskeskabte varianter (antropogen påvirkning) skyldes, at de naturlige strømningsveje for grundvandet til vandløbet kan modificeres eller direkte ændres på grund af menneskets indgreb i naturen.

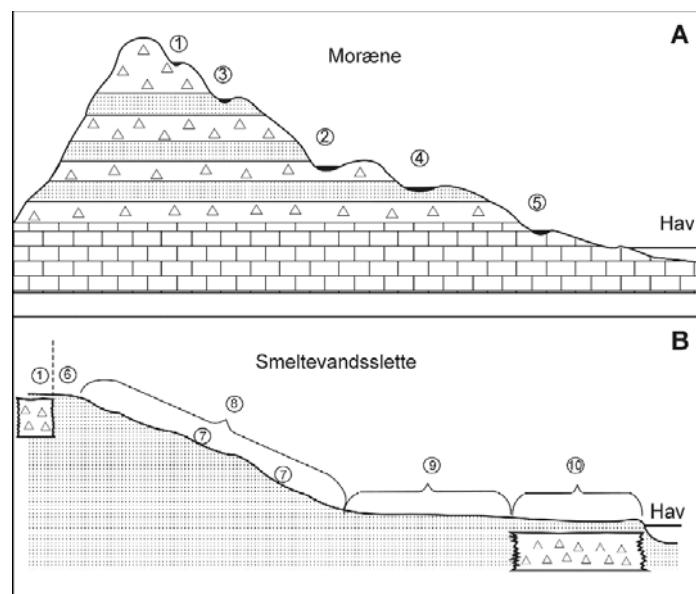
Klassificeringen efter den beskrevne metode betyder, at en GOI-type tilhører ét geologisk aflejringsmiljø, én landskabstype, én type tilgrænsende grundvandsmagasin og én hovedtype. Disse typologiske enheder er hierarkisk unikke. Derimod kan der eksistere flere varianter af både naturlig og menneskeskabt karakter indenfor samme GOI-type. For nærmere forklaring af de enkelte interaktionsenheder må henvises af pladshensyn til uddybende beskrivelse i /1/.

Hovedtyperne (Niveau IV)

I GOI klassifikationen er der hidtil opstillet 11 hovedtyper af danske ådale fordelt med 5 hovedtyper på morænelandskaber, 5 hovedtyper på smeltevandslandskaber (Figur 2), mens hovedtype 11 endvidere findes i hævdede marine aflejringer. Eksempler på stilistiske tværsnit gennem henholdsvis landskabstypen moræne (A) og smeltevandsslette (B) ses i Figur 3. For tværsnit A, landskabstype moræne, ses vekslende lag af moræne- og smeltevandsaflejringer af enten lokal eller regional udbredelse. Et regionalt kalkmagasin afgrænser de kvartære aflejringer nedadtil. Forholdet mellem tilstrømningen af overfladenært og dybt grundvand afhænger alt andet lige af den hydrauliske ledningsevne af de tilgrænsende aflejringer den horisontale udstrækning af disse. På tværsnit B, landskabstypen smeltevandsslette, ses tykke relativt homogene smeltevandsaflejringer, som stedvist kan være underlejret af moræne. Det sker f.eks., hvor en smeltevandsslette støder op til en israndlinie. En oversigtlig beskrivelse af de 11 hovedtyper er beskrevet i tabel 2.



Figur 2. Hovedtype 1-5: ådal i morænelandskab (Østdanmark). Hovedtype 6-10: ådal på smeltevandsslette (Danmark vest for hovedopholdslinien). Hovedtype 11 findes endvidere i hævede marine aflejringer (Fra /1/)



Figur 3. Styliserede længdesnit gennem landskabstyper. A. Morænelandskab. B. Smeltevandsslette. Talværdierne svarer til hovedtype numre i Figur 2. (Fra /1/).

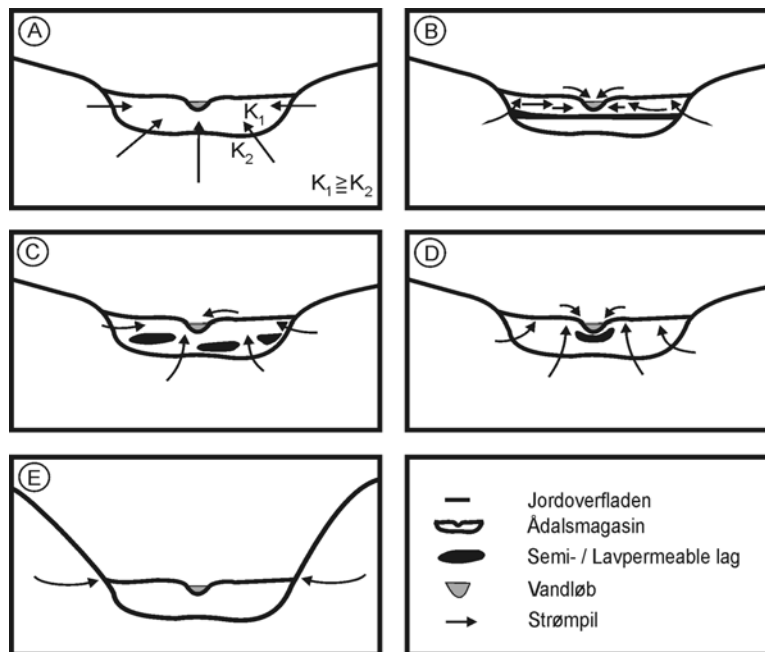
Tabel 2. Karakterisering og beskrivelse af ådale i hovedtyper. Hovedtype 1-5: morænelandskab. Hovedtype 6-10: Smeltevandsslette. Hovedtype 11 findes endvidere i hævdede marine aflejringer. (Fra /1/).

Karakteristika for hovedtyper		Beskrivelse af hovedtyper	
Ådalens topografi	Tilgrænsende grundvands-magasin	Ådalens hydrologi	Tilstrømmende vandkvalitet til ådalen
1 Lille nedskæring med ringe relief og smal dal	Lille semi- / lavpermeabelt magasin	Årstidsbestemt grundvandstilstrømning, der klinger af i løbet af sommeren. Nedbør og fordampning er væsentlige i vandbalancen. Tilstrømningen er primært overfladenær med en dårlig hydraulisk kontakt med tilgrænsende grundvandsmagasin.	Overfladenært, aerobt, næringsrigt grundvand.
2 Relativt dybt nedskåret bred dal med stort relief	Større semi- / lavpermeabelt magasin	Mere stabil grundvandstilstrømning med større relativ betydning af dyb grundvandstilstrømning. Dårlig hydraulisk kontakt med tilgrænsende grundvandsmagasin.	Dybere, Anaerobt grundvand, eventuelt flere kvaliteter.
3 Lidt nedskåret dal med lille relief.	Lille højermeabelt magasin	Årstidsbestemt grundvandstilstrømning, der klinger af i løbet af sommeren. Nedbør og fordampning kan være væsentlige i vandbalancen. God hydraulisk kontakt med tilgrænsende grundvandsmagasin.	Kan være både overfladenært aerobt, næringsrigt og dybere, anaerobt næringsfattigt grundvand.
4 Dybt nedskåret bred dal med meget stort relief.	Stort højermeabelt magasin	Stabil strømningsmønster i ådal. Meget stor og stabil grundvandstilstrømning fra tilgrænsende grundvandsmagasin.	Dybt, anaerobt, næringsfattigt grundvand.
5 Dybt nedskåret meget bred dal med lille relief.	Stort højermeabelt magasin	Relativt lille grundvandstilstrømning. God hydraulisk kontakt med tilgrænsende grundvandsmagasin. Oversvømmelser fra vandløb på grund af vandløbets ringe hældning.	Dybt, anaerobt, næringsfattigt grundvand. Aerobt, næringsrigt overfladevand.
6 Lille nedskæring med ringe relief og smal dal	Lille højermeabelt magasin	Årstidsbestemt grundvandstilstrømning, der klinger af i løbet af sommeren. God hydraulisk kontakt med tilgrænsende grundvandsmagasin. Nedbør og fordampning er af betydning i vandbalancen.	Overfladenært, aerobt, relativt næringsrigt grundvand.
7 Relativt dybt nedskåret dal med relativt stort relief.	Lille højermeabeltmagasin	Udtalt årstidsbestemt grundvandstilstrømning. Ådalen er de fleste år tørlagt om sommeren. God hydraulisk kontakt med tilgrænsende grundvandsmagasin. Nedbør og fordampning er af betydning i vandbalancen.	Overfladenært, aerobt, relativt næringsrigt grundvand.
8 Relativt dybt nedskåret bred dal med relativt stort relief.	Lille / større højermeabeltmagasin	Stabil strømningsmønster. God hydraulisk kontakt med tilgrænsende grundvandsmagasin. Meget stor og stabil grundvandstilstrømning.	Dybere, anaerobt, næringsfattigt grundvand. Eventuelt flere kvaliteter.
9 Dybt nedskåret bred dal med ringe relief.	Stort højermeabeltmagasin	Stabil strømningsmønster. God hydraulisk kontakt med tilgrænsende grundvandsmagasin. Relativt stor og stabil grundvandstilstrømning. Oversvømmelser fra vandløb på grund af vandløbets ringe hældning.	Dybt, anaerobt, næringsfattigt grundvand.
10 Dybt nedskåret bred dal med ringe relief.	Større semi- / lavpermeabelt magasin.	Stabil strømningsmønster. Relativt mindre (se Hovedtype 9) og stabil grundvandstilstrømning. Oversvømmelser fra vandløb på grund af vandløbets ringe hældning.	Dybt, anaerobt, næringsfattigt grundvand.
11 Lille nedskæring med relativt stort relief og smal dal.	Lille / større semi- til højermeabeltmagasin	Relativt stabil strømningsmønster. God hydraulisk kontakt med tilgrænsende grundvandsmagasin. Relativt stor og stabil grundvandstilstrømning.	Dybere, anaerobt, variabelt næringsindhold. Eventuelt flere kvaliteter, stedvist salint.

Variant (Niveau V & VI)

Varianterne udgør den lavest hierarkisk rangerende enhed og er inddelt efter naturlige og menneskeskabte varianter (antropogen påvirkning). Flere varianter kan forekomme indenfor samme hovedtype. Opdeling i naturlige varianter tager udgangspunkt i, at grundvandets strømningsvej mellem ådalsmagasinet og vandløbet er styret af tilstedeværelsen og beliggenheden af semi – eller lavpermeable lag i det ånære område. Strømningsvejen for grundvandet gennem ådalsmagasinet kan være diffus (matrix), præferentiel (makropore), eller overfladisk enten i veldefinerede løb eller over hele engfladen (Figur 4). Det er forskellen mellem vandstanden i vandløbet og trykniveauet i det tilstødende grundvandsmagasin som afgør om GOI vil være effluent (strømning fra ådalsmagasin til vandløb), influent (strømning fra vandløb til ådalsmagasin) eller ikke forekommer. Forudsat der er effluente forhold, hvilket er oftest forekommende i Danmark, vil strømningsvejen for afstrømningen til vandløbet være

styret af ådalsmagasinet rumlige fordeling af såvel lav-, semi- og høypermeable lag. Er eksempelvis ådalens aflejringer hydraulisk ledende, homogene og isotrope vil der være en diffus grundvandstrømning til hele ådalen (figur 4.A). Afstrømningen til vandløbet vil derfor dels foregå direkte gennem vandløbsbunden og dels gennem engen. Er grundvandets trykniveau højere end engens terrænkote kan en del af tilstrømningen til vandløbet eventuelt foregå på engens overflade (overfladeafstrømning). Er den hydrauliske kontakt gennem vandløbsbunden dårlig, vil den relative andel af tilstrømningen via engen (evt. på dens overflade) øges (figur 4.D). Udtalte topografiske knæk kan medføre lokale effluente forhold med tilhørende lokale strømningssystemer, for eksempel ved ådalens skræntfod (Figur 4.E). Opstrømning ved skræntfoden kan også være betinget af gennemgående lav- eller semipermeable lag. (figur 4.B). Præferentiel strømning (makropore strømning) er et relativt ubelyst fænomen i ådalssammenhæng. Dog kan det for eksempel optræde hvor lav- eller semipermeable tørveaflejringer i ådalsmagasinet gennembrydes af opsivende grundvand (figur 4.C).



Figur 4. Naturlige varianter A-E af ådalsmagasinet. A: Ingen lavpermeable lag; B: gennemgående lavpermeable lag; C: Gennembrudte lavpermeable lag; D: Semi- eller lavpermeable lag direkte under vandløbsbunden; E: Markante topografiske knæk

TYPISKE PARAMETERVÆRDIER I ÅDALE

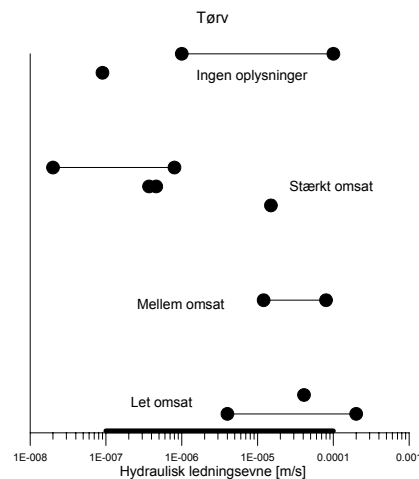
De grundlæggende parametre der forventes at styre det hydrokemiske kredsløb i interaktionen mellem grundvand og overfladevand kan opsummeres som følger:

- Hydraulisk ledningsevne / lækagekoefficient og porøsitet
- Opholdstid / kontakttid
- Stofspecifikke parametre (omsætning / nedbrydning / sorption)

For hver enkel hovedtype og varianttype i ådalsklassifikationen forsøges det (hvis det er muligt) at bestemme et datasæt, bestående af de tre ovenstående parametergrupper. På baggrund af kendskabet til danske ådalsundersøgelser, som eksempler på to af de tre grundlæggende parametergrupper, gives her værdispredningen af hydraulisk ledningsevne i tørveaflejringer og for målte denitrifikationsrater i danske ådale.

Hydraulisk ledningsevne

For tørvelag er der fundet værdier for 11 danske lokaliteter, det vil sige 8 moseområder indenfor Susåens oplandet, ved Stevns Å, ved Gjern Å, samt Rabis Bæk. Ved alle lokaliteter er fundet, at den hydrauliske ledningsevne aftager jo mere omsat og kompakt tørven er. Figur 5 viser parameterspredningen for den hydrauliske ledningsevne i let til stærkt omsat tørv. De målte værdier ligger jævnt fordelt indenfor intervallet 10^{-8} - 10^{-4} m/s.



Figur 5. Den hydrauliske ledningsevne bestemt i tørvelag i danske ådale (målte værdier). Fra /1/

Stofomsætning

En del undersøgelser, både danske og udenlandske, viser at stort set al nitrat fjernes fra grundvandet ved passage gennem ådalsmagasinet, og det gælder hvad enten belastningen er stor eller lille. Ved at anvende den opstillede typologi for ådalsstrækninger, hvor der findes danske undersøgelsesresultater, kan den procentvise nitratfjernelse fra varianttype A-E opsummeres som vist i Tabel 3.

Tabel 3. Procentvis nitratfjernelse for varianttype A-E opsummeret fra 11 danske ådalslokaliteter (fra /1/).

Variant type	Nitratfjernelse i procent	Bemærkning
A	50 – 70	Betydelig variation
B	> 90	-
C	50 - 90	Stor variation; detaljeret kendskab til strømningsveje og jordprofil er vigtig
D	50 - 90	Anslået; ingen data
E	50 - 90	Data og tolkning taget fra varianttype C

SAMMENFATNING OG PERSPEKTIV

En ny typologi for Grundvand – Overfladevand Interaktion (GOI-type) i danske ådalstyper er hér præsenteret. Indenfor en given ådalstype er interaktionen mellem grundvand og overfladevand karakteriseret ved at foregå på een og samme måde. Typeområderne defineres med henblik på, at hydrauliske og stofomsætningsmæssige parameterværdier bestemt i typeområdet kan anvendes i områder med tilsvarende karakteristika. I typologien tages højde for om ådalene forekommer i upåvirket tilstand versus en tilstand med menneskeskabte forstyrrelser i form af for eksempel afvanding. På baggrund af et indgående kendskab til danske ådalsundersøgelser er eksempler på danske typelokaliteter blevet identificeret. Af disse fremgår det, at den nødvendige kvantificering af strømningsfordeling, opholdstider/kontaktstider og nedbrydningspotential for de enkelte hovedtyper kun delvis er mulig ud fra det hidtil tilgængelige materiale. Som følge heraf er der identificeret et behov for en yderligere testning, validering og operationalisering af typologien. Ved et muligt senere projekt i 2003 foreslås en lignende oversigt udført for en række kendte danske grundvand-overfladevandslokaliteter så værdispredningen på enkeltparametre kan opgøres på hovedtype niveau.

REFERENCER

- /1/ Nilsson, B., Refsgaard, J.C., Dahl, M., Kronvang, B., Andersen, H.E., Hoffmann, C.C., Christensen, S., Langhoff, J.H., Rasmussen, K.R. (2002/3). Grundvand-Overfladevand Interaktion (GOI). Metode til klassificering af ådale i typeområder. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen (endnu ikke offentliggjort).
- /2/ Refsgaard, J.C., Henriksen, H.J., Nilsson, B., Rasmussen, P., Kronvang, B., Skriver, J., Jensen, J.P., Dalsgaard, T., Søndergaard, M., Hoffmann, C.C. (2002). Vidensstatus for sammenhængen mellem tilstanden i grundvand og overfladevand. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen. Nr. 21.
- /3/ Refsgaard, J.C., Skriver, J., Kronvang, B., Jensen, J.P., Rasmussen, P. (2002). Vandrammedirektivet – grundvand/overfladevand. Vand & Jord, Nr. 2., 45-50.
- /4/ Miljøstyrelsen (1987). Marginaljorder og miljøinteresser – Ådale og ferske enge. Samlerapport Nr. 5.
- /5/ Calver, A. (2001). Riverbed permeabilities: Information from pooled data. Ground Water 39(4), 546-553.

