



INDUSTRIPARKEN HAVERSLEV KONSTRUERET VÅDOMRÅDE

APRIL 2024

Projektnavn	Erhvervsudviklingsområde Haverslev
Kunde	Rebild Kommune
Projektleder	john.vendelbo@wsp.com
Projektnummer	22003398
Til	Daniel Simmelsgaard-Kristensen
Udarbejdet af	John Vendelbo/Rikke Birkemose
Kvalitetssikret af	Henrik Olesen
Godkendt af	Morten Reher-Langberg
Version	02
Versionsdato	11-04-2024
Første udgivelsesdato	11-04-2024

INDHOLD

1	INDLEDNING	4
1.1	Projektområde	4
2	EKSISTERENDE VIDEN.....	5
2.1	Jordbund og terrænnært grundvand	5
2.2	Hydrogeologi og drikkevandsinteresser	7
2.3	Recipient	8
2.4	Opsummering af eksisterende forhold	9
3	KONSTRUERET VÅDOMRÅDE	11
3.1	Generel udformning af vådområder	11
3.2	Rensning af overfladevand	12
3.2.1	Funktion af forbassin	12
3.3	Vedligeholdelse af konstruerede vådområder ...	12
4	DIMENSIONERINGSFORUDSÆTNINGER OG ANTAGELSER	14
4.1	Oplandsareal.....	15
4.2	Sikkerhedsfaktorer	15
4.3	Placering af vådområde.....	15
4.4	Krav til rensning, forsinkelse og afløbstal.....	16
4.5	Dimensionering af bassinvolumen ift. udledning	16
5	KONSTRUERET VÅDOMRÅDE VED INDUSTRI-PARKEN	18
5.1	Udformning og arealbehov.....	18
6	SAMLET VURDERING	20
7	VIDERE ARBEJDE	23
8	REFERENCER	24

1 INDLEDNING

I forbindelse med udvikling af erhvervsområdet beliggende ved Industriparken, Haverslev er der foretaget undersøgelser af mulighederne for håndtering af regnvand fra arealet. Jordbunds- og grundvandsforholdene vanskeliggør en traditionel bassinløsning, og mulighederne for at tilbageholde vandet gennem et konstrueret vådområde undersøges derfor nærmere i nærværende notat.

Der er i 2021 udført en indledende geoteknisk undersøgelse i erhvervsudviklingsområdet, herunder udarbejdet et notat for Rebild Kommune /1/, der også redegør for de eksisterende afløbs- og kloakeringsforhold samt den berørte recipient. I 2023 er der udført en supplerende geoteknisk undersøgelse på den vestlige del af arealet /2/.

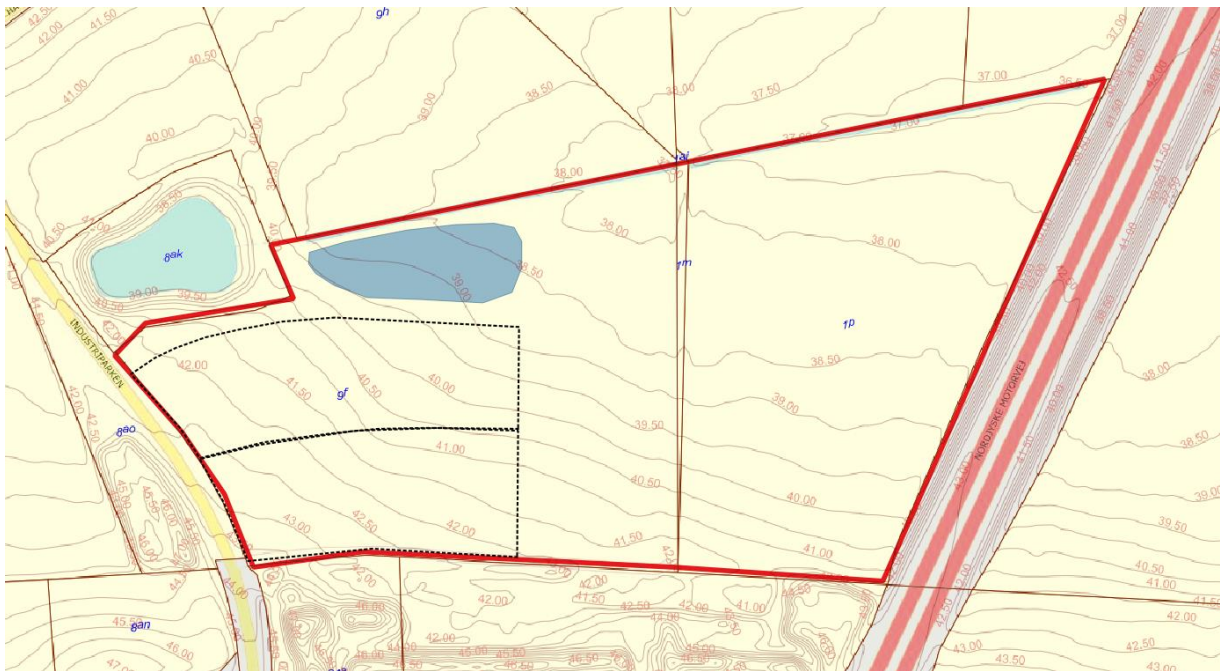
Dette notat opsummerer eksisterende viden, bindinger og forhold i området. Herunder beskrives de overordnede rammer for et konstrueret vådområde samt hvilke problemstillinger, der skal håndteres i forbindelse med løsningen.

1.1 PROJEKTOMRÅDE

Det udlagte erhvervsudviklingsområde er ejet af Rebild Kommune og ligger mellem Industriparken og motorvej E45, se figur 1. Terrænet falder ca. 7 m i nordøstlig retning fra knap kote 44 m i områdets sydvestlige hjørne ved Industriparken til kote 37 i det nordøstlige hjørne ved motorvejen. Områdets nordlige grænse udgøres af et §3 beskyttet vandløb/grøft, der leder vand fra et eksisterende bassin i østlig retning, og via rørlagt strækning langs med og under motorvejen videre til Tolvad Bæk.

Pga. jordbundsforholdene og grundvandsspejlets terrænnære beliggenhed, er det som udgangspunkt vurderet, at kun den (syd-) vestlige del af området ud mod Industriparken er hensigtsmæssig at udstykke.

Den naturlige afvandringsretning er i retning mod nordøst. Ved udstykning af den sydvestlige del af området vil regnvandet naturligt afvande mod et areal som skitseret på figur 1. Det skal til figur 1 tilføjes, at der i beskrivelsen af et konstrueret vådområde er overvejet arealbehov mv. ved udbygning længere mod øst end angivet ved stormatriklerne med sort stiplede streg.



Figur 1. Det samlede areal udlagt til erhvervsudvikling (rød afgrænsning), forslag til disponering af arealet med stormatrikler (sort stiplede afgrænsning) og skitsering af areal til opmagasinering af regnvand (mørk blå). Eksisterende regnvandsbassin, der modtager vand fra erhvervsområderne syd for, ses med lys blå farve.

2 EKSISTERENDE VIDEN

2.1 JORDBUND OG TERRÆNNÆRT GRUNDVAND

Udførte geotekniske undersøgelser viser, at der under fyld- og muldlag hovedsageligt findes sand med et varierende indhold af organisk materiale. Som følge af indholdet af organisk materiale i de øvre sandlag, er dybden til bæredygtige lag fundet op til 2,20 meter under terræen.

Grundvandsstanden er pejlet i tre omgange i udførte geotekniske borerer med resultater som vist i tabel 1 og figur 2.

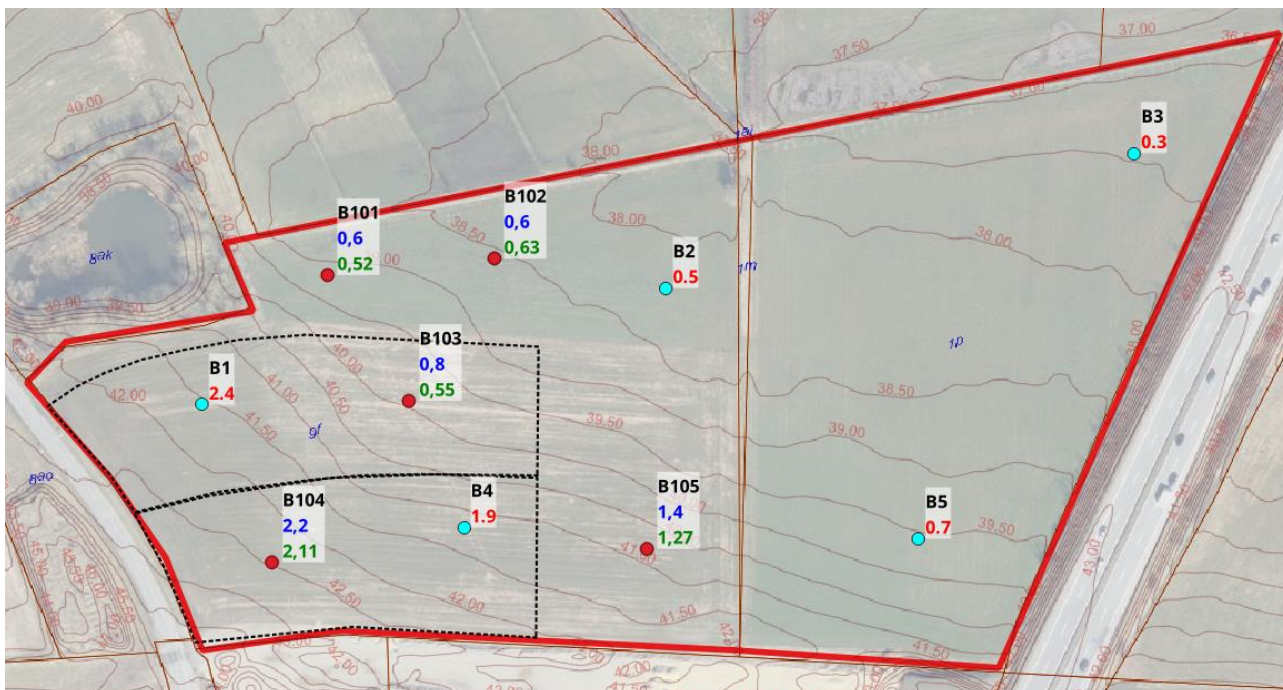
Tabel 1. Dybder og koter for det terrænnære grundvandsspejl pejlet i borerer

Boring	GVS dybde (m u.t.)	GVS kote (m DVR90)	GVS dybde (m u.t.)	GVS kote (m DVR90)	GVS dybde (m u.t.)	GVS kote (m DVR90)
	November 2021		April 2023		December 2023	
B1	2,4	39,1	-	-	-	-
B2	0,5	37,6	-	-	-	-
B3	0,3	37,1	-	-	-	-
B4	1,9	39,3	-	-	-	-
B5	0,7	38,8	-	-	-	-
B101	-	-	0,6	38,5	0,52	38,6
B102	-	-	0,6	37,9	0,63	37,9
B103	-	-	0,8	39,1	0,55	39,4
B104	-	-	2,2	40,2	2,11	40,3
B105	-	-	1,4	39,3	1,27	39,4

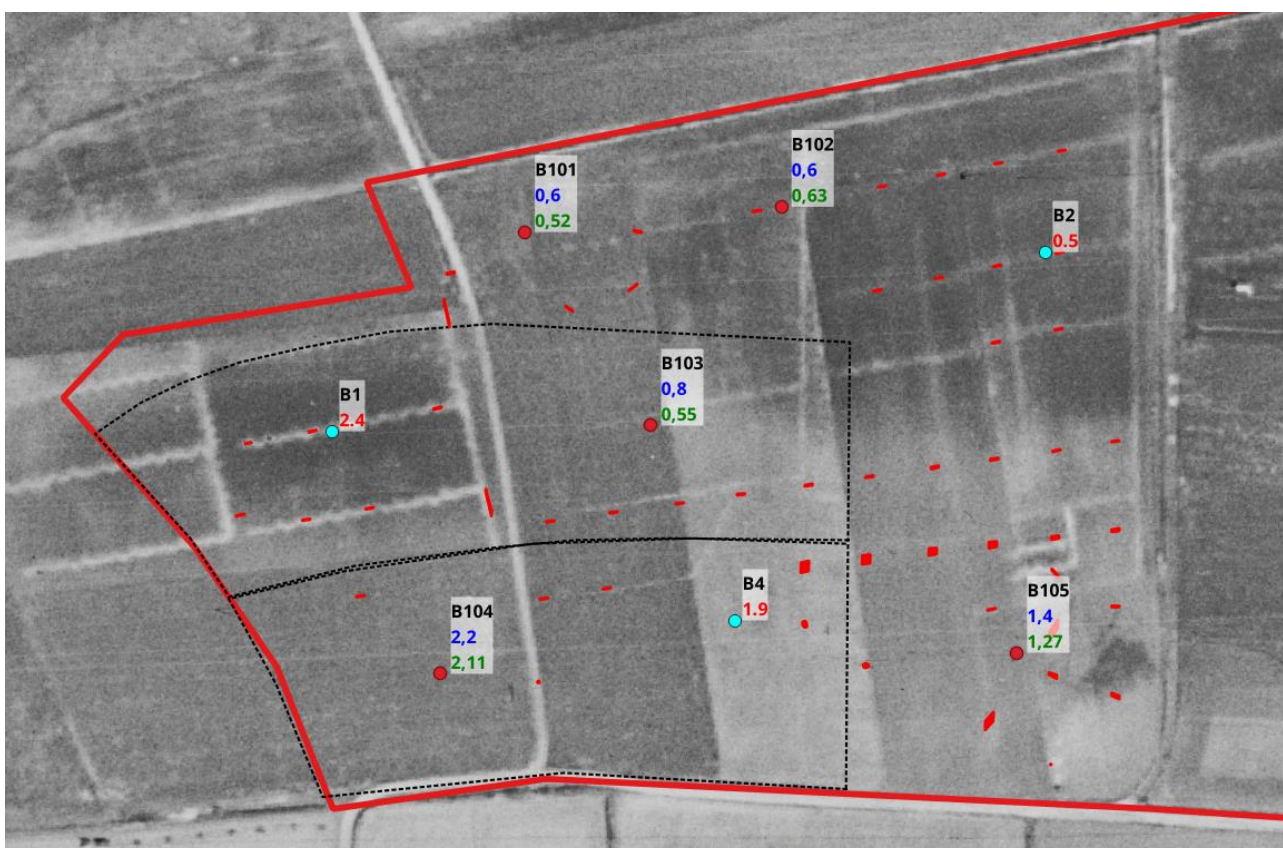
Det vides, at store dele af arealet oprindeligt var et engområde, der efterfølgende er drænet og anvendt til landbrugsdrift. Der er ikke fundet egentligt kortmateriale over drænledninger, men ved arkæologiske søgerer udført juni 2023 blev der registreret en del drænrør som angivet på figur 3.

Det kan ved sammenligning med historiske luftfotos udledes, at der fortsat findes et dræningsnet i den vestlige del af området. Den eksisterende dræningseffekt er ikke kendt, men som det fremgår af tabel 1, er der i perioden fra april 2023 til december 2023 observeret meget begrænset stigning i grundvandsspejlet (10 - 25 cm).

Sammenholdt med registrerede nedbørsmængder i Rebild Kommune i 2023, der var meget nedbørstig (knap 950 mm), er det målte grundvandsspejl i området ikke særlig påvirket af de naturlige sæsonmæssige variationer. Det er derfor sandsynligt, at det målte vandspejl i borerer, ikke afspejler det naturlige grundvandsniveau, men i ukendt omfang er styret af dræn. Derudover vil grøften langs den nordlige grænse formentlig også være styrende for det terrænnære vandspejl.



Figur 2. Dybden til grundvandsspejl (meter under terræn) pejlet hhv. november 2021 (rød), april 2023 (blå) og december 2023 (grøn).

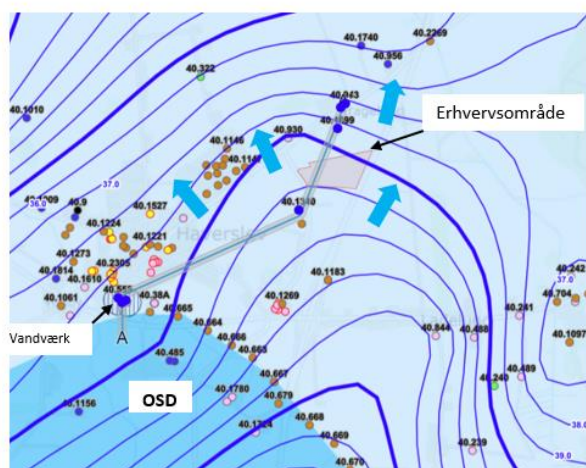
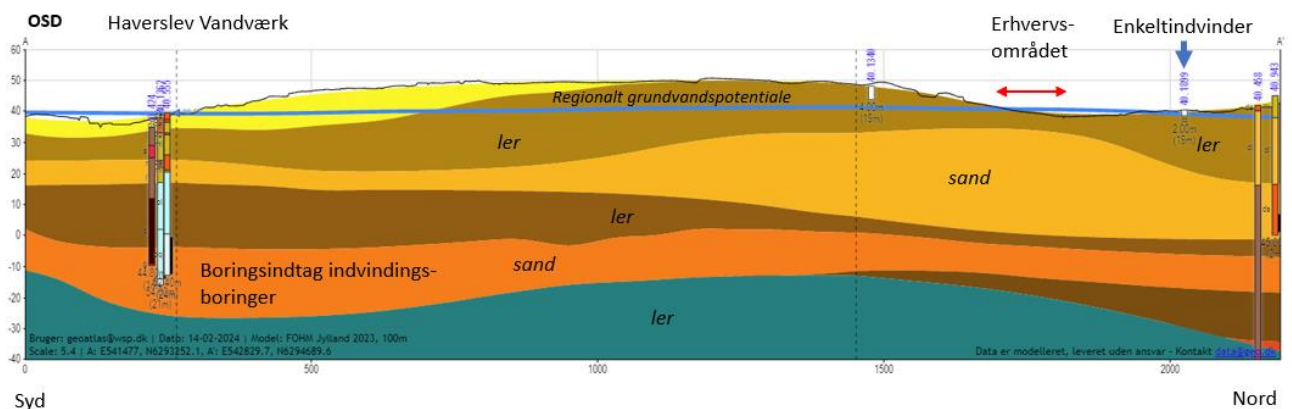


Figur 3. Registrerede dræn ifm. arkæologiske søgerender (røde linjestykker) sammenholdt med luftfoto fra 1954.

2.2 HYDROGEOLOGI OG DRIKKEVANDSINTERESSER

Området ligger udenfor område med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og uden for indvindingsopland til almen vandforsyning. Den nordlige grænse af nærmeste OSD ligger godt 1 km sydvest for området, ligesom Haverslev Vandværk indvinder fra to borer (DGU nr. 40.555 og DGU nr. 40.1362) beliggende tæt på OSD-grænsen. Der indvindes her i 40-50 meters dybde fra silt-/sandlag, se figur 4. Grundvandstrykket i det regionalt udbredte grundvandsmagasin ligger omkring kote +40 m DVR90 (tæt på terræn) og som det ses af den geologiske lagfølge på profilsnittet i figur 4, er det grundvandsmagasin der indvindes fra overlejret af lerdækker. Dermed er der spændte grundvandsforhold ved vandværket og en opadrettet grundvandsgradient. Grundvandstrykket falder generelt i nordlig retning og der er en overordnet grundvandsstrømning fra syd mod nord, som indikeret på figur 4 nederst. Indvindingsoplandet til Haverslev Vandværk breder sig således mod syd, dvs. ikke mod erhvervsområdet. Jf. den oprindelige statslige grundvandskortlægning /3/ er det vurderet, at det primære grundvandsmagasin i den nordlige del af OSD samt indvindingsoplandet ikke er følsomt overfor forurening fra overfladen (lille sårbarhed).

Umiddelbart nord for erhvervsområdet ligger en enkeltindvinder (DGU nr. 40.1899) som indvinder drikkevand til husholdning. Der er ikke indberettet nærmere oplysninger om denne boring til boringsdatabasen ved GEUS, men det må antages, at den indvinder meget overfladenært sammenlignet med Haverslev Vandværk. Den overfladenære indvinding hos enkeltindvinderen kan indebære at grundvandet her er meget følsomt overfor aktiviteter på overfladen i nærområdet omkring boring DGU nr. 40.1899.



Figur 4. Drikkevandsinteresser og overordnede hydrogeologiske forhold i relation til erhvervsudviklingsområdet. Kortet nederst viser OSD, vandværksboringer, potentialekort og en linje med profilets beliggenhed.

Der er jf. Vandområdeplanerne (2021-2027) ingen terrænnære grundvandsforekomster ved den lokalitet, der svarer til erhvervsområdet. De regionale grundvandsforekomster på stedet har ringe kemisk tilstand mht. pesticider, mens den dybe forekomst har god kemisk tilstand.

Som det fremgår af tabel 2, er der til laget ks3 i DK-modellen (DKmodel 2019), svarende til den regionale grundvandsforekomst, en grundvandsdannelse på mellem 300 og 400 mm/år. Det kan ud fra DK-modellen således ikke afvises, at der sker grundvandsdannelse/infiltration til/gennem de øvre lag, herunder den regionale grundvandsforekomst, hvis tilstand ikke må forringes i forbindelse med etablering af et vådområde.

Tabel 2. Grundvandsforekomster med kemisk og kvantitativ tilstand samt tilhørende lag i DK-modellen.

GRUNDEVANDSFOREKOMST VP3				LAG DK-MODEL	
Type	Navn	Tilstand kemisk	Tilstand kvantitativ	Navn	Grundvandsdannelse [mm/år]
Terrænnær	ingen	-	-	ks1	300 - 400
				ks2	300 - 400
Regional	dkmj_1004_ks	Ringe	God	ks3	300 - 400
	dkmj_1096_ks	Ringe	God	ks4	< 0 opadrettet
Dyb	dkmj_14_ks	God	God	ks5	0 - 100
				ks6	0 - 100

2.3 RECIPIENT

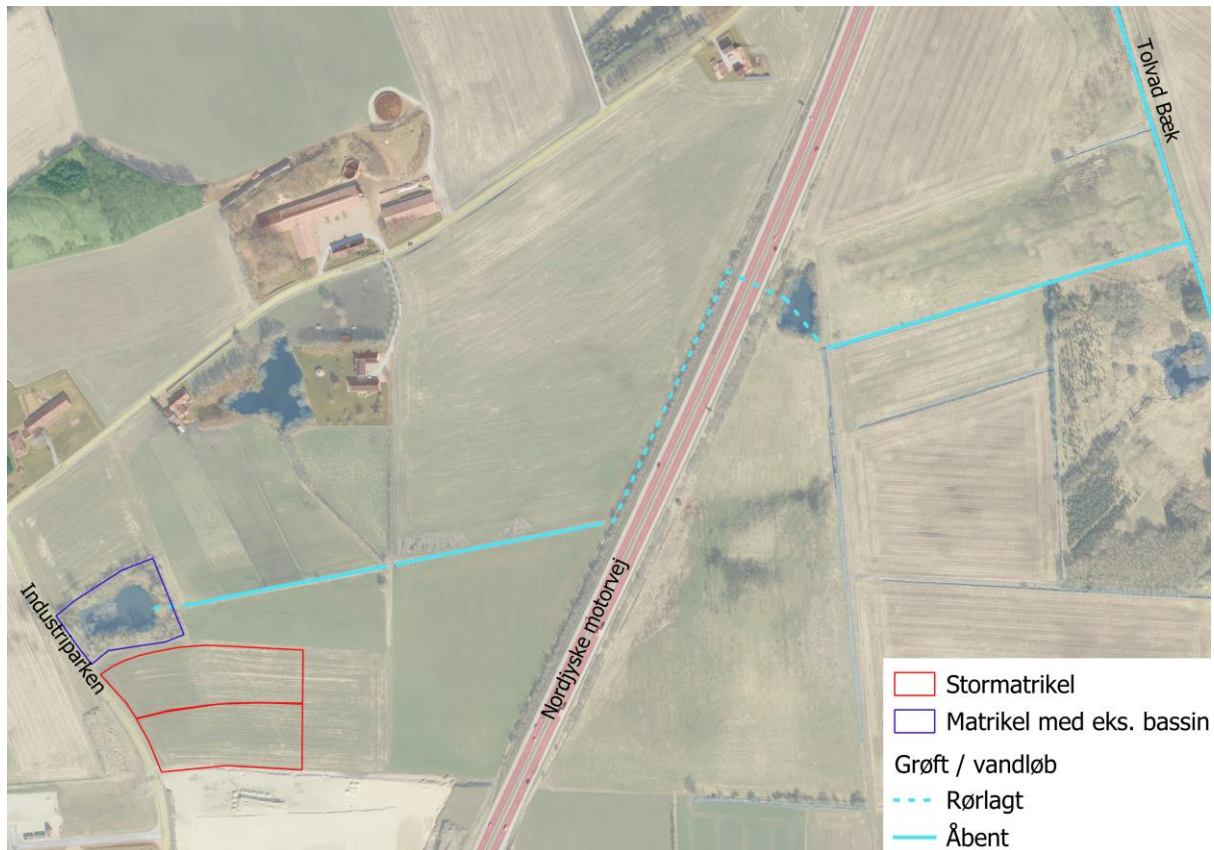
Recipienten starter som en grøft placeret i skel nord for matriklerne. Denne grøft er blevet omlagt til et rørlagt vandløb i forbindelse med motorvejen. Den rørlagte strækning forløber parallelt med motorvejen på vestsiden ca. 250 m inden røret ledes under motorvejen. Herfra ender det via en grøft i Tolvad Bæk. Røret under motorvejen er oplyst til Ø300 mm.

Det er fra Rebild Kommune oplyst, at rørføringen øst for motorvejen, som vist på figur 5, ikke er retvisende, da rørlægningen fører syd om motorvejsbassinets og ud i en åben grøft ved motorvejsbassinets sydøstlige hjørne.

Grøften nord for erhvervsudviklingsområdet modtager i dag overfladevand fra et eksisterende forsyningsbassin som håndterer overfladevand fra en del af Haverslev, der ligger syd for området. Derudover sker der en tilstrømning til grøften fra det topografiske vandløbsopland som hovedsageligt består af markarealer.

I tidligere udarbejdet notat /1/ er kapaciteten af rørstrækningen vurderet som den begrænsende faktor i forhold til udledning. I den forbindelse er det fundet, at overfladevandet fra et evt. erhvervsområde skal neddrosles til 1 l/s/ha.

Både grøften som skal modtage overfladevand samt det eksisterende regnvandsbassin er beskyttet natur efter miljøbeskyttelseslovens §3. Grøften er målsat til god kemisk tilstand.



Figur 5 Oversigt over planlagte stormatrikler og eksisterende bassin samt recipient.

2.4 OPSUMMERING AF EKSISTERENDE FORHOLD

I det følgende kommer en kort opsummering af eksisterende forhold samt indledende undersøgelser.

- Det eksisterende regnvandsbassin er ikke fundet brugbart i forbindelse med udvikling af et nyt erhvervsområde, primært pga. terræn-/faldforholdene
- De naturlige strømningsveje er i nordøstlig retning, og afstrømmende vand på terræn vil naturligt samles i det nordøstlige hjørne op til motorvejsdæmningen.
- Ved udbygning af erhvervsudviklingsområdets vestlige del, som stormatrikler ud mod Industriparken, er det mest oplagt at tilbageholde vandet på et areal umiddelbart nordøst for matriklerne (øst for det eksisterende regnvandsbassin). Imidlertid ligger grundvandsspejlet her meget tæt på terræn og er målt til 0,5 – 0,6 m u.t. Etablering af et traditionelt bassin med tæt membran vurderes meget vanskelig, da der bl.a. skal tages hensyn til risiko for bundbrud i anlægsfasen og opdriftsudfordringer i den permanente driftssituation. Derudover skal man regne med udskiftning af jord til geoteknisk bæredygtigt niveau som følge af organisk indhold i de øvre jordlag.
- Området er drænet, og det målte grundvandsspejl vil sandsynligvis stå højere under naturlige forhold.
- Nærmeste drikkevandsboring er en kort husholdningsboring beliggende ca. 165 m nord for erhvervsudviklingsområdet.
- Området er ikke sammenfaldende med drikkevandsinteresser i forhold til almen vandforsyning.

- Grøften langs områdets nordlige grænse er formentlig (sammen med dræn) styrende for det terrænnære grundvand.
- Ved etablering af nedsivningsbassiner skal der jf. /4/ være 1 - 1,5 m fra bassinbund til grundvandsspejlet som skal være sikret året rundt. Et traditionelt nedsivningsbassin er derfor udelukket som løsning i et nyt erhvervsområde
- Der er tale om et oprindeligt lavbundsareal med naturligt våde forhold. Et konstrueret vådområde, hvor vandet håndteres tættere på terræn, vurderes at være et naturligt alternativ til en traditionel bassinløsning.

3 KONSTRUERET VÅDOMRÅDE

I det følgende er der givet en generel beskrivelse af konstruerede vådområder, der tager udgangspunkt i /5/ og /6/.

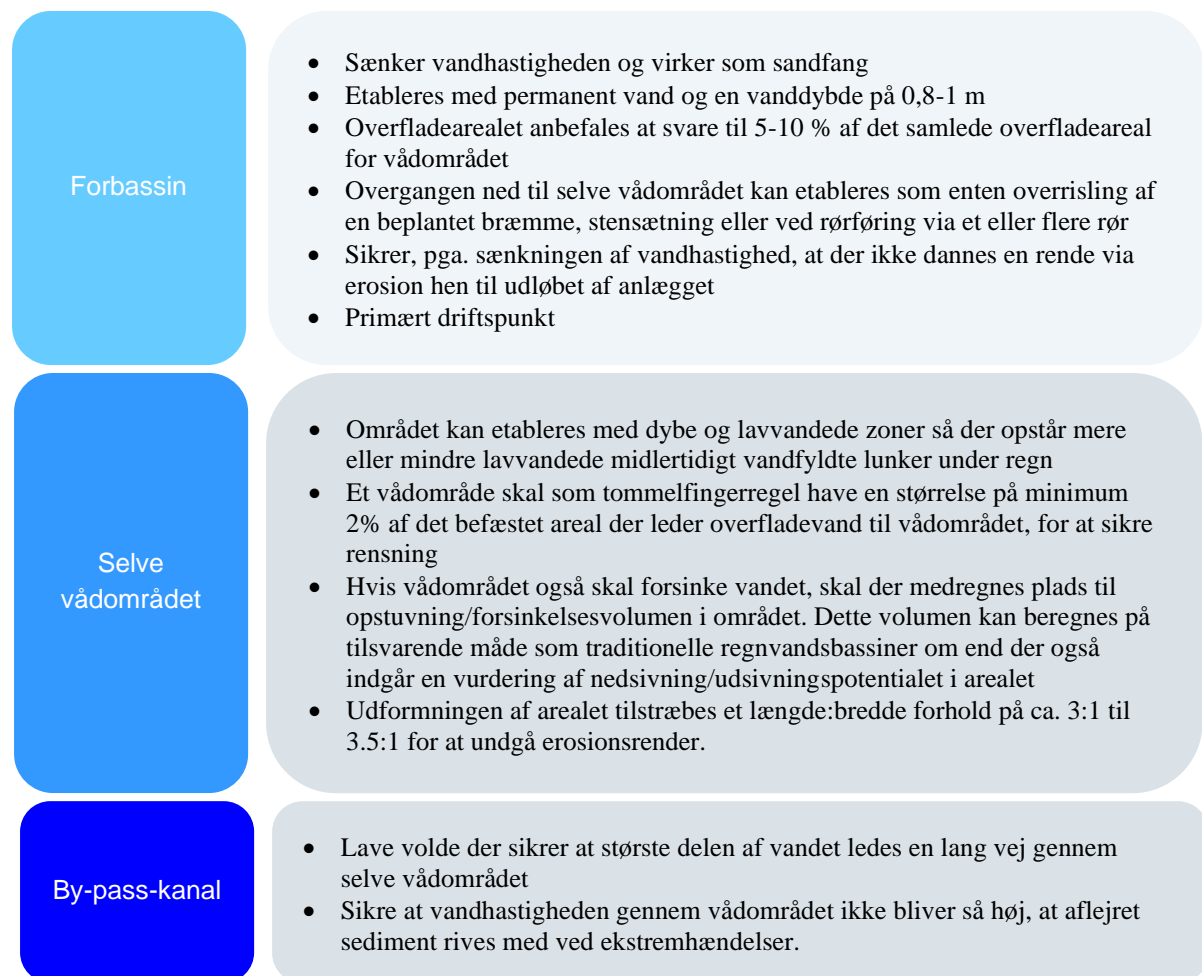
3.1 GENEREL UDFORMNING AF VÅDOMRÅDER

Et konstrueret vådområde renses overfladevandet ved sedimentation, adsorption, infiltration og mikrobiel omsætning. Vandet ledes først gennem et forbassin med permanent vandspejl og videre til selve vådområdet. Kunstige vådområder kan have stort naturindhold og herlighedsværdi og kan indpasses i ådale, engområder og andre våde naturområder.

Grundideen er, at i forbassin forekommer der sedimentation før vandet ledes jævnt ud over et overrislingsareal, der oversvømmes i større eller mindre grad alt efter størrelsen på regnhændelsen og den aktuelle vandmætning af områdets jordmatrice. I forbindelse med vandets passage af overrislingsarealet sedimentere partikler i jordbunden og i vådområdets vegetation.

Udformningen af et kunstigt vådområde handler derfor om at sænke regnvandets hastighed gennem arealerne så meget som muligt. Dette gøres ved at indlægge tærskler og evt. småsøer samt sno og forlænge strømningsvejene i terrænet. Derudover etableres og opretholder man beplantning, der øger sedimentationen.

Et vådområde er overordnet inddelt i følgende tre dele, med formål som beskrevet:



3.2 RENSNING AF OVERFLADEVAND

I et konstrueret vådområde anvendes der følgende tre renseteknikker:

- Sedimentation i forbassin samt eventuelle andre permanente vandvoluminer
- Adhæsion/sedimentation i de overrislede arealers vegetation
- Infiltration i de overrislede arealer i de tilfælde, hvor jorden i vådområdet ikke er vandmættet i forvejen

Rensegraden i veldimensionerede konstruerede vådområder kan sidestilles med rensegraden i traditionelle regnvandsbassiner. Dog vil konstruerede vådområder med vægt på infiltration være mere effektive i tilbageholdelsen af bl.a. suspenderet stof særligt i sommerhalvåret.

I tabel 3 ses erfaringstal for rensegraderne i et vådt regnvandsbassin og nedslivningsbassin. Det er sandsynligt at et konstrueret vådområde vil placere sig et sted mellem de to renseløsninger.

Tabel 3. Erfaringstal for rensegrader for våde regnvandsbassiner og infiltrationsbassiner. En sandsynlig rensegrad i konstruerede vådområder er angivet som gennemsnitsrensegrad for de to traditionelle bassintyper.

Rensegrader	Vådbassin	Konstrueret vådområde	Infiltrationsbassin
SS	80 (70 – 90) %	90 %	99 %
Total N	40 (20 – 60) %	52 %	65 (60 – 70) %
Total P	70 (60 – 80) %	70 %	70 (65 – 75) %
Metaller	60 (40 – 80) %	77 %	97 (95 – 99) %
Temperatur ved udløb i recipient	Tempereret med dykket udløb	Tempereret – køligt (ved højt afløbstal)	Køligt (grundvandstemperatur)

3.2.1 FUNKTION AF FORBASSIN

Da den primære funktion af forbassiner er en dæmpning af vandhastigheden og fordeling af overfladevandet, kan man principielt nøjes med et volumen, der svarer til på 20-30 m³/red. ha., men for at få en større renseseffekt ud af forbassinet, kan det overvejes at etablere et større forbassin - f.eks. på 50 m³/red. ha., hvilket også er i overensstemmelse med de generelle anbefalinger til forbassiner til traditionelle våde regnvandsbassiner.

3.3 VEDLIGEHOVELSE AF KONSTRUEREREDE VÅDOMRÅDER

Iht. /5/ anbefales:

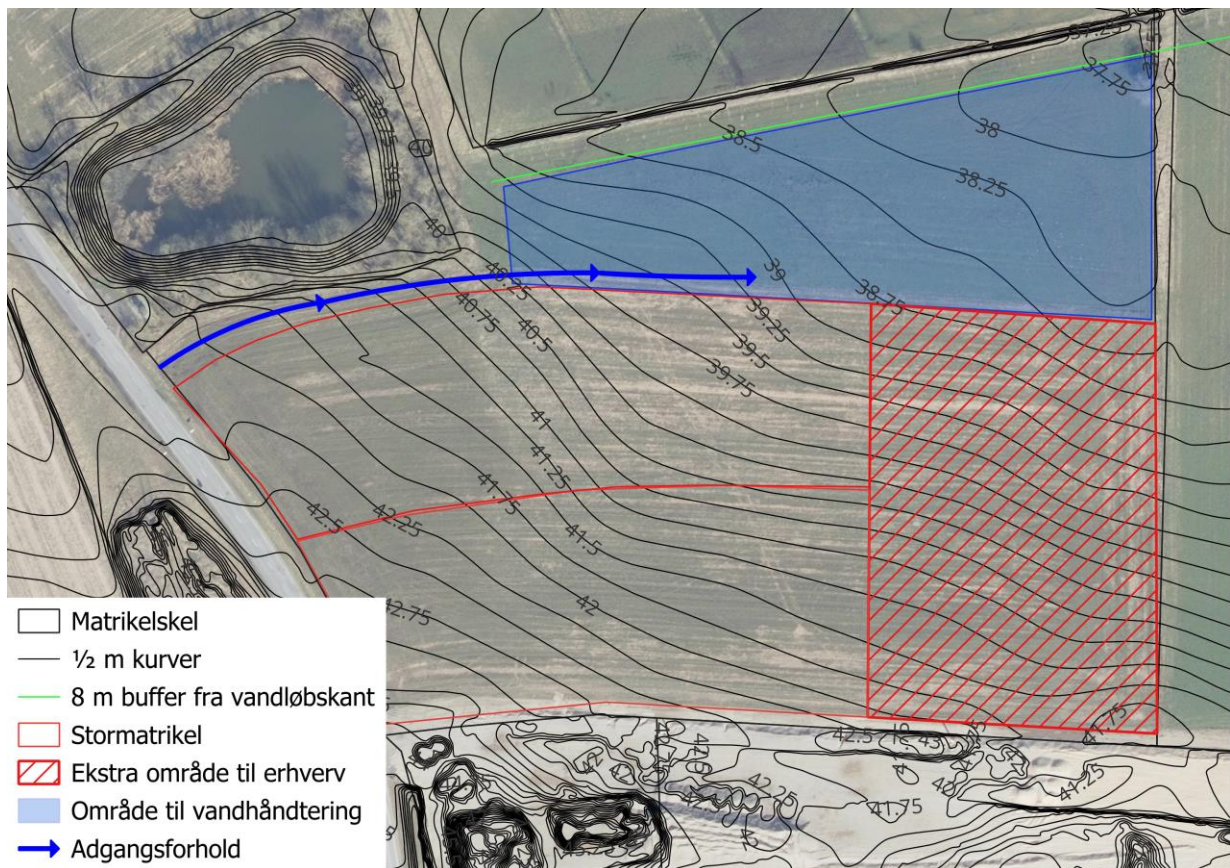
Som alle andre bassiner kræver kunstige vådområder en indsats vedrørende drift og vedligeholdelse. Vådområder skal driftes intensivt i starten for at fremme væksten af de ønskede planter. Når først planterne har fået fat, kan driften normaliseres. Der skal fjernes affald, ind- og udløb skal renses, og vegetationen i området skal vedligeholdes gennem græsning eller høslæt, hvilket muligvis kræver bistand fra specialister. Derudover skal der lige som i våde regnvandsbassiner fjernes ophobet sediment efter behov.

Forbassinet vil i det aktuelle tilfælde skulle anlægges og vedligeholdes som et rent teknisk anlæg med hyppig rensning, grødeskæring mm, tilsvarende et forbassin på et traditionelt regnvandsbassin.

Vedligehold af selve vådområdet vil afhænge af den faktiske udformning, mængden af vand på terræn og graden af forsumpning mv. Herunder skal det afklares, hvad der praktisk og økonomisk muligt. Der ønskes ikke græsning på den pågældende lokalitet.

4 DIMENSIONERINGSFORUDSÆTNINGER OG ANTAGELSER

Nedenfor er beskrevet rammer og forudsætninger for håndtering af overfladevand. Som nævnt indledningsvist, er der i forbindelse med beregningerne medtaget et ekstra område, i forhold til de skitserede stormatrikler. Hermed er der testet en evt. fremtidssikret arealreservation til regnvandshåndtering. Udbredelse af stormatriklerne, markering af en evt. udvidelse af erhvervsarealet, areal til regnvandshåndtering mm. fremgår af figur 6.



Figur 6. Afgrænsning af areal til håndtering af overfladevand fra de to stormatrikler.

Der er en række forhold der skal tages hensyn til såfremt det viste ekstraareal på figur 6 skal indgå:

- Det eksisterende terræn ligger lavt i den nordøstlige del af området, hvorfor det vil blive nødvendigt med terrænregulering her, for at opnå hensigtsmæssigt fald mod vådområdet. Pga. grundvandsforholdene kan forbassinet ikke etableres for dybt - så for at kommende vejriste ikke skal ligge lavere end vandspejlet i forbassinet, vil det være nødvendigt med terræntilpasninger. Det forventes herunder også at tilløbsledninger vil stå delvist vandfyldte, hvorfor der skal tages højde for dette i forbindelse med dimensionering af ledninger.
- Et ekstra areal som vist betyder en udvidelse af det totale areal på ca. 1/3 - hvilket giver en tilsvarende ændring i det nødvendige magasineringsvolumen.

Det fremgår af ovenstående, at det er vigtigt at afklare, hvor stort et område der skal udbygges til erhverv, inden der kan foretages en endelig beslutning om dimensionering af vådområdet.

4.1 OPLANDSAREAL

Oplandsarealer for området fremgår af tabel 4. Til beregningen af disse er der taget udgangspunkt i følgende forudsætninger. Befæstelsesgrad og hydrologisk reduktionsfaktor er oplyst af Rebild Kommune.

- Befæstelsesgrad på 80 %
- Hydrologisk reduktionsfaktor på 0,9

Tabel 4. Samlet opgørelse af oplandsareal for de to stormatrikler inkl. ekstra område jf. skitsering på figur 6.

	Totalt oplandsareal	Befæstet areal	Reduceret areal
Stormatrikler inkl. det ekstra område	24.500 m ²	19.600 m ²	17.640 m ²

4.2 SIKKERHEDSFAKTORER

Til beregning af det nødvendige magasineringsevnen i forhold til udløbsvandmængde, benyttes der sikkerhedsfaktorer som angivet i tabel 5. Klimafaktoren er fastsat ud fra anbefaling fra Spildevandskomitéens skrift 32. Der er benyttet standardværdierne samt en operationel faktor som fremskriver klima til år 2123.

Der er oplyst en samlet sikkerhedsfaktor for både en 5 og en 50 års hændelse. Det er gjort for at kunne vise forskellen i vådområdets udbredelse, alt efter hvilken gentagelsesperiode der ønskes sikret til, i forhold til overløb til recipienten.

Tabel 5. Benyttede sikkerhedsfaktorer.

	5 års hændelse	50 års hændelse
Klimafaktor	1,31	1,45
Fortætning	1,0	1,0
Modelusikkerhed	1,1	1,1
Sum	1,44	1,60

4.3 PLACERING AF VÅDOMRÅDE

Det kommende vådområde skal placeres minimum 8 m fra den eksisterende grøft, sådan at adgangsforhold til grøften og oprensning af denne kan opretholdes. Dette er også hensigtsmæssigt for forsyningen i forbindelse med adgang til udløbsbygværk.

Hele området umiddelbart nord for den fremtidige udstykning og frem til vandløbet/grøften er, som vist på figur 6, reserveret til regnvandshåndtering. Det er vigtigt at arealet tilgodeser både kørevej og regnvandshåndtering.

4.4 KRAV TIL RENSNING, FORSINKELSE OG AFLØBSTAL

Rebild Kommune stiller krav til, at der både skal ske rensning og forsinkelse af overfladevandet inden udledning til recipienten.

Nærmere beskrivelse af rensegrader i et vådområde, fremgår af afsnit 3.2.

Rebild Kommune stiller krav om at afstrømningen fra de nye erhvervsarealer ikke må forøges i forhold til i dag, hvor afstrømningen sker fra landbrugsjord. Der er ikke oplyst et konkret maksimalt afløbstal fra Kommunen. Som nævnt, er det tidligere ifbm. /1/ vurderet, at en udledning svarende til 1 l/s/ha vil være tilsvarende de eksisterende forhold i dag, og dermed ikke give anledning til kapacitetsproblemer ved rørføringen nedstrøms. Denne udledning er dog ikke stillet som et egentligt krav endnu, ligesom rør-/og vandløbskapaciteten nedstrøms ikke er verificeret.

Muligheden for at øge afløbstallet i forhold til 1 l/s/ha, skal sammenholdes med bl.a. magasineringsvolumen og tømmetider som beskrevet i afsnit 4.5.

4.5 DIMENSIONERING AF BASSINVOLUMEN IFT. UDLEDNING

I tabel 6 ses beregning af nødvendig magasineringsvolumen alt efter hvilken nedbørshændelse der skal tilbageholdes og hvilken udledningsmængde til recipienten der benyttes. Det nødvendige bassinvolumen er beregnet med spildevandskomitéens regneark til skrift 32. Volumener er beregnet for hhv. en 5 og en 50 års hændelse. Til beregningen er der benyttet sikkerhedsfaktorer jf. tabel 5. Det nødvendige bassinvolumen er beregnet for følgende fire forskellige udløbsvandmængder.

- 1,8 l/s svarende til 1 l/s/red. ha
- 2,5 l/s svarende til 1 l/s/ha
- 4,9 l/s svarende til 2 l/s/ha
- 7,4 l/s svarende til 3 l/s/ha

Tabel 6. Beregnet nødvendigt magasineringsvolumen jf. skrift 32. Volumen er beregnet for forskellige gentagelsesperioder samt afløbstal.

	Beregnete magasineringsvolumen iht. angivet udløbstal			
	1 l/s/red. ha	1 l/s/ha	2 l/s/ha	3 l/s/ha
5 års hændelse	1.380 m ³	1.235 m ³	990 m ³	860 m ³
50 års hændelse	2.770 m ³	2.515 m ³	2.065 m ³	1.825 m ³

Et lavt afløbstal i forhold til oplandsareal, vil resultere i lange tømmetider hvilket vil gøre systemet sårbart overfor koblede regnhændelser. I skrift 32 er der medtaget et ekstra volumen på 20 % for at sikre for koblede regnhændelser. Men har bassinet en lang tømmetid, vil systemet alligevel være sårbart overfor koblede regnhændelser. Tømmetiderne for de beregnede bassinvolumener i tabel 5 er angivet i tabel 7.

Tabel 7. Angivelse af tømmetider i forhold til gentagelsesperiode og udledningsvandmængde.

	Tømmetid i forhold til de beregnede magasineringsvolumener i tabel 6			
	1 l/s/red. ha	1 l/s/ha	2 l/s/ha	3 l/s/ha
5 års hændelse	9 dage	6 dage	2,5 dage	1,5 dage
50 års hændelse	18 dage	12 dage	5 dage	3 dage

Som følge af risikoen for koblede regnhændelser er det i forbindelse med fastsættelse af den endelige tilladte udledning, vigtigt at overveje de angivne tømmetider. Er tømmetiden lang, kan bassinet således være fyldt fra en tidligere hændelse når det begynder at regne igen, og bassinet vil dermed gå i overløb ved en gentagelsesperiode som er lavere end hvad der er dimensioneret efter. Generelt anbefales det, jf. spildevandskomitéen, ikke at have tømmetider på mere end 72 timer, svarende til 3 dage. Så på baggrund af dette, vil det i det aktuelle tilfælde være hensigtsmæssigt med en udledning på 2 l/s/ha eller højere. Dette skal dog sammenholdes med kapaciteten af den eksisterende rørunderføring under motorvejen og effekter på vandløbsstrækninger længere nedstrøms, hvorfor disse forhold bør undersøges nærmere.

Som et udgangspunkt for skitsering af arealbehovet ved etablering af et konstrueret vådområde, er der i det følgende anvendt en udledning svarende til 1 l/s/ha. Dette vurderes at være en konservativ betragtning - besluttet det senere at øge udledningen pba. supplerende undersøgelser af recipientens kapacitet, vil dette blot indebære et mindre arealbehov.

bibeholdes eksisterende terræn som bundkote og der opbygges en vold. Dette gøres for ikke at komme helt ned i niveau med grundvandsspejlet.

Ved gradvist større og mere sjældne hændelser, ledes en tilsvarende gradvist større del af regnvandet ud til vådområdets østlige del (se angivelse af *regnoverskud* på figur 7) for at undgå, at der dannes erosionsrender, og at tidligere aflejret materiale mobiliseres og skylles ud. Rensningen fokuserer på dagligdagsregnen med henblik på en bedre rensning og en stabil og sikker drift af vådområdet.

Der etableres en udløbsbrønd, som fører vandet til en reguleringsbrønd inden udløb til recipienten.

Reguleringsbrønden, sammen med voldene sikrer, at udledningen op til en 5 års regnhændelse ikke overstiger udledningskravet. Såfremt det ønskes at sikre til f.eks. en 50 års hændelse, kan det skraverede areal øst for bassinet benyttes. Dette område kan med fordel indarbejdes så vådområdet udvides til at fylde hele arealet, således, at området skraveret til en 50 års hændelsen ikke kun kommer i brug ved hændelser over en 5 års hændelse. Dermed vil vandets vej rundt i vådområdet blive længere, og rensninger dermed også højere.

Det skitserede vådområde samt området til håndtering af 50 års hændelsen skal have en magasinerings dybde på ca. 70-80 cm, for at opnå tilstrækkeligt med volumen. Dette volumen skabes som udgangspunkt via etablering af volde, for at undgå afgravning ned i det højtliggende grundvandsspejl.

Forbassinet skal etableres med en dybde på omkring 1 m for at undgå at der gror til.

6 SAMLET VURDERING

De samlede udfordringer med bl.a. vandhåndteringen i et evt. kommende erhvervsområde ved Industriparken skal overordnet holdes op mod de økonomiske omkostninger ved udstykningen og Rebild Kommunes ønske om at etablere et attraktivt erhvervsområde tæt på motorvejen.

Med de naturgivne forhold ved erhvervsudviklingsområdet vurderes, at håndtering/tilbageholdelse af regnvandet tæt på terræn, ved at etablere et konstrueret vådområde, er den mest hensigtsmæssige (mulige) vandhåndteringsløsning, såfremt området skal udstykkes.

De ældste konstruerede vådområder er jf. /6/ kun 10 – 12 år gamle, og der er således endnu ikke viden om langtidseffekter i forhold til udviklingen af sådanne områder, herunder behov for vedligeholdelse over tid. Der kan derfor ikke henvises direkte til konkrete erfaringer fra andre projekter, som kan lægges til grund for et valg af denne løsning til at håndtere og tilbageholde regnvandet fra erhvervsområdet. WSP ikke bekendt med vådområder, der er etableret specifikt i forbindelse med erhvervsarealer samt eventuelle særlige problemstillinger, der måtte knytte sig til denne arealanvendelse.

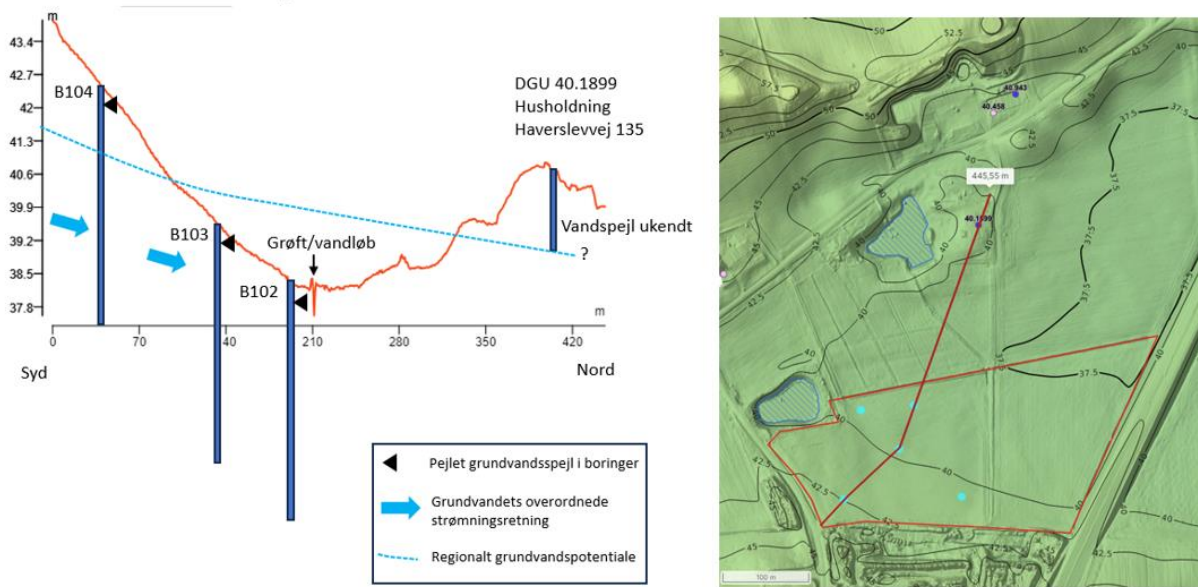
Kunstige vådområder kan som nævnt i afsnit 3.1 have stort naturindhold og herlighedsværdi og kan indpasses i ådale, engområder samt andre våde naturområder. Beliggenheden op til et erhvervsareal som i det aktuelle tilfælde vil muligvis være usædvanlig, men ikke en hindring for etablering af et kunstigt vådområde.

Ved at tilbageholde og rense overfladevandet via et konstruerede vådområde, vil afledt overfladevand fra erhvervsarealet komme i hydraulisk kontakt med det terrænnære grundvand. Da der ikke er drikkevandsinteresser i området, vil en evt. forurening af grundvandet kun indebære en potentiel risiko for lokale enkeltindvendere, hvoraf den nærmeste er beliggende ca. 165 m nord for erhvervsområdet (Haverslevvej 135, boring DGU nr. 40.1899, se figur 8). Det vurderes imidlertid, at det terrænnære grundvand primært strømmer til og ”fanges” af grøften som indikeret på figur 8, og dermed at tilført overfladevand først og fremmest har betydning for påvirkning af vandkvaliteten i vandløbet som recipient, fremfor grundvands-/drikkevandsressourcer.

Det skal bemærkes, at der jf. /7/ foreligger vejledende krav til kommuneplanlægning i forhold til grundvandsbeskyttelse og etablering af virksomheder, herunder større transportvirksomheder/-centre, vareterminaler og lignende (vejledningens Bilag 1). Virksomheder af denne type kunne godt være relevante i det aktuelle område. Som også beskrevet i /7/, foreligger der på planlægningstidspunktet som oftest ikke mere præcist kendskab til hvilke virksomheder og aktiviteter, der skal etableres i planområdet, hvorfor bestemmelser om tekniske tiltag til sikring mod forurening af grundvandet bliver mere rammebetonede i planlægningsfasen. Der er i vejledningens Bilag 2 formuleret nogle overordnede tekniske tiltag, der skal sikre mod forurening af grundvandet ved udlægning af arealer til forskellige virksomhedstyper. Tekniske tiltag formuleres her ud fra nedenstående principper:

- Opbevaring af råvarer og affald på tætte belægnings og med kontrolleret afløb.
- Sikring af at virksomheder med udendørs opbevaring og håndtering af materialer eller stoffer, der let udvaskes til jord og grundvand, er passende sikret mod voldsomme klimatiske ændringer, f.eks. at store regnvandsmængder, der potentielt er forurenede, kan bortledes forsvarligt.
- Minimering af risiko for uopdagede spild, når tanke og rørføringer med kemikalier etableres over jorden, med kontrolleret opsamling af spild og kontrolprogram for anlægget.

Man skal være opmærksom på, at vejledningen /7/ er møntet på kommuneplanlægning inden for områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) samt indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for disse – således kan vejledningen ikke overføres direkte til det aktuelle område.



Figur 8. Profilsnit fra syd mod nord gennem området med målt terrænnært vandspejl i borer samt trykniveau for det dybere grundvand.

En placering og løsning som skitseret på figur 7, vurderes anlægs-/pladsmæssig mulig og mindre omkostningstungt end et traditionelt bassin, men der kan peges på en række usikkerheder i forhold til påvirkning af det omgivende miljø ved etablering af et konstrueret vådområde.

- 1) Den reelle grundvandsstand, som vil etablere sig efter udbygning af området og forventet ophør af den nuværende dræning er ikke kendt. Sammen med sæsonvariationer og klimaændringer der bevirker fremtidig forhøjet grundvandsstand, vil vådområdets rensefunktion og kontrol/styring af vandtilbageholdelsen derved kunne blive udfordret.
- 2) Der vil med tiden opsamles/bundfældes forurenede materiale i vådområdet. En evt. mobilisering af stoffer herfra til det terrænnære grundvand og videre mod grøften/vandløbet er ikke kendt.
- 3) De fremtidige virksomhedstyper i erhvervsområdet, herunder risiko for udledning af miljøfremmede stoffer til vådområdet og muligheder for oprensning er som udgangspunkt ikke kendt.

Følgende bemærkninger kan knyttes til de nævnte punkter:

Ad. 1) Infiltrationen til det terrænnære grundvand fra de arealer som drænes i dag, vil med fremtidig udbygning/befæstelse blive mindre, og en del af regnvandet vil i stedet blive afledt til vådområdet. Det er således ikke givet, at nettopåvirkningen af grundvandsstanden vil ændres særligt af den årsag. Hertil kommer at grøften/vandløbet, formentlig også vil være regulerende for grundvandsniveauet ved vådområdet. Forudsat at sidstnævnte er tilfældet, vil vådområdet være mindre følsomt overfor sæson- og klimabetingede ændringer i grundvandsstanden - og det må med det udgangspunkt antages, at vådområdets funktion/rekseffekt ikke i nævneværdigt omfang vil blive påvirket negativt i forhold til udgangspunktet ved etablering.

Ad. 2) Der kan etableres et forbassin med vådvolumen og renseffekt, der vil overholde anbefalinger for forbassiner til traditionelle våde regnvandsbassiner. Forbassinet vil være velafgrænset og modtage "first flush" fra køreflader, oplagsarealer mv., der vurderes at ville indeholde de mest forurenede komponenter. Derudover etableres transportvejen for hverdagsregnen i vådområdet så lang som mulig.

Ad. 3) Ved etablering af et vådområde som vandhåndteringsløsning vil det være relevant at overveje hvilken type erhvervsvirksomhed, der gives tilladelse til, herunder om der skal sættes særlige vilkår i tilladelsen (f.eks. oplag af miljøfarlige stoffer), samt evt. beredskab i forhold til uheld, spild, lækage fra køretøjer mv.

Skemaet nedenfor opsummerer de afdækkede fordele og ulemper ved at anvende konstrueret vådområde som løsning ved Industriparken.

Fordele	Ulempe
<ul style="list-style-type: none"> • Eneste reelle mulighed i forhold til at opnå både rensning og forsinkelse af regnvand såfremt området skal udvikles • Begrænset afgravning og jordudskiftning i anlægsfase • Opdriftsproblemer reduceres i anlægsfase • God renssevne i driftsfase • Kan tilgås i rimelig afstand fra Industriparken ved etablering af tilkørsels-/driftsvej • Kun mindre landskabsmæssige indgreb i området • Element af oprindelig natur/engområde genskabes 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfaringsgrundlaget er sparsomt - ny metode til håndtering af overfladevand, hvorfor den ikke er dokumenteret og afprøvet i samme omfang som f.eks. et traditionelt vådt regnvandsbassin • Dybden til det terrænnære grundvand vil have betydning for vådområdets funktion, men er usikker i det aktuelle område – herunder er den nuværende og fremtidige effekt af drænsystemet ikke afdækket • Der kan være særlige problemstillinger i forhold til rensning af miljøfremmede stoffer fra erhvervsområde, som kan nødvendiggøre restriktioner/krav til køber af erhvervsgrunde (virksomhedstype)

7 VIDERE ARBEJDE

Med udgangspunkt i en mulig regnvandshåndtering udgør nærværende notat et beslutningsgrundlag for videre arbejde med udbygning af området til erhvervsformål. Hvis det besluttes, at der skal arbejdes videre med området, er der en række undersøgelser, forhold og ansøgninger, der først skal afklares i forbindelse med realisering af projektet.

I det følgende listes en række nødvendige afklaringspunkter, der i det videre arbejde vil være forudsætningen for at gennemføre projektet med et konstrueret vådområde som centralt element i regnvandshåndteringen.

- Der er i foreløbige dimensioneringsforudsætninger og antagelser for det konstruerede vådområde taget udgangspunkt i en antaget maksimal udbygning som skitseret på figur 6, hvilket svarer til den vestlige del af det samlede erhvervsudviklingsområde. Den mere præcise disponering og udbygning af arealet, herunder dimensionering af forbassin og vådområde skal endelig afklares i forbindelse med projektering.
- Kravet til udløbstal ved neddrøsling og udledning til den lokale grøft, herunder effekten på recipienter og arealer nedstrøms området er ikke endelig afklaret. Der skal herunder påregnes en feltundersøgelse af dimension og tilstand af den rørstrækning, der i dag leder vand under motorvejen til Tolvad Bæk foruden en hydraulisk kapacitetsanalyse af grøft- og rørlagte/åbne vandløbsstrækninger, der skal modtage vand fra erhvervsområdet.
- Anvendelse af et konstrueret vådområde i forbindelse med afledning af overfladevand fra et erhvervsområde vil forudsætte teoretiske beregninger af stofkoncentrationer for miljøskadelige stoffer og dokumentation for at der ikke udledes overfladevand til recipient med et problematisk indhold af miljøfremmede stoffer - herunder særligt stoffer, der kan forventes fra et industriområde.

8 REFERENCER

- /1/ Industriparken Haverslev. Undersøgelse af erhvervsudviklingsområde. Notat udarbejdet af WSP for Rebild Kommune, dateret 11. januar 2022.
- /2/ Geoteknisk undersøgelsesrapport nr. 2. Industriparken 22, Haverslev, 9610 Nørager. 4AP-Geoteknik A/S, dateret 9. maj 2023.
- /3/ Sammenfattende redegørelse om grundvandskortlægning i kortlægningsområde 1437 Nørager, Rebild Kommune. Miljøministeriet, december 2010.
- /4/ Større anlæg til overfladenedsivning af separat regnvand. Baggrundsrapport, Aalborg Universitet, Danmarks Tekniske Universitet, Teknologisk institut & Orbicon A/S – 2012.
- /5/ DANVA' s designguide for regnvandsbassiner, DANVA-vejledning nr. 102, 2018.
- /6/ Retningslinjer for etablering af konstruerede minivådområder med overfladeafstrømning (DANVA, 2018; Kjærgaard, C. & Hoffmann, C. C., 2017).
- /7/ Vejledning om krav til kommuneplanlægning inden for områder med særlige drikkevandsinteresser og indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for disse. Miljøministeriet 2017.