



Bangsgaard &
Paludan ApS

Teknisk notat

Økosystem funktion (Action D4), Projektets bidrag til indstrømning af vand til grundvandsressourcerne, i RigKilde-LIFE (LIFE14 NAT/DK/000606), Thisted Kommune

Baseline og effekt – opfølgning

November 2022





Teknisk notat

Økosystem funktion (Action D4), Projektets bidrag til indstrømning af vand til grundvandsressourcerne, i RigKilde-LIFE (LIFE14 NAT/DK/000606), Thisted Kommune

Baseline og effekt – opfølgning

Rekvirent:

Thisted Kommune
Kirkevej 9
7760 Hurup
Att.: Tanja Binderup

Rådgiver:

Bangsgaard & Paludan ApS
Sanderumvej 16
5250 Odense SV

Tlf. 2971 7633
E-mail: nico@bangsgaardogpaludan.dk
www.bangsgaardogpaludan.dk



Bangsgaard &
Paludan ApS

Version: 2
Dato: 25. november 2022
Udarbejdet af: NP
Kvalitetssikring: CP



Indholdsfortegnelse

1	RESUME	4
2	ENGLISH ABSTRACT	4
3	FORMÅL OG BAGGRUND	5
4	INDLEDENDE BETRAGTNINGER	6
4.1	FORUDSÆTNINGER	7
5	RESULTAT	9
6	LITTERATUR	12

Bilag

Bilag 1: Oversigtskort over lokale projektområder

Ansvarsfraskrivelse

Indeværende rapport er udarbejdet som led i et LIFE projekt som støttes økonomisk af EU Kommissionen. De holdninger og den viden, der kommer til udtryk i rapporten, kan under ingen omstændigheder blive betragtet som EU Kommissionens officielle holdning og EU Kommissionen er ikke ansvarlig for den videre brug af oplysningerne i rapporten.



1 Resume

RigKilde-LIFE Nature projektet arbejder bl.a. med at forbedre de hydrologiske forhold i naturtyperne rigkær (7230), kildevæld (7220) og hvas avneknippemose (7210) i en række lokale delområder indenfor 8 overordnede projektområder. Som led i disse naturforbedringer skal projektet estimere vandbalancen før og efter realiseringen af de lokale projekter, og herved den tilgængelige vandmængde for opbygning af grundvandsressourcen. Estimering af vandbalancen er del af aktion D4 i LIFE projektet.

Det forventede vandvolumen tilgængeligt for grundvandsopbygning for det samlede projektområde er opgjort til ca. 4,1 mio. hl ved baseline.

Det resulterende forventede vandvolumen tilgængeligt for grundvandsopbygning efter projektets realisering, for det samlede projektområde, er opgjort til ca. 10,6 mio. hl, svarende til en forøgelse på ca. 6,4 mio. hl eller ca. 156 %.

2 English abstract

The RigKilde-LIFE Nature project works, among other things with improving the hydrological conditions in the nature types alkaline fens (7230), petrifying springs (7220) and fens with *Cladium mariscus* (7210) in a number of local sub-areas within 8 overall project areas. As part of these natural improvements, the project must estimate the water balance before and after the realization of the local projects, and thereby the amount of water available for building up the groundwater resource. Estimation of the water balance is part of action D4 in the LIFE project.

The expected volume of water available for groundwater build-up for the total project area is calculated to be approx. 4.1 million hl at baseline.

The resulting expected volume of water available for groundwater build-up after the project's realization, for the total project area, is calculated at approx. 10.6 million hl, corresponding to an increase of approx. 6.4 million hl or approx. 156%.



3 Formål og baggrund

I forbindelse med LIFE projektet Rigkilde LIFE (LIFE14 NAT/DK/000606) ønskes økosystem services (aktion D4) belyst i forhold til indstrømning af vand til grundvandsressourcerne. Thisted Kommune har derfor bedt Bangsgaard & Paludan ApS. om at opgøre "baseline" forholdene samt forholdene efter projektets gennemførelse.

Opgaven består i at estimere vandbalancen før og efter realiseringen af projektet, og herved den tilgængelige vandmængde for opbygning af grundvandsressourcen.

Det samlede projektareal som undersøges i indeværende analyse udgør ca. 245,27 ha. Projektet består af 8 overordnede projektområder, jf. Figur 1 og Tabel 1, der igen indeholder mindre delområder (jf. Bilag 1). Delområdernes beliggenhed er vist i bilag 1. Der skal bemærkes, at der som led i denne analyse, ikke er udført feltundersøgelser. Beregninger bygger derfor udelukkende på teoretiske og erfaringsmæssige værdier.



Figur 1: Oversigtskort, der viser placeringen af de enkelte delområder projektområder. Bemærk alle områder ikke er synlige.



Tabel 1: Oplysninger om arealer fordelt på tiltag og projektområde oplyst af de respektive parter.

Site code	Projektområde	Tiltag	Projektareal (ha)
DK00EY124	1. Vejlerne, Thisted Kommune	Sløjfning af dræn og afvandingsgrøfter	73,17
DK00EX132	2. Hvidbjerg Å, Thisted Kommune	Sløjfning af dræn og afvandingsgrøfter	34,98
DK00EY133	3. Agger, Thisted og Struer Kommune	Sløjfning af dræn og afvandingsgrøfter og ombygning af udløbsbygværk	54,96
DK00FX317	4. Underlien, Jammerbugt Kommune	Omlægning af vandløb, sløjfning af dræn og afvandingsgrøfter	36,14
DK008X201	5. Sydlangeland, Naturstyrelsen	Ombygning af udpumpningsanlæg	31,27
DK006Y275	6. Suså, Faxe Kommune	Omlægning af afvandingsgrøfter	10,53
DK002X213	7. Vasby Sengeløse, Høje Taastrup Kommune	Forbedret afvanding i grøfter	4,22
DK002X212	8. Øvre Mølleådal, Furesø Kommune	Ingen tiltag der understøtter indeværende økosystem funktion	-
Total			245,27

4 Indledende betragtninger

Grundvand defineres i EU's vandrammedirektiv som værende alle former for vand under jordoverfladen i mættede zoner og i direkte kontakt med jordoverfladen eller undergrunden.

For et område kan vandbalanceligningen som udgangspunkt benyttes til at beskrive vandets kredsløb:

$$N = E + A_o + A_u + Q + \Delta R$$

hvor: N er nedbøren i området, E er den aktuelle fordampning, A_o er overfladeafstrømningen til vandløb (som består af et bidrag fra overfladen (A_{oo}) og et bidrag fra indtrængende grundvand (A_{og})), A_u er den underjordiske afstrømning (grundvandsmængden der forlader området), Q er mængden af grundvand der pumpes op og ΔR er ændringen i områdets vandindhold inden for det betragtede tidsrum (Karlby og Sørensen, 2002).

Dannelsen af grundvand sker ved infiltration. Mængden af vand, som er tilgængeligt for dette afhænger blandt andet af nedbørsmængden (nedbørsoverskuddet) og jordbundsforholdene. I sandede jorde er der generelt en stor andel af nedbøren, som siver ned/infiltrerer til grundvandet, mens infiltrationen er mindre på lerjord. Infiltrationen (I) kan udtrykkes som nedbøren (N) minus fordampningen (E) og minus den overfladiske afstrømning (A_{oo}):



$$I = N - E - A_{oo}$$

I vandbalanceligningen udgør infiltrationen (I) summen af den underjordiske afstrømning (A_u), oppumpning af grundvand (Q), ændringen i områdets vandindhold (ΔR) og bidraget til den overfladiske afstrømning via indtrængende grundvand (A_{og}):

$$I = A_u + Q + \Delta R + A_{og}$$

Bidraget til den overfladiske afstrømning via indtrængende grundvand (A_{og}) kan groft set udtrykkes ved vandløbets medianminimumsafstrømning.

For indeværende projekt er det således infiltrationen og herunder fordelingen i vandmængden, der ønskes belyst. Det er således en forudsætning, at der er sket implementering af tiltag i projektområderne, som påvirker afstrømningsmønsteret, for at der kan beregnes en ændring i den potentielle grundvandsdannelse.

Hvor projektet blokerer eller helt fjerner grøfter vil den overfladiske afstrømning i projektområdet (A_o) blive påvirket i væsentlig grad. Der vil fortsat ske en afstrømning fra projektområdet, men afstrømningsmønsteret vil være ændret ligesom afstrømningstiden vil blive påvirket. Ved at fjerne grøfter mv. påvirkes særligt den afstrømning, der sker på overfladen (A_{oo}), som reduceres betydeligt. Afhængig af terrænforhold mm. vil A_{oo} gå imod nul. Hele nedbørsoverskuddet vil herefter potentielt kunne infiltrere jordmatrixen, hvor infiltrationen vil bidrage til en øget grundvandsdannelse lokalt i området. Afstrømningen fra området vil herefter primært ske via den underjordiske afstrømning A_u , som øges tilsvarende. Den resulterende forventede øgede grundvandsdannelse vil således kunne udtrykkes ved forskellen mellem infiltrationsvolumenet før og efter projektrealiseringen fratrukket afstrømningen til vandløb via grundvandsindtrængning (A_{og}).

Den beregnede potentielle vandmængde til rådighed for grundvandsdannelse vil være i forhold til det øvre sekundære grundvandsmagasin. Af dette vil en mindre andel infiltrere til det dybereliggende primære grundvandsmagasin. Denne andel er ikke opgjort her.

4.1 Forudsætninger

Beregningen af den forventede grundvandsdannelse før (baseline) og efter projektrealiseringen udføres teoretisk med udgangspunkt i de samme koefficienter for afstrømning, nedbør og fordampning. I beregningen indarbejdes de ændringer, der sker i afstrømningsforholdene/-mønsteret som følge af projekttiltagene, eksempelvis lukning af grøfter. De fremtidige forhold



sammenstilles herefter med baseline og den forventelige effekt af projekttiltagene på grundvandsdannelsen kan derved vises for så vidt angår det øvre sekundære grundvandsmagasin. I beregningerne indgår der ikke tilstandsændringer, som sker som følge af klimaændringer og fremskrivninger af samme.

I de udførte beregninger er der anvendt følgende forudsætninger og datagrundlag:

- Der sker ikke nogen grundvandsindvinding fra projektområderne, hverken før eller efter projektrealiseringen, hvorved $Q=0$.
- For projekter, hvor der sker en hævnning af det generelle grundvandsspejl vil der umiddelbart efter etableringen ske en ændring i områdets vandindhold (ΔR). Der vil her ske en vandopbygning indtil jorden er mættet, hvorefter området igen vil komme i en ny ligevægt, hvorfor $\Delta R=0$, når der ses over en længere årrække. Denne vandopbygning kan estimeres, hvis grundvandsstanden før og efter etableringen er kendt, samt jordbundens tekstur (tilgængelig porevolumen). Beregningen af ΔR indgår ikke i indeværende beregning.
- Afstrømningen i/til vandløb er beskrevet på baggrund af vandløbsdata fra en lokal vandløbsstation.
 - I Thy anvendes:
 - Tømmerby Å, Langvad bro (st. nr. 9000022) med en middelfafstrømning på 12,3 l/s/km² og en median minimumsafstrømning på 2,4 l/s/km².
 - Hvidbjerg Å, Hvidbjerg Møllegård (st. nr. 11000011) med en middelfafstrømning på 11,7 l/s/km² og en median minimumsafstrømning på 3,4 l/s/km².
 - For Sydlangeland anvendes:
 - Marrebæksrende, Lille Købelev (st. nr. 620015) med en middelfafstrømning på 5,1 l/s/km² og en median minimumsafstrømning på 0,0 l/s/km².
 - For Sjælland anvendes hhv.:
 - Hove Å, Hove Mølle (st. nr. 520064) med en middelfafstrømning på 4,1 l/s/km² og en median minimumsafstrømning på 0,3 l/s/km².
 - Suså, Tvedebro (st. nr. 570057) med en middelfafstrømning på 7,3 l/s/km² og en median minimumsafstrømning på 0,6 l/s/km².
- Det arealspecifikke gennemsnitlige nedbørsoverskud beregnes på grundlag af middelnedbøren (DMI's klimagrid (2000-2010)), nedbørkorrektionsfaktoren (DMI's klimagrid) og opgørelse af den aktuelle fordampning (DMU 2002). Den årlige aktuelle fordampning er angivet til



hhv. ca. 435 mm i Jylland og 441 på øerne (efter Teknisk anvisning nr. 19, 2003 fra DMU). Der anvendes en nedbørskorrektionsfaktor for moderat læ (21 %), der tager højde for bl.a. fordampning og vindpåvirkning i og omkring nedbørmåleren (DMI Tekniskrapport nr. 98-10).

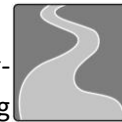
- Projekttiltagene påvirker alene vandbalancen for nedbør som lander på projektarealet, herunder forudsættes det at;
 - der ikke implementeres projekttiltag, som påvirker grundvandstrømning i områderne, hvorved gennemstrømningen i grundvandsmagasinerne kan udtrykkes ved, at mængden af grundvand, som forlader området, er summen af det der strømmer ind plus tilvæksten igennem området, som er udtrykt ved infiltrationen, $A_u(ud) = A_u(ind) + A_u(tilvækst)$.
 - der ikke implementeres projekttiltag, som påvirker vandgennemstrømningen i vandløbene, hvorved gennemstrømningen i vandløbene kan udtrykkes ved, at mængden af vand i vandløbet, som forlader området, er summen af det der strømmer ind fra oplandet plus tilvæksten igennem området, som er udtrykt ved overfladeafstrømningen, $A_o(ud) = A_o(ind) + A_o(tilvækst)$.

5 Resultat

Det forventede vandvolumen tilgængeligt for grundvandsopbygning for det samlede projektområde er opgjort til ca. 4,1 mio. hl ved baseline, jf. Tabel 2. Det faktisk tilgængelige vandvolumen må forventes at være mindre i områder med omfattende dræning/grøftning og modsvarende større i områder uden grønning (afløbsløse lavninger). Afhængig af dræningsomfanget kan blokeringen af dræn og grøfter forventes at øge det tilgængelige vandvolumen til grundvandsdannelse med op til ca. 100-400 mm/år (Gundersen, P. og Mastrup-Birk, A., 2003).

Det resulterende forventede vandvolumen tilgængeligt for grundvandsopbygning efter projektets realisering, for det samlede projektområde, er opgjort til ca. 10,6 mio. hl, svarende til en forøgelse på ca. 6,4 mio. hl eller ca. 156 %, jf. Tabel 2 samt udspecificeret på delområder i Tabel 3. Den beregnede effekt, ud fra ovenstående forudsætninger, svarer til en forøgelse i grundvanddannelse på gennemsnitligt 288 mm på de arealer, hvor dræningen er ophørt.

Det beregnede resultat må forventes at kunne overestimere den faktiske grundvandsopbygning på nogle delarealer, mens der på andre kan ske en underestimering. Dette skal ses i forhold til, at det forventes, at når den underjordiske afstrømning (A_u) øges vil den underjordiske afstrømningen til vandløb via grundvandsindtrængning (A_{og}) kunne øges nedstrøms projektområdet, som følge af et øget grundvandspotentiale. Det er dog ikke



muligt uden dybdegående monitoring i felten at kortlægge de resulterende ændringer i afstrømningsvejene. Dette skal ligeledes ses i forhold til, at den underjordiske afstrømning vil følge lommer/områder med let permeable jordlag og derfor ikke vil være konstant i hele området/jordmatrixen. På tilsvarende vis vil der fortsat ske en mindre overfladisk afstrømning, som ikke er mulig at kortlægge nærmere, da denne vil være meget afhængig af de lokale forhold og herved kunne variere betydeligt. Det skal videre fremhæves, at der vil være en årstids og år til år variation, som vil påvirke resultatet. De beregnede værdier for den potentielle sekundære grundvandsdannelse skal derfor betragtes som bedste bud ud fra det tilgængelige datagrundlag.

Af resultatet ses en betydelig forøgelse i det forventede tilgængelige vandvolumen til grundvandsdannelse, som følge af de udførte projekttiltag. En forøget grundvandsdannelse indenfor projektområdet, som følge af de udførte projekttiltag, må derfor konkluderes at være indtruffet. Dette med undtagelse af projekterne i område 7. Vasby Sengeløse, hvor der er etableret tiltag, som forbedrer afledningen af overfladevand fra projektområderne, hvorfor disse fremgår med en negativ effekt.

Tabel 2: Forventelig tilgængelige vandvolumener til grundvandsopbygning før og efter realiseringen af projektet, samt resulterende ændring. "-" angiver, at der ikke forventes en ændring i grundvandsopbygningen. Projektarealet anført i tabellen angiver det forventede påvirkede areal, som summen af projekter udført.

Site code	Projektområde	Projektareal (ha)	Potentiel grundvandsopbygning		
			Baseline (hl)	Efter realisering (hl)	Effekt (hl)
DK00EY124	1. Vejlerne	73,17	1.362.179	3.646.593	2.284.414
DK00EX132	2. Hvidbjerg Å	34,98	606.229	1.521.826	915.597
DK00EY133	3. Agger	54,96	1.110.806	2.549.377	1.438.571
DK00FX317	4. Underlien	36,14	397.602	1.525.916	1.128.314
DK008X201	5. Sydlangeland	31,27	339.081	842.007	502.927
DK006Y275	6. Suså	10,53	155.799	378.289	222.490
DK002X213	7. Vasby Sengeløse	4,22	146.404	97.151	-49.253
DK002X212	8. Øvre Mølleådal	-	-	-	-
Total		245,27	4.118.099	10.561.159	6.443.060



Tabel 3: Udspecificeret på delområder. Forventelig tilgængelige vandvolumener til grundvandsopbygning før og efter realiseringen af projektet, samt resulterende ændring. "-" angiver, at der ikke forventes en ændring i grundvandsopbygningen.

Site code	Projektområde	Delområde	Projektareal (ha)	Potentiel grundvandsopbygning		
				Baseline (hl)	Efter realisering (hl)	Effekt (hl)
DK00EY124	1. Vejlerne	Selbjerg 2	0,07	1.075	3.260	2.185
DK00EY124	1. Vejlerne	Selbjerg 2	2,04	31.330	95.020	63.690
DK00EY124	1. Vejlerne	Selbjerg 2	0,27	4.147	12.576	8.430
DK00EY124	1. Vejlerne	Selbjerg 2	0,19	2.918	8.850	5.932
DK00EY124	1. Vejlerne	Selbjerg 2	0,18	2.764	8.384	5.620
DK00EY124	1. Vejlerne	Vesløs Vejle	3,03	57.533	152.131	94.599
DK00EY124	1. Vejlerne	Arup Vejle 2	28,21	535.644	1.416.378	880.734
DK00EY124	1. Vejlerne	Arup Vejle 2	12,96	246.081	650.700	404.619
DK00EY124	1. Vejlerne	Langved	0,41	7.785	20.585	12.800
DK00EY124	1. Vejlerne	Glombak	0,79	12.133	36.797	24.664
DK00EY124	1. Vejlerne	Glombak	1,87	28.719	87.102	58.383
DK00EY124	1. Vejlerne	Glombak	1,07	16.433	49.839	33.406
DK00EY124	1. Vejlerne	Vesløse Vejle	9,4	178.485	471.959	293.474
DK00EY124	1. Vejlerne	Vesløse Vejle	0,6	11.393	30.125	18.732
DK00EY124	1. Vejlerne	Vesløse Vejle	5,14	97.597	258.071	160.474
DK00EY124	1. Vejlerne	Arup Vejle 3	1,36	25.823	68.283	42.460
DK00EY124	1. Vejlerne	Selbjerg 3	0,34	5.222	15.837	10.615
DK00EY124	1. Vejlerne	Selbjerg 3	0,66	10.136	30.742	20.606
DK00EY124	1. Vejlerne	Tømmerby N	4,58	86.964	229.954	142.991
DK00EX132	2. Hvidbjerg Å	Ove Sø	2,55	44.296	111.042	66.746
DK00EX132	2. Hvidbjerg Å	Ove Sø	0,73	12.681	31.788	19.108
DK00EX132	2. Hvidbjerg Å	Sønderhå	4,09	71.047	178.102	107.055
DK00EX132	2. Hvidbjerg Å	Ørum	3,87	65.820	167.117	101.297
DK00EX132	2. Hvidbjerg Å	Nord For Tegå	12,43	215.920	541.274	325.354
DK00EX132	2. Hvidbjerg Å	Nørhå Søndereng	11,31	196.465	492.503	296.038
DK00EY133	3. Agger	Brokær	17,38	360.789	815.709	454.919
DK00EY133	3. Agger	Draget	2,04	42.348	95.745	53.397
DK00EY133	3. Agger	Hellerød Kær	35,54	707.668	1.637.923	930.255
DK00FX317	4. Underlien	-	16,58	182.409	700.047	517.638
DK00FX317	4. Underlien	-	12,74	140.162	537.913	397.751
DK00FX317	4. Underlien	-	6,82	75.032	287.956	212.925
DK008X201	5. Sydlangeland	-	31,27	339.081	842.007	502.927
DK006Y275	6. Suså	Gammellung	2,44	36.102	87.657	51.555
DK006Y275	6. Suså	Gammellung	8,09	119.697	290.632	170.935
DK002X213	7. Vasby Sengeløse	Enghavegårdsvej 21-2	1,95	67.651	44.283	-23.368
DK002X213	7. Vasby Sengeløse	Kirkestien 8-12	2,16	74.937	49.052	-25.885
DK002X213	7. Vasby Sengeløse	Hove Å ved Langengen	0,11	3.816	3.816	-
Total			245,27	4.118.099	10.561.159	6.443.060



6 Litteratur

Allerup, P., Madsen, H., Vejen, F., (1998): Standardværdier (1961-90) af nedbørkorrektioner, Danish Meteorological institute, Technical Report 98-10

Gundersen, P. og Mastrup-Birk, A., Skove ændrer vandkredsløbet, Vand & Jord, 10. årgang nr. 4, december 2003

Hoffmann, C.C., Nygaard, B., Jensen, J.P., Kronvang, B., Madsen, J., Madsen, A.B., Larsen, S.E., Pedersen, M.L., Jels, T., Baattrup-Pedersen, A., Riis, T., Blicher-Mathiesen, G., Iversen, T.M., Svendsen, L.M., Skriver, J. & Laubel, A.R. (2003): Overvågning af effekten af retablerede vådområder. 3. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 112 s. – Teknisk anvisning fra DMU nr. 19.

Karlby H. og Sørensen I., (2002): Vandforsyning, 2. udgave, Nyt Teknisk Forlag

Oversen, N.B., Iversen, H.L., Larsen, S.E., Müller-Wohlfeil, D.-I. & Svendesen, L.M., Blicher, A.S. og Jensen, Per M. (2000): Afstrømningsforhold i danske vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser. 238 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 340

Ringgaard, R., Herbst, M. og Friborg, T., Nye målinger af overfladespecifik fordampning, Vand & Jord, 19. årgang nr. 4, december 2012

Wang, P.R., (2013): Klimagrid Danmark – Referenceværdier 2001-2010, Danmarks Meteorologiske Institut, Teknisk Rapport 13-09