



Designmanual for regnvandshåndtering Troldebakkerne Vest

KOPL

Projektnr.: 230020/240015
Dokument: Designmanual for regnvandshåndtering Troldebakkerne Vest
Version: 2.0
Dato: 26-06-2025
Udarbejdelse: PBP
Kvalitetssikring: FAN



KOPL ApS
Baltic Kaj 1, 2.
4600 Køge

Indhold

1	Indledning	5
1.1	Formål	5
1.2	Baggrund	5
2	Krav og principper for regnvandshåndteringen	7
3	Eksisterende geotekniske forhold	8
3.1	Geologiske forhold	8
3.2	Grundvandsforhold	9
3.3	Nedsivningsforhold	10
4	Hydrauliske forudsætninger	12
4.1	Afløbskoefficienter og sikkerhedsfaktor	12
4.2	Dimensionsgivende regn	12
5	Regnvandshåndtering for stamvej og trafiksti	13
5.1	Volumener til håndtering	13
5.2	Stamvej	14
5.3	Trafiksti	16
6	Regnvandshåndtering i klynger	17
6.1	Dimensioneringsprincipper	17
6.2	Klynge A	21
6.3	Klynge B	24
6.4	Klynge C	27
6.5	Klynge D	29
6.6	Klynge E	32
6.7	Klynge F	35
7	Regnvandsbassiner og udløb	38
7.1	Oplande og volumener	38
7.2	System for usaltet vand	39
7.3	System for periodevist saltet vand	42
7.4	Udløb og recipient	43
8	Spredningskorridorer for bilag IV-arter	44
8.1	Buffer omkring § 3-vandhuller	44
8.2	Spredningskorridor	45
9	§ 3-vandhuller og drænforhold	47
9.1	Forudsætninger	47
9.2	Nummerering af § 3-vandhuller	47

9.3	Eksisterende drænforhold	48
9.4	Fremtidige drænforhold	50
9.5	Analyse: Afskæring af vand fra klynger	51
9.6	Kompenserende tiltag for nedlæggelse af V11.....	59

1 Indledning

1.1 Formål

Formålet med denne designmanual er at udlægge rammerne for regnvands-håndteringen af Troldebakkerne Vest samt sandsynliggøre, at det er muligt at håndtere, forsinke og aflede regnvandet inden for planområdet. Designmanualen danner desuden grundlag for efterfølgende projektering og ansøgning om byggetilladelse for de enkelte klynger i projektområdet.

Designmanualen skal binde hele området sammen og sikre, at forsinkelseskapacitet tilvejebringes i projektet som helhed. På baggrund af en overordnet koterings, fastlægges afstrømningen inden for planområdet, størrelse på forsinkelsesbassiner og tracé for hovedregnvandsledninger. Det undersøges endvidere hvor meget nedsivning og tilbageholdelse der kan etableres inden for hver klynge, idet der ønskes så meget lokal håndtering af regnvand som muligt.

Der redegøres desuden for sammensillet mellem regnvandshåndteringen og spredningskorridorer samt bevaring af eksisterende beskyttet natur i planområdet.

1.2 Baggrund

Troldebakkerne er et område beliggende i Helsingør by i Gribskov Kommune. Området er omfattet af en rammelokalplan, og det er kun østlige del af området der er etableret. Den østlige udstykning er udviklet af Gribskov Kommune og består af flere lokalplaner, der alle er udarbejdet med afsæt i helhedsplanen, rammelokalplanen og øvrige baggrundsnotater for området. For den vestlige del af rammelokalplanen gælder det, at jordene er privatejede. Denne etape er omfattet af matrikel 16a, 32, 24b og 27b samt en andel af matrikel 16d, alle beliggende i Laugø By, Helsingør. Lokalplanen og oplandet indenfor lokalplanen vil i det følgende blive omtalt Troldebakkerne Vest.

Regnvandsstrategien for Troldebakkerne Vest tager udgangspunkt i gældende baggrundsmateriale for Troldebakkerne angivet nedenfor:

- Helhedsplanen for Helsingør Nord
- Rammelokalplan 512.20
- Tillæg 512.20.1 til Rammelokalplanen
- Tillæg nr. 7 til Gribskov Kommune spildevandsplan – Troldebakkerne Øst

- Troldebakkerne forudsætningsnotat/detailprojekt.

Materialet fremgår af Gribskov Kommunes hjemmeside for Troldebakkerne:
www.troldebakkerne.dk.

2 Krav og principper for regnvands-håndteringen

Nedenfor redegøres for krav og forudsætninger for Troldebakkerne Vest.

- Regnvandssystemet kan overordnet opdeles i to: Et regnvandssystem uden for klyngerne og et regnvandssystem indenfor klyngerne. Drift og vedligehold af regnvandssystemet udenfor klyngerne fordeles på alle klyngerne og drift og vedligehold af regnvandssystem indenfor den enkelte klynge afholdes af den enkelte klynge.
- Tagvand og vejvand fra klyngerne nedsives inden for klyngerne i det omfang det er muligt. Vand fra områder, der glatførebekæmpes med saltning, holdes adskilt fra ikke-saltholdigt vand og skal enten nedsives lokalt eller ledes særskilt til udledningspunktet.
- Forudsætningen for udledningen fra nærværende projekt er, at den tilsvarende udledningen fra den østlige udstykning, som er på 0,5 l/s/ha. Det totale areal af den vestlige udstykning er 32 ha, men kun 26,1 ha lokalplanlægges for Troldebakkerne vest. Under ovennævnte forudsætninger må der dermed udledes 13 l/s fra planområdet.
- Den hydrologiske tilstand i de eksisterende § 3-vandhuller i planområdet skal bevares, så forholdene for de beskyttede arter sikres ved udviklingen af grunden. Dette krav behandles i kapitel 9.
- Afløbskoefficienter og dimensionsgivende regnhændelse tilsvarende den østlige udstykning, og er angivet i forudsætningsnotatet fra COWI A/S, dateret 07/12/2020. Disse gennemgås i kapitel 4.
- Fra systemet ledes vandet til recipienten, Ammendrup Å sideløb 1, via udløbet RUHEL35, hvor også den østlige udstykning udleder. Det er muligt at koble vandet på den allerede eksisterende udløbsledning.

Der er udarbejdet en recipientvurdering fra NIRAS. Ved udførelse af projektet skal der ansøges om udledningstilladelse efter miljøbeskyttelseslovens § 28. Det forventes at nærværende designmanual samt recipientvurdering kan ligge til grund herfor. Recipientvurderingen vedlægges som Bilag 1. Der er givet medbenyttertiladelse til afledning via det private dræn fra RUHEL35 til Ammendrup Å ifm. udviklingen af Troldebakkerne Øst, som jf. spildevandsmyndigheden i Gribskov Kommune også er gældende for Troldebakkerne Vest.

3 Eksisterende geotekniske forhold

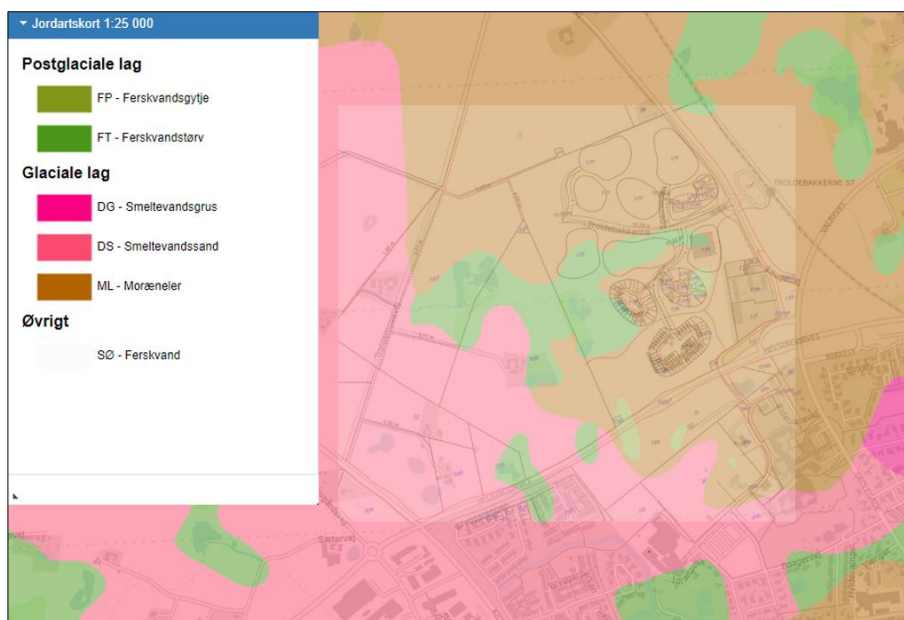
DJ Miljø og Geoteknik foretog i juni 2024 en geoteknisk undersøgelse af planområdet for Troldebakkerne Vest. Formålet var at afklare jordbundsforholdene og de hydrauliske forhold, så disse kan lægges til grund for udviklingen af området. Der blev udført i alt 41 borer, alle med 6" sneglebor med hydraulisk boreværk. Boringerne blev ført til 4-6 meter under terræn (m.u.t.). Der blev udtaget jordprøver i hvert enkelt jordlag, dog med maksimalt 0,50 meter mellem de enkelte prøver. Der blev ved undersøgelsen nedsat pejlerør i samtlige borerne for kontrol af grundvandsspejl. Rapporten inklusive boreprofiler findes vedlagt som Bilag 2.

I dette kapitel gennemgås de konklusioner fra rapporten, som vurderes at have relevans for regnvandshåndteringen i planområdet.

3.1 Geologiske forhold

I de øverste jordlag blev der generelt fundet vækstlag bestående af muld og muldblandet overjord. Lokalt blev der truffet fyldjord med organisk materiale. Under disse lag blev der generelt truffet vekslende aflejringer af smeltevandsler og -sand samt moræneler, som fortsatte til boringernes slutdybder. Der blev fundet lokale postglaciale ferskvandsaflejringer af tørv og sand.

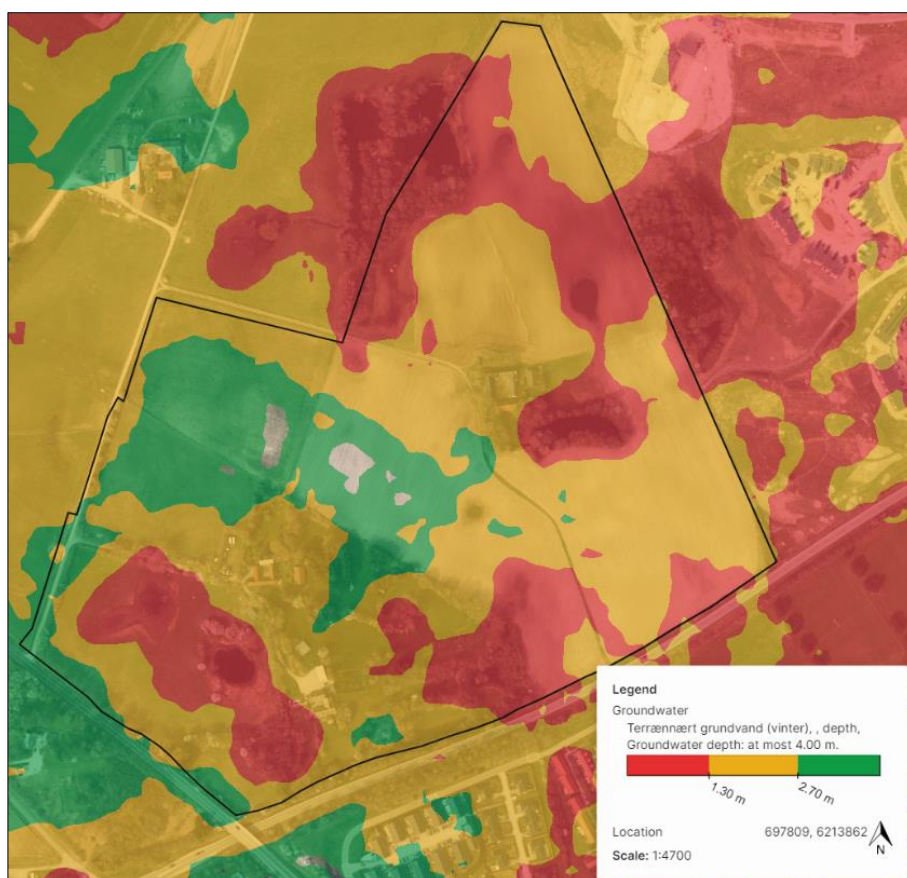
De fundne aflejringer stemmer godt overens med eksisterende geologiske kort, herunder jordartskortet fra GEUS. Sidstnævnte er vist på Figur 3-1.



Figur 3-1: Jordartskort 1:25.000 fra GEUS. Forventede sedimenttyper 1 m under terræn før terrænregulering og anden nylig ændring af landskabet.

3.2 Grundvandsforhold

I den geotekniske rapport er det angivet, at den primære grundvandsstand ligger i ca. +19,00. De i borerne registrerede vandspejl vurderes derfor i rapporten at være sekundære grundvandsspejl. Grundvandsspejlet varierer over året og afhænger af fordampningen og nedbørsmængden, og grundvandet står generelt højere i vinterhalvåret end i sommerhalvåret. Grundvandsstanden har stor betydning for nedsivningsevnen, og for at regne konservativt bør dimensioneringen basere sig på grundvandsstanden for vinterhalvåret. Pejlingerne i den geotekniske rapport er foretaget i sommerperioden, og analysen baseres derfor i stedet på SCALGO Live med afsæt i modellen "Terrænnært grundvand (vinter)". Grundvandsspejlet står generelt højere i denne model end grundvandsspejlet målt af DJ Miljø og Geoteknik, og dermed arbejdes der i indeværende regnvandsnotat med den mest konservative model. I Modellen viser den mest sandsynlige vintergrundvandsstand som beregnet for perioden 1990-2020 af GEUS og SDFE. Resultatet kan ses på Figur 3-2.



Figur 3-2: Grundvand vinter, m u.t. SCALGO Live.

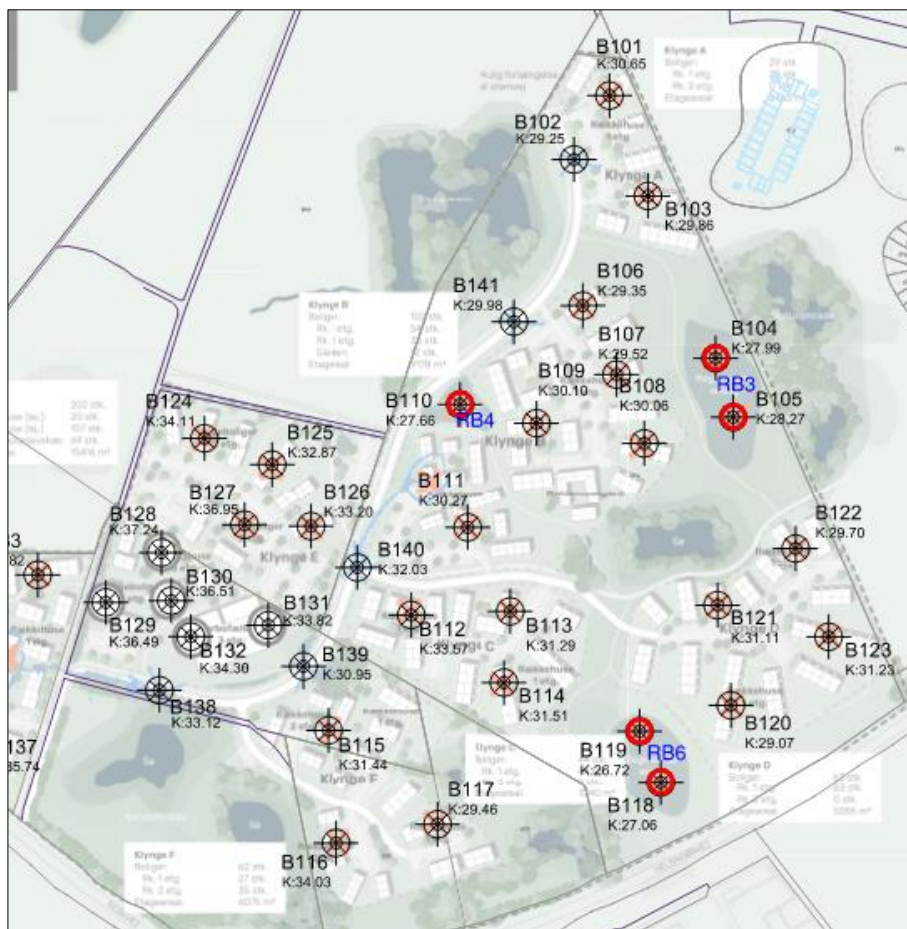
Analysen viser, at grundvandet i størstedelen af planområdet står mindst 1,3 m u.t. om vinteren, og midt i området stedvist mere end 2,7 m.u.t.

Enkelte steder står grundvandet højere end 1,3 m u.t., hvilket kan få betydning for regnvandsløsningerne på disse lokationer grundet den ringe

nedsivningsevne. Dette belyses for placeringen af hver enkelt klynge i kapitel 6 og for placeringen af regnvandsbassinerne i kapitel 7.

3.3 Nedsivningsforhold

Fem af borerne blev foretaget på lokationer hvor der planlægges bassiner til nedsivning af regnvand. Det drejer sig om de største og mest nedstrøms bassiner, RB3 og RB6, samt regnvandsbassinet for saltet regnvand, RB4. Boringerne og bassinerne er markeret på Figur 3-3.



Figur 3-3: Boringer på lokationer ved fremtidige regnvandsbassiner. DJ Miljø og Geoteknik.

For at give en indikation af nedsivningsmulighederne angives der i rapporten en skønsmæssig hydraulisk ledningsevne k for fire af de fem lokationer. Disse kan ses i Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Skønnede hydrauliske ledningsevner. DJ Miljø og Geoteknik.

Boringsnr.	Jordbund	Hydraulisk ledningsevne (m/s)
B104	Moræneler, fedt, sv. Sandet, gruset	$1,0 \cdot 10^{-7}$
B105	Ler, meget magert, sandet – st. sandet	$5,0 \cdot 10^{-7}$
B118	Ler magert, ret fede partier, sandet	$1,0 \cdot 10^{-7}$
B119	Sand, mellem, graderet, gruset, org. partier	$1,0 \cdot 10^{-4}$

Skønnene gælder for det jordlag, der er truffet under vækstlaget i hver boring, og det bemærkes at jordlagene er meget varierende. Derfor bør den hydrauliske ledningsevne fastlægges nærmere ifm. detailprojekteringen. I nærværende designmanual regnes der med en ledningsevne på $1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s, svarende til ler/moræneler, som udgør hovedbestanddelen af jordlagene. Nedsivningen er dermed konservativt sat, idet der også findes lag med friktionsjord i planområdet. Det vurderes dog, at værdien er et rimeligt udgangspunkt for dimensioneringen med det aktuelle vidensniveau.

4 Hydrauliske forudsætninger

I dette kapitel gennemgås de hydrauliske forudsætninger for dimensioneringen af regnvandssystemet i Troldebakkerne Vest. Der tages udgangspunkt i rammerne som er givet på www.troldebakkerne.dk og i notatet "Troldebakkerne Forudsætningsnotat" fra COWI, vers. 4.0 dateret 07-12-2020. Forudsætningsnotatet er vedlagt som Bilag 3. Notatet er udarbejdet for Troldebakkerne Øst, men det er aftalt med Gribskov Kommune, at de samme forudsætninger skal gøre sig gældende i nærværende projekt.

4.1 Afløbskoefficienter og sikkerhedsfaktor

Afløbskoefficienterne for planområdet er i forudsætningsnotatet fastsat som følger:

Fast impermeabel belægning: $\phi = 1,0$

Grønne arealer: $\phi = 0,8$

Sikkerhedsfaktoren er i forudsætningsnotatet fastlagt til 1,2.

4.2 Dimensionsgivende regn

Regnvandssystemet skal dimensioneres således, at regnhændelser med en statistisk gentagelsesperiode på op til 100 år ikke forårsager skadevoldende oversvømmelser på bygninger, dvs. at gentagelsesperioden $T = 100$.

For at beregne hvor stor en mængde nedbør, der falder ved den dimensionsgivende regnhændelse, er der lavet en CDS-regn i Spildevandskomitéens regionalregnrække-regneark version 4.1. Nedbørsmængden fås som den kumulerede regnintensitet ved en regnvarighed på 240 minutter med de ovenfor angivne parametre. Der er anvendt koordinater for Helsingørseanlæg.

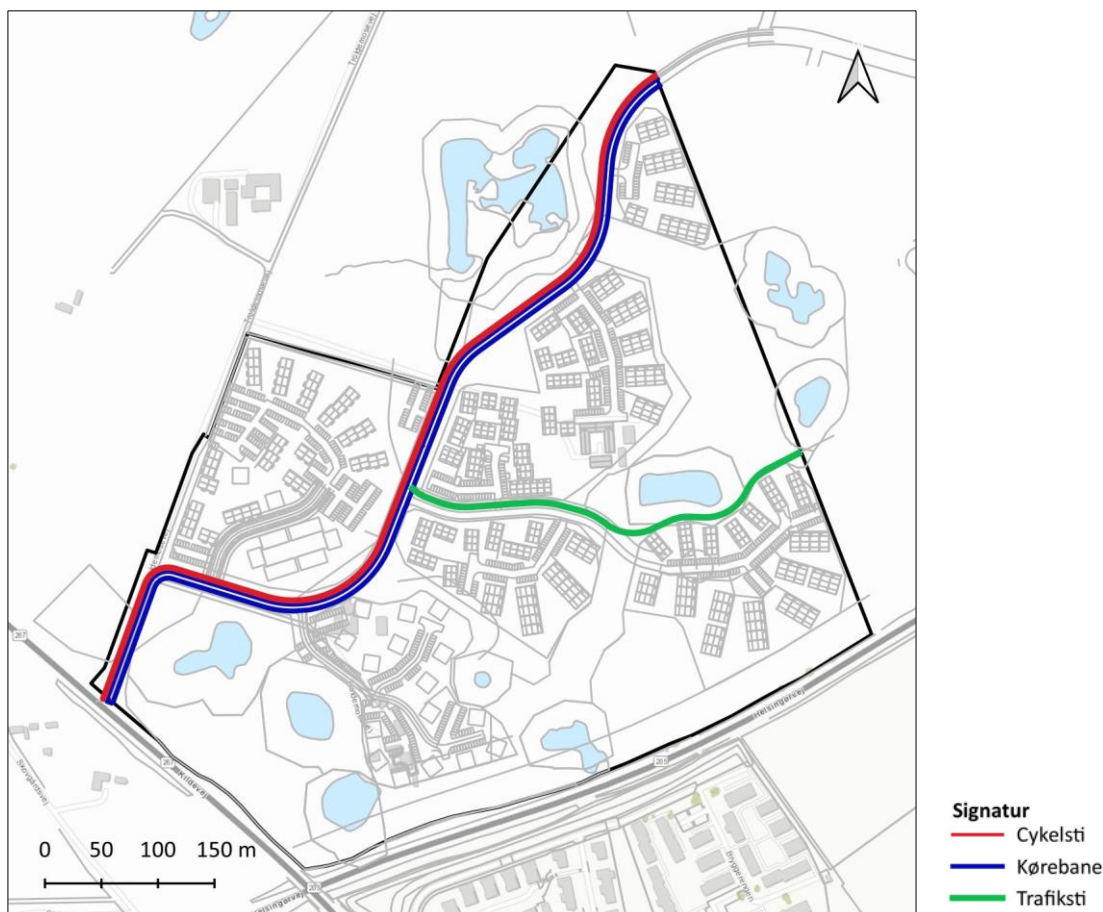
Den resulterende nedbørsmængde er 77,8 mm. Der er ligeledes foretaget en beregning for en hverdagsregn med en gentagelsesperiode på 5 år ($T = 5$). Nedbørsmængderne for begge hændelser er anført i Tabel 4-1.

Tabel 4-1: Nedbørsmængde, $T = 5$ og $T = 100$.

Gentagelsesperiode, T	Nedbørsmængde
5 år	38,2 mm
100 år	77,8 mm

5 Regnvandshåndtering for stamvej og trafiksti

Der benyttes salt til glatførebekæmpelse på stamvejen (kørebane og cykelsti) samt trafikstien, der løber tværs igennem projektområdet. I dette kapitel gennemgås håndteringen af overfladevandet fra disse arealer. Forløbene er vist på Figur 5-1.



Figur 5-1: Tracé for stamvej, cykelsti og trafiksti.

5.1 Volumener til håndtering

For at fastslå hvor meget af det potentielt saltede vand der skal håndteres, er arealerne for kørebane, cykelsti og trafiksti fundet. Da der er tale om fast impermeabel belægning (asfalt) benyttes afløbskoefficient $\phi = 1,0$. Der er desuden fundet arealer for rabatter og grøfter i stamvejsudlægget, idet alt vandet ender i grøfterne, hvor det blandes. Bidraget fra disse arealer medregnes derfor som saltet vand. For rabat og grøft benyttes afløbskoefficient $\phi = 0,8$. Som angivet i kapitel 4 svarer den dimensionsgivende hændelse til 77,8 mm regn. På baggrund af dette er volumenbidragene fra de enkelte arealer og det totale volumen beregnet. Disse kan ses i Tabel 5-1.

Tabel 5-1: Arealer med potentielt saltet vand.

Arealtype	Længde [m]	Bredde [m]	Reduceret areal [m ²]	Volumen [m ³]
Kørebane	843	5,5	4.637	361
Cykelsti	843	4	3.372	262
Grøft og rabatter Stamvej	843	5,5	3.709	288
Trafiksti	380	3	1.140	89
Grøft og rabatter Trafiksti	380	2	608	47
I alt			13.466	1.047

Det samlede volumen af saltet vand der skal håndteres indenfor planområdet er altså 1.047 m³.

5.2 Stamvej

Stamvejen er den overordnede vejforbindelse igennem planområdet og forbinder Kildevej med den eksisterende stamvej i Troldebakkerne øst.

5.2.1 Fremtidig udformning og regnvandshåndtering

Dines Jørgensen har lavet et skitseforslag til stamvejens udformning. Skitseforslaget er udgjort af et længdeprofil, et tværprofil og en plantegning med stationering. Disse er vedlagt som hhv. Bilag 4.1, 4.2 og 4.3. Tværprofilet består af kørebane, rabatter, cykelsti samt grøfter til nedsivning og transport af vejvandet. Vejen anlægges med et tværfald på 25‰, hvorved vejen afvander til grøfter parallelt med vejen.

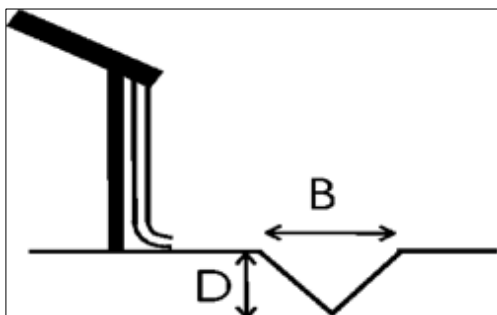
Cykelstien anlægges ligeledes med et tværfald på 25‰. Vandet vil dermed løbe til rabatten imellem cykelstien og vejen, hvor det forventes at en del af vandet ved nedsive. Resten vil afstrømme til grøfterne på den anden side af kørebanen, som også er dimensioneret hertil. Grøfternes geometri præciseres i afsnit 5.2.2.

Lavpunktet for kørebanen placeres på St. 615,25 i kote 29,76. På de første 250 m har vejen et længdefald på 20‰. På de efterfølgende 350 m frem til lavpunktets begyndelse, samt de resterende 212 m efter lavpunktet, er længdefaldet hhv. 15‰ og -15‰. Stationeringen fremgår af bilag 4.3.

5.2.2 Transportgrøft

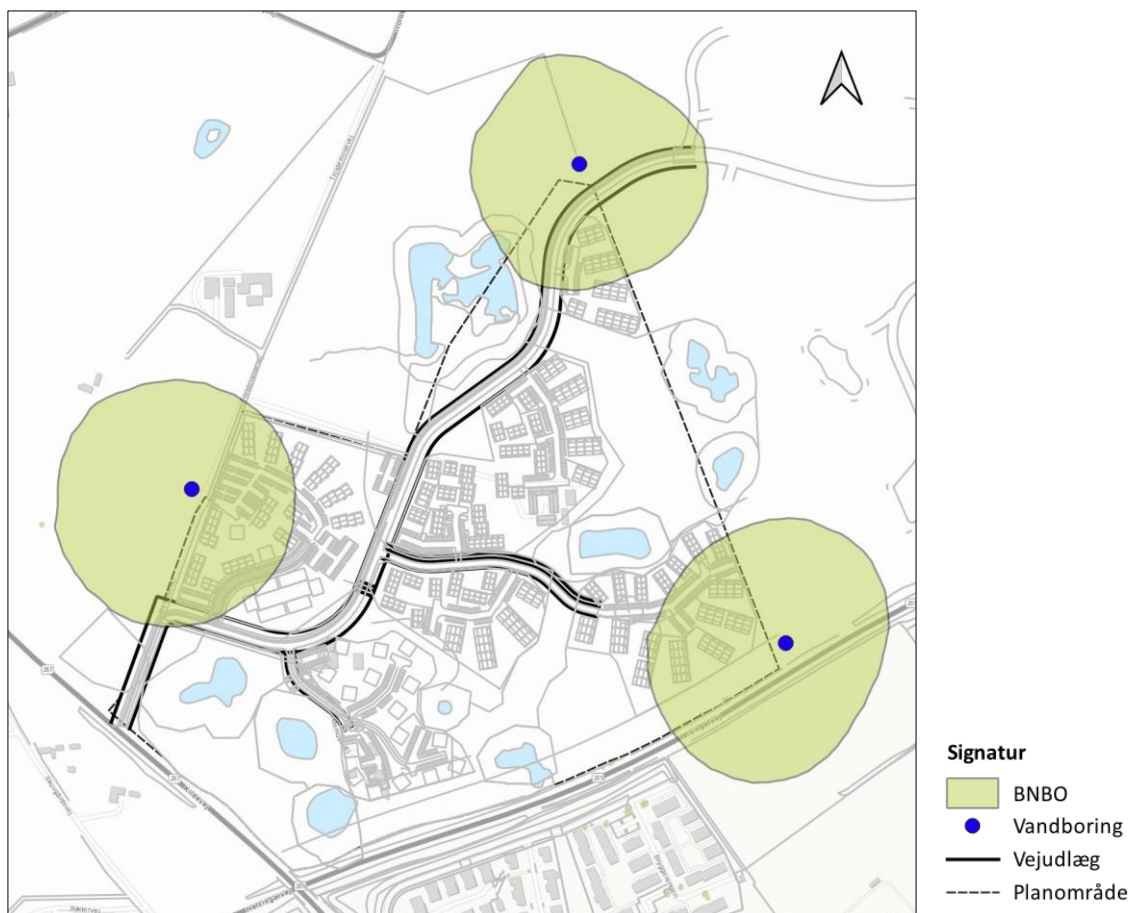
Grøfterne langs kørebanen anlægges som transportgrøfter med et fald tilsvarende faldet på kørebanen. Hermed løber vandet til nedsivningsbassinet RB4, hvor rensning gennem filtermuld finder sted. Grøfternes lavpunkt placeres i

lavpunktet for det eksisterende terræn i St. 562. På begge sider heraf er længdefaldet 15‰.



Figur 5-2: Tværsnit, V-formet grøft. Kilde: SVK LAR-regneark.

Grøften udføres med V-formet tværsnit som vist på Figur 5-2. Jf. stamvejsudlægget har grøften og rabat imellem vej og grøft en samlet bredde på 4,5 m.



Figur 5-3: Vejudlæg i boringsnære beskyttelsesområder.

Som vist på Figur 5-3 passerer stamvejen igennem to boringsnære beskyttelsesområder (BNBO). På disse strækninger anlægges grøften med membranbund for at sikre mod forurening af det grundvand, der indhentes i drikkevandsboringerne.

5.3 Trafiksti

Trafikstien er en asfaltbelagt cykel- og gangsti, der sikrer en sammenhængende forbindelse rundt i Troldebakkerne for bløde trafikanter. Inden for Troldebakkerne Vest er stien ca. 380 m lang.

5.3.1 Fremtidig udformning og regnvandshåndtering

Trafikstiens længdeprofil er foreløbigt groft fastlagt med hensyn til regnvandshåndtering samt adgangsveje til og øvrig koteri ng i klynge B, C og D. Eksisterende lav- og højdepunkter i terrænet udjævnes, og der laves to nye lavpunkter for stien. Det ene lavpunkt placeres efter ca. 220 m, netop øst for den grønne korridor imellem klynge C og D. Det andet lavpunkt placeres nær slutningen af stien i øst efter ca. 355 m. Stien har tværfald mod syd, og afvander derved til grøfter langs stien på denne side.

5.3.2 Transportgrøfter og regnbede

Grøfterne syd for trafikstien udformes som transportgrøfter med et længdefald, så det vand, der falder på trafikstien, grøfter og rabatter føres til regnbede beliggende ved de to lavpunkter. Regnbedene kaldes hhv. 4.1 og 4.2.

De første 266 m af stien afvander til regnbed 4.1, og de resterende 114 m afvander til 4.2. Bedene dimensioneres for den fulde vandmængde ved en 100-årshændelse, dvs. i alt 136 m³ jf. Tabel 5-1. Regnbedene får begge en dybde på 0,5 m. Volumener og forventede overfladearealer er angivet i Tabel 5-2.

Tabel 5-2: Overfladearealer og volumener for regnbede med periodevist saltet vand.

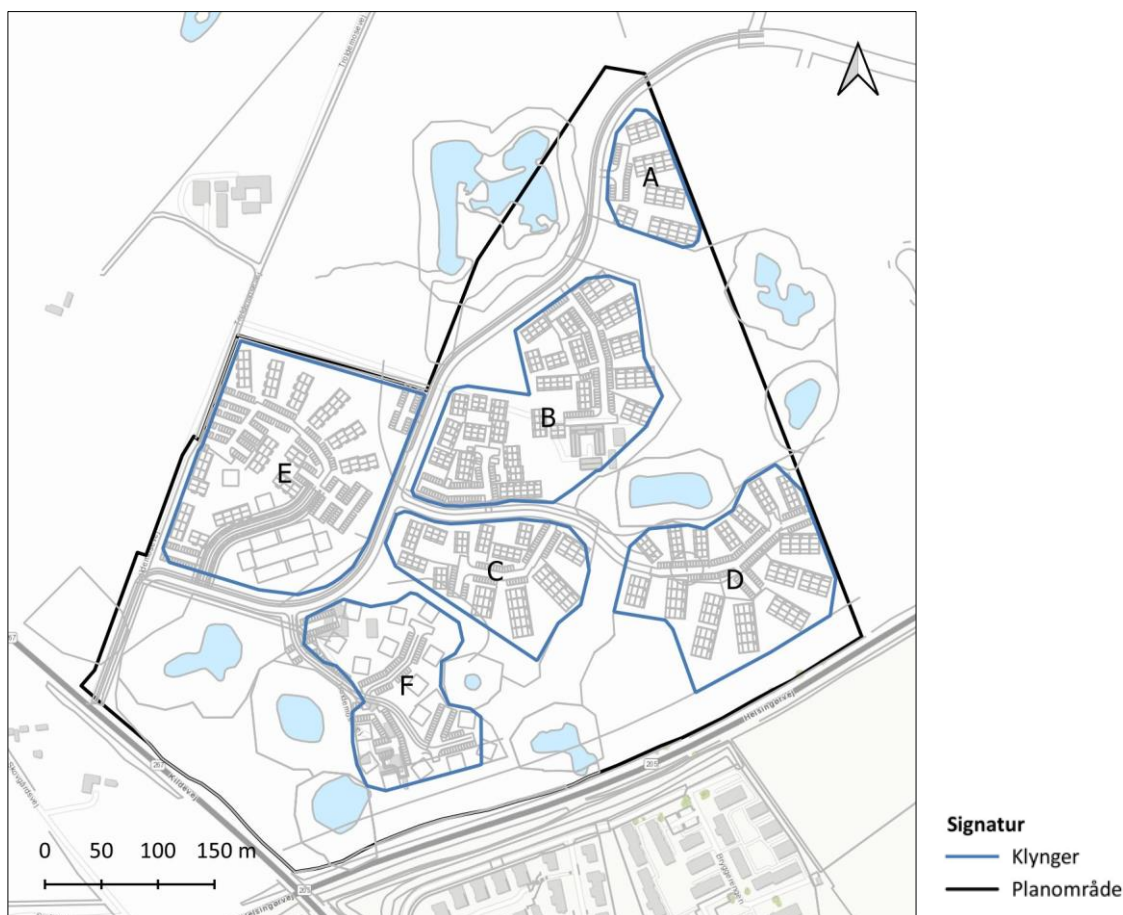
Regnbed	Volumen [m ³]	Dybde [m]	Overfladeareal [m ²]
4.1	95	0,5	190
4.2	41	0,5	82

Fra regnbedene er der overløb i form af kuppelriste til en brønd ved underføringen under fordelingsvejen og trafikstien. I brønden løber eventuelt overløbsvand sammen med vejvandet fra RB4, inden vandet løber videre sydpå i ledningssystemet.

Bassin- og ledningssystemet detaljeres i kapitel 7.

6 Regnvandshåndtering i klynger

I nærværende kapitel gennemgås dimensioneringsprincipperne for regnvandshåndteringen i klyngerne, og dernæst konkretiseres løsningerne for hver enkelt klynge. Der redegøres for eksisterende forhold samt for klyngernes fremtidige udformning og regnvandshåndteringssystem. Klyngernes placering i planområdet er vist på Figur 6-1.



Figur 6-1: Klyngernes beliggenhed i planområdet.

6.1 Dimensioneringsprincipper

6.1.1 Beregning af volumener

For hver klynge beregnes hvor meget vand der skal håndteres inden for klyngen ved hhv. en hverdagshændelse ($T = 5$) og den dimensionerende skybrudshændelse ($T = 100$), størrelsen på regnhændelsen fremgår i kapitel 4. Beregningerne foretages for hhv. vej- og parkeringsarealer, tagarealer samt grønne arealer, idet vandet håndteres forskelligt afhængig af hvor det lander. I beregningen af volumenerne benyttes afløbskoefficienterne fra forudsætningsnotatet, se afsnit 4.1.

6.1.2 Håndtering af vand iht. type

Tagvand håndteres i videst mulig udstrækning i LAR-anlæg såsom grøfter og regnbede i nærhed af bygningerne. LAR-anlæggene etableres med overløb ud af klyngerne til regnvandsbassinerne, som dimensioneres i beskrives nærmere i kapitel 7.

Vand fra grønne arealer nedsiver hvor det er muligt, men der sikres kapacitet til afstrømningen fra de grønne arealer i bassinsystemet, idet det forventes at det meste af vandet ender heri.

For vand fra vej- og parkeringsarealer sikres der kapacitet til nedsivning af alt vand ved en 5-årshændelse. Dette i form af regnbede eller -grøfter, hvor vandet filtreres igennem olieudskiller eller filtermuld. I Tabel 6-1 foreslås fire løsninger til rensning af vejvandet samt beskrivelse af fordele og ulemper. Ved større hændelser vil grøfterne gå i overløb og føres via ledninger til de store forsinkelsesbassinerne uden for klyngerne.

Tabel 6-1: Mulige renseløsninger for vand fra vej- og parkeringsarealer

	Fordele	Ulemper
1. Regnvandsbassin med dykket udløb.	Billig, god tilbageholdelse af olie og sedimentation. Nemt at drifte. Lav CO ₂ -udledning.	Begrænset rensning. Pladskrævende
2. Lukket olieudskiller og sandfang	Nemt at drifte og vedligeholde. Fylder lidt terrænet.	Dyr løsning i anlægsfasen. Høj CO ₂ udledning. Mindre god tilbageholdelse af suspenderet stoffer og tungmetaller.
3. Nedsivningsgrøft med filtermuld.	Billig, god tilbageholdelse af olie og tungmetaller. Relativt nemt at drifte.	Pladskrævende og fortrænger meget jord da nedsivning skal foregå under vej-kassen.
4. Regnbed med filtermuld	Billig, god tilbageholdelse af olie og tungmetaller.	Drift kan være omkostningstungt alt efter hvad der skal være i bedet.

For løsning 1 og 2 vil der ikke være lokal nedsivning af vejvandet. Vandet ledes til regnvandsbassinerne til nedsivning og udledning. For løsning 3 og 4 vil der være lokal nedsivning. Løsning 3 og 4 kan også kombineres med dræn så der alene sker rensning og forsinkelse forekommer uden for klyngerne. De forskellige løsninger kan med fordel kombineres inden for den enkelte klynge.

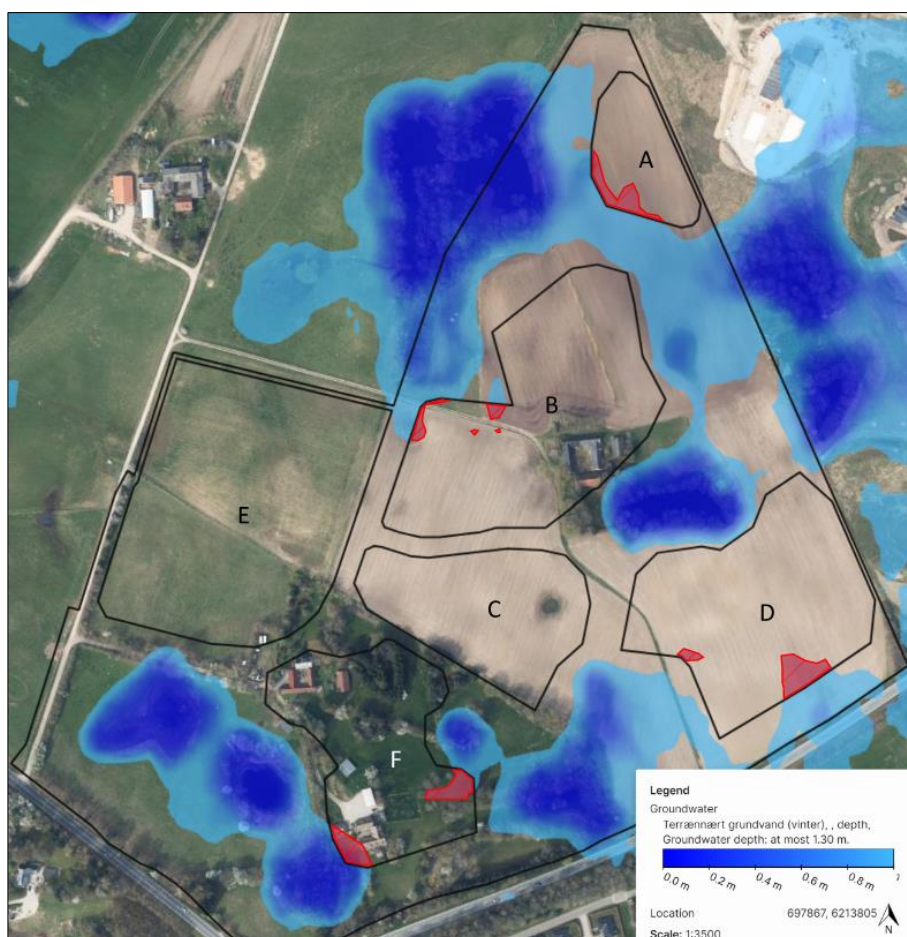
6.1.3 Grundvandsstand og LAR-anlæg

I afsnit 3.2 blev der foretaget en analyse af grundvandsspejlet i vinterhalvåret. Ud fra denne findes en passende dybde for LAR-anlæggene.

Grundvandet i vinterhalvåret står mindst 1,3 m.u.t. næsten alle steder inden for klyngerne, hvilket fremgår af Figur 6-2. Der tilstræbes en minimumafstand på 1 m fra bunden af regnbed/grøft til højeste grundvandsstand. Dette sikrer at vandet kan sive ned, og at der sker en vis rensning inden det når ned til grundvandet. Derfor sættes standarddybden for LAR-anlæggene til 0,3 m.

På de steder inden for klyngerne, hvor grundvandet står højere end 1,3 m.u.t., placeres enten ingen LAR-anlæg eller disse laves mindre dybe hvor de geologiske forhold tillader det. Disse steder er markeret med rød på Figur 6-2.

Det skal bemærkes, at terrænet i klyngerne vil blive bearbejdet for at tillade optimal bebyggelse, hvorfor ovenstående kun er retningsgivende.



Figur 6-2: Grundvand (vinter) over 1,3 m. SCALGO Live.

6.1.4 Nedsivning

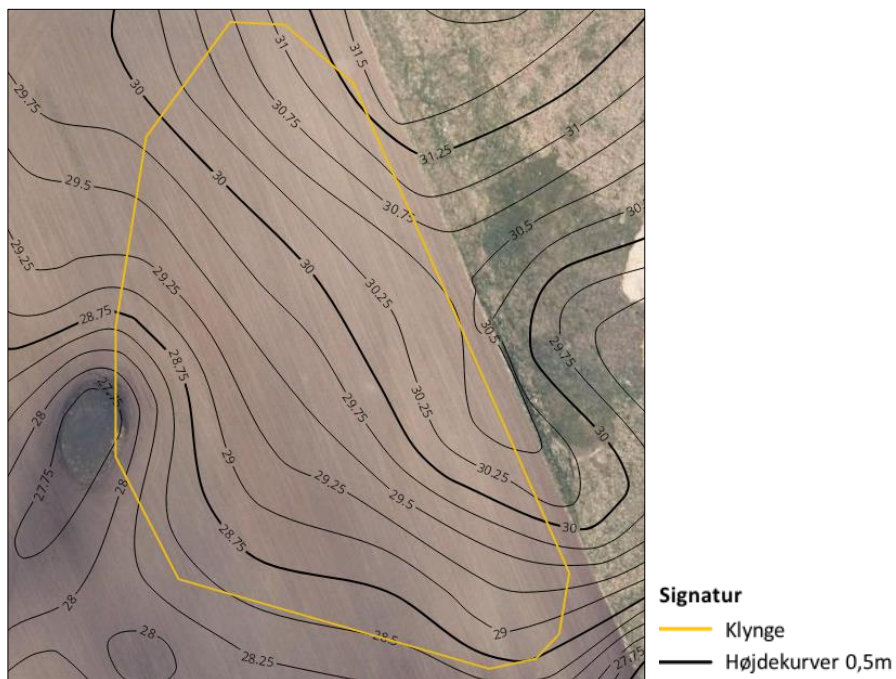
Den hydrauliske ledningsevne fastlægges til $1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s jf. afsnit 3.3. Nedsivningsevnen er ringe, og derfor dimensioneres LAR-anlæggene, så de kan indeholde det fulde volumen fra tagarealerne ved en 100-årshændelse. Alle

nedsivningsanlæg skal forsynes med overløb til det øvrige regnvandssystem, da der her er afledning til recipient.

6.2 Klynge A

6.2.1 Eksisterende forhold

Klynge A er beliggende på matrikel 16a og har et areal på 0,63 ha. Det nuværende arealdække består af mark.

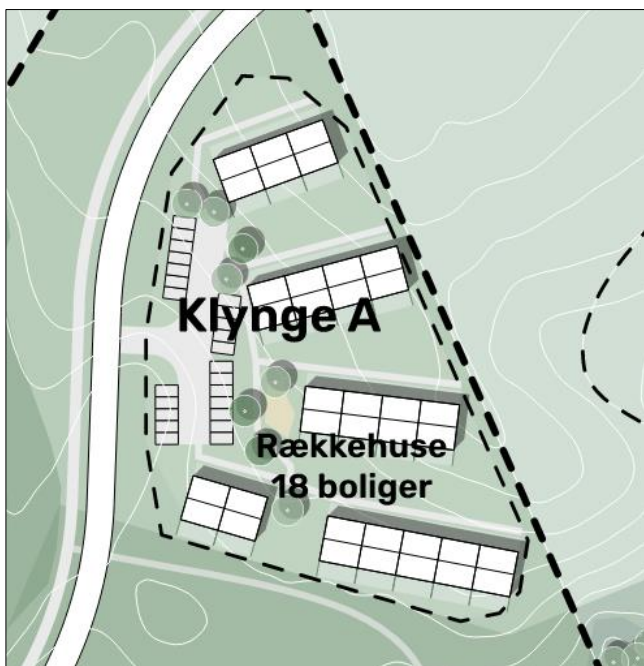


Figur 6-3: Eksisterende arealdække og højdekurver. SCALGO Live.

Terrænet hælder fra kote +31,30 i nordøst til +27,60 i vest.

6.2.2 Fremtidige forhold

Den planlagte bebyggelse i klyngen er vist på Figur 6-4.



Figur 6-4: Planlagt fremtidig bebyggelse, klynge A.

I klynge A er der planlagt 18 rækkehuse i fem rækker bestående af blokke med hhv. 3, 4, 4, 2 og 5 huse fra nord mod syd. Adgang til klyngen fås via en stikvej fra stamvejen, som deler sig til højre og venstre inde på klyngen.

I Tabel 6-2 er angivet arealer og beregnede regnvandsvolumener for de forskellige befæstelsestyper ved hhv. en 5-årshændelse og en 100-årshændelse.

Tabel 6-2: Areal og regnvandsvolumen pr. befæstelsestype, klynge A.

	Areal	Afløbs- koefficient ϕ	Volumen, 5-årshændelse	Volumen, 100- årshændelse
Klynge A	6.342 m ²			
Vej og parkering	712 m ²	1,0	27 m ³	55 m ³
Tagareal	1.700 m ²	1,0	65 m ³	132 m ³
Grønt areal	3.930 m ²	0,8	120 m ³	245 m ³

Terræn

Det er nødvendigt at foretage terrænregulering for at bebygge klyngen optimalt. Koterne for den anbefalede terrænregulering kan ses i Bilag 5. For alle sokkelkoter skal der regnes med en usikkerhed på 0,3 m.

Terrænet hæves i vest, så adgangsvejen tilpasses stamvejen. Terrænet udjævnes, så sokkelkoten inden for hver enkelt rækkehusrække er ens for alle huse. Det overordnede fald går fra ca. +31,5 i nord til ca. +28,5 i syd. Der sikres dermed fald i denne retning, hvilket hjælper med at føre det vand, der skal

afstrømme ud af klyngen. De grønne arealer i klyngen afvander til regnvands-systemet uden for klyngen via et skråningsanlæg netop udenfor den sydlige afgrænsning.

Tagvand og LAR-løsninger

Der er tilstrækkelig plads på de ubebyggede fællesarealer imellem bygningerne til at håndtere alt tagvand ved en 100-årshændelse. Dette er vist i Bilag 6. Der etableres grøfter og regnbede ved bygningerne med dimensioner, så volumenerne svarer til afstrømningen fra bygningernes tagareal. Næsten alle bede og grøfter har en dybde på 0,3 m. Grundet det højtstående grundvand syd på grunden skal regnbede/grøfter placeres så højt som muligt og med så lav dybde som muligt.

Vejvand

Det skal sikres, at alt vandet ved en 5-årshændelse kan nedsives i grøfter og bede i klyngen. Der kan eksempelvis placeres en grøft langs parkeringspladserne øst for adgangsvejen som vist i Bilag 6. Der henvises til Tabel 6-1 for mulige renseløsninger, som kan kombineres for optimal effekt i klyngen.

Ved hændelser større end $T = 5$ ledningsføres det overskydende volumen til regnvandsbassin RB3.

Nedsivning og overløb

Grundet den lave nedsivningsevne er der risiko for at grøfter og regnbede oversvømmes i tilfælde af koblede regnhændelser, hvor nedbør ikke når at nedsive. Derfor skal alle LAR-bede og -grøfter udlagt til nedsivning forsynes med overløb ud af klyngen i form af kuppelriste med indløb i terrænniveau. Overløbet skal sikre, at der ikke står vand på arealer der ikke er udlagt til det.

6.3 Klynge B

6.3.1 Eksisterende forhold

Klynge B er beliggende på matrikel 16a og har et areal på 2,6 ha. Det nuværende arealdække er hovedsageligt mark, undtaget de eksisterende bygninger i øst samt den omgivende bevoksning. Igennem klyngen løber desuden stikvejen, der fører fra vejen i vest til bebyggelsen Troldmosegård i øst.

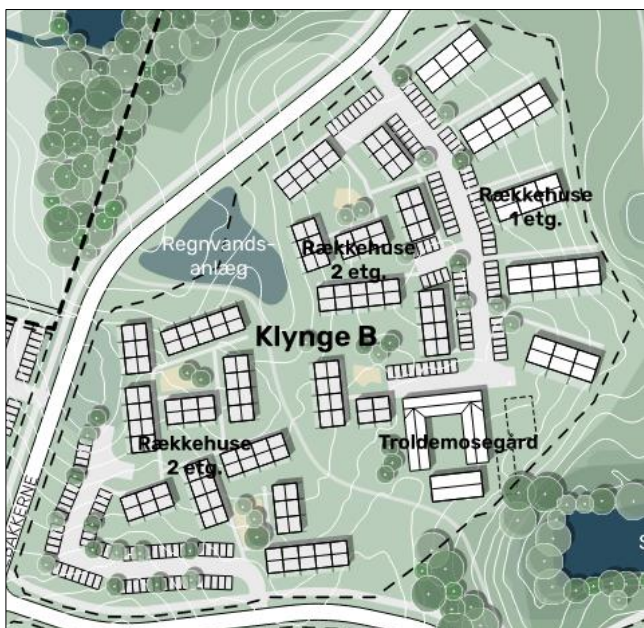


Figur 6-5: Eksisterende arealdække og højdekurver. SCALGO Live.

I den nordøstlige del af klyngen er terrænet centreret omkring midten, hvor koten er imellem +30,00 og 30,50. Herfra falder terrænet ud mod siderne. I den sydvestlige del stiger terrænet fra kote +27,80 i nord til +33,10 i syd.

6.3.2 Fremtidige forhold

Den planlagte bebyggelse i klynge B er vist på Figur 6-6.



Figur 6-6: Planlagt fremtidig bebyggelse, klynge B.

I klynge B er der på den østlige del planlagt 48 rækkehuse, heraf 17 rækkehuse i én etage og 31 rækkehuse i to etager. Desuden genopføres den eksisterende gård, Trolldemosegård. I den vestlige del af klyngen er der planlagt 38 rækkehuse i to etager. I nord er der adgang til klyngen via en stikvej fra stamvejen, mens der fra syd er adgang fra fordelingsvejen.

I Tabel 6-3 er angivet arealer og beregnede regnvandsvolumener for de forskellige befæstelsestyper ved hhv. en 5-årshændelse og den dimensionsgivende 100-årshændelse.

Tabel 6-3: Areal og regnvandsvolumen pr. befæstelsestype, klynge B.

	Areal	Afløbs- koefficient ϕ	Volumen, 5-årshændelse	Volumen, 100- årshændelse
Klynge B	26.434 m ²			
Vej og parkering	4.309 m ²	1,0	165 m ³	335 m ³
Tagareal	8.202 m ²	1,0	313 m ³	638 m ³
Grønt areal	13.923 m ²	0,8	425 m ³	867 m ³

Terræn

Det er nødvendigt at foretage terrænregulering for at bebygge klyngen optimalt. Koterne for den anbefalede terrænregulering kan ses i Bilag 5. For alle sokkelkoter skal der regnes med en usikkerhed på 0,3 m.

Terrænet udjævnes i et omfang, der tillader, at sokkelkoten inden for hver enkelt rækkehusrække er ens for alle huse. Trolldemosegård genopføres i kote

+30,7, hvormed det ligger højere end vejen. I den vestlige del af klyngen anlægges én rækkehusrække med kote +30,0 i nord og kote +31,0 i syd, hvilket vil bevirke et sokkelspring på 0,33 m imellem husene i denne række.

Den østlige del af klyngen afvander til RB3, mens den vestlige del af klyngen afvander til RB6.

Tagvand og LAR-løsninger

Der er tilstrækkelig plads på de ubebyggede fællesarealer imellem bygningerne til at håndtere alt tagvand ved en 100-årshændelse. Dette er vist i Bilag 6. Der etableres grøfter og regnbede ved bygningerne med dimensioner, så hvert volumen svarer til afstrømningen fra den respektive bygnings tagareal. Næsten alle bede og grøfter har en dybde på 0,3 m. På grund af pladshensyn vil det formentlig være nødvendigt at gøre enkelte grøfter i den østlige del af klyngen dybere, ca. 0,4-0,5 m.

Afhængig af terrænets endelige udformning kan der laves et større regnbed imellem de nordligst beliggende huse i den vestlige del af klyngen. Herfra afvandes der til RB6.

Vejvand

Det skal sikres, at alt vandet ved en 5-årshændelse kan nedsives i grøfter og bede i klyngen. Der kan f.eks. placeres grøfter langs den ene side af parkeringspladserne langs vejen, som vist i Bilag 6. Der henvises til Tabel 6-1 for mulige renseløsninger, som kan kombineres for optimal effekt i klyngen.

Ved hændelser større end $T = 5$ ledningsføres det overskydende volumen til regnvandsbassinerne: den østlige del til RB3 og den vestlige del til RB6.

Nedsivning og overløb

Grundet den ringe nedsivningsevne er der risiko for at grøfter og regnbede oversvømmes i tilfælde af koblede regnhændelser, hvor skybrudsvandet ikke når at nedsive. Derfor etableres der i alle LAR-bede og grøfter overløb ud af klyngen i form af kuppelriste med indløb i terrænniveau.

6.4 Klynge C

6.4.1 Eksisterende forhold

Klynge C er beliggende på matrikel 16a og har et areal på 1,4 ha. Det nuværende arealdække består af mark.



Figur 6-7: Eksisterende arealdække og højdekurver. SCALGO Live.

Terrænet er kuperet, og højdepunktet i kote +35,5 findes langs klyngens sydvestlige afgrænsning. Der findes en lavning i nordøst, hvor koten er +28,96.

6.4.2 Fremtidige forhold

Den planlagte bebyggelse i klynge C er vist på Figur 6-8.



Figur 6-8: Planlagt fremtidig bebyggelse, klynge C.

I klyngen er der planlagt i alt 44 rækkehuse fordelt på 12 rækker. Fra fordelingsvejen forløber adgangsvejen fra øst mod vest.

I Tabel 6-4 er angivet arealer og beregnede regnvandsvolumener for de forskellige befæstelsestyper ved hhv. en 5-årshændelse og den dimensionsgivende 100-årshændelse.

Tabel 6-4: Areal og regnvandsvolumen pr. befæstelsestype, klynge C.

	Areal	Afløbs- koefficient ϕ	Volumen, 5-årshændelse	Volumen, 100- årshændelse
Klynge C	14.245 m ²			
Vej og parkering	1.853 m ²	1,0	71 m ³	144 m ³
Tagareal	3.900 m ²	1,0	149 m ³	303 m ³
Grønt areal	8.492 m ²	0,8	260 m ³	529 m ³

Terræn

Det er nødvendigt at foretage terrænregulering for at bebygge klyngen optimalt. Koterne for den anbefalede terrænregulering kan ses i Bilag 5. For alle sokkelkoter skal der regnes med en usikkerhed på 0,3 m.

Terrænet udjævnes i et omfang der tillader, at sokkelkoten inden for hver enkelt rækkehusrække er ens for alle huse. I den vestlige del af klyngen anlægges en enkelt rækkehusrække med kote +30,5 i nordvest og kote +29,5 i sydvest, hvilket vil bevirke et sokkelspring på 0,25 m imellem husene i denne række.

Den vestligst beliggende del af klyngen (ca. 4.000 m²) afvander til det lille regnvandsbassin RB5, mens resten, inklusive hele vej- og parkeringsarealet, afvander til RB6.

Tagvand og LAR-løsninger

Der er tilstrækkelig plads på de ubebyggede fællesarealer imellem bygnin-
gerne til at håndtere alt tagvand ved en 100-årshændelse. Dette er vist i Bilag 6. Der etableres grøfter og regnbede ved bygningerne med dimensioner, så hvert volumen svarer til afstrømningen fra den respektive bygnings tagareal.

Alle regnbede og grøfter har en dybde på 0,3 m.

Vejvand

Det skal sikres, at alt vandet ved en 5-årshændelse kan nedsives i grøfter og bede i klyngen. Det anbefales at anlægge en grøft langs adgangsvejen som vist i Bilag 6, hvormed der kan opnås et relativt stort volumen. Der henvises til Tabel 6-1 for mulige renseløsninger, som kan kombineres for optimal effekt i klyngen.

Ved hændelser større end $T = 5$ føres det overskydende volumen til regnvandsbassin RB6. Dette kan enten gøres via ledning direkte til RB6 eller på terræn til et lille forsinkelsesbassin i øst inden udledning til RB6.

Nedsivning og overløb

Grundet den ringe nedsivningsevne er der risiko for at grøfter og regnbede oversvømmes i tilfælde af koblede regnhændelser, hvor skybrudsvandet ikke når at nedsive. Derfor etableres der i alle LAR-bede og grøfter overløb ud af klyngen i form af kuppelriste med indløb i terrænniveau.

6.5 Klynge D

6.5.1 Eksisterende forhold

Klynge D er beliggende på matrikel 16a og har et areal på 2,2 ha. Det nuværende arealdække består næsten udelukkende af mark. I det vestlige hjørne krydses klyngen af den sidevej, der forbinder Troldemosevej i vest og Helsingørvej i øst. Vejen er ikke asfalteret og fremstår som en markvej.



Figur 6-9: Eksisterende arealdække og højdekurver. SCALGO Live.

Højdepunktet i terrænet findes nord for midten af klyngen. Her er koten ca. +33,2. Vest for dette findes en lavning i +29,9. Overordnet set hælder terrænet ud mod klyngens afgrænsninger.

6.5.2 Fremtidige forhold

Den planlagte bebyggelse i klynge D er vist på Figur 6-10.



Figur 6-10: Planlagt fremtidig bebyggelse, klynge D.

I klyngen er der planlagt i alt 63 rækkehuse fordelt på 16 rækker. Adgang fås via forlængelsen af fordelingsvejen, som løber hele vejen igennem klyngen.

I Tabel 6-5 er angivet arealer og beregnede regnvandsvolumener for de forskellige befæstelsestyper ved hhv. en 5-årshændelse og den dimensionsgivende 100-årshændelse.

Tabel 6-5: Areal og regnvandsvolumen pr. befæstelsestype, klynge D.

	Areal	Afløbs-koefficient ϕ	Volumen, 5-årshændelse	Volumen, 100-årshændelse
Klynge D	21.731 m ²			
Vej og parkering	2.753 m ²	1,0	105 m ³	214 m ³
Tagareal	5.675 m ²	1,0	217 m ³	442 m ³
Grønt areal	13.303 m ²	0,8	407 m ³	828 m ³

Terræn

Det er nødvendigt at foretage terrænregulering for at bebygge klyngen optimalt. Koterne for den anbefalede terrænregulering kan ses i Bilag 5. For alle sokkelkoter skal der regnes med en usikkerhed på 0,3 m.

Der fjernes ca. 1,7 m jord fra toppen af højdepunktet, så koten her nu er ca. +31,5. Grundet terrænets fortsatte hældning ud mod siderne vil det kræve uhensigtsmæssigt meget bortgravning af jord at sikre at alle rækkehusrækker er uden sokkelspring. Derfor bearbejdes terrænet kun i det omfang, at sokkelspringene er mulige at udføre.

Den østligste del af klyngen (8.640 m²) afvander til RB3, mens den vestlige del afvander til RB6.

Tagvand og LAR-løsninger

Der er tilstrækkelig plads på de ubebyggede fællesarealer imellem bygningerne til at håndtere alt tagvand ved en 100-årshændelse. Dette er vist i Bilag 6. Der etableres grøfter og regnbede ved bygningerne med dimensioner, så hvert volumen svarer til afstrømningen fra den respektive bygnings tagareal. Der tages hensyn til områder med højtstående grundvand i syd og vest (jf. Figur 6-2), idet der ikke placeres LAR-løsninger i disse områder, medmindre terrænet hæves netop her. Alle regnbede og grøfter i klyngen har en dybde på 0,3 m.

Vejvand

Det skal sikres, at alt vandet ved en 5-årshændelse kan nedsives i grøfter og bede i klyngen. Der henvises til Tabel 6-1 for mulige renseløsninger, som kan kombineres for optimal effekt i klyngen.

Der kan f.eks. opnås et relativt stort volumen ved anlæg af grøfter langs adgangsvejen som vist i Bilag 6. Overskydende vand fra den østlige del af klyngen vil formentlig skulle rørføres til RB3, mens vand fra den vestlige del kan rørføres direkte til RB6, eller der kan anlægges et lille forsinkelsesbassin i syd inden udledning til bassinet.

Ved hændelser større end T = 5 ledningsføres det overskydende volumen til regnvandsbassinerne: den østlige del til RB3 og den vestlige del til RB6.

Nedsivning og overløb

Grundet den ringe nedsivningsevne er der risiko for at grøfter og regnbede oversvømmes i tilfælde af koblede regnhændelser, hvor skybrudsvandet ikke når at nedsive. Derfor etableres der i alle LAR-bede og grøfter overløb ud af klyngen i form af kuppelriste med indløb i terrænniveau.

6.6 Klynge E

6.6.1 Eksisterende forhold

Klynge E er beliggende på matrikel 16d og 32 og har et areal på 3,4 ha. Areal-dækket består overvejende af fritvoksende lav vegetation, mens der langs den østlige grænse er mark. I det sydøstlige hjørne af klyngen findes tæt vegetation i form af træer og buske, hvor klyngen har overlap med grunden tilhørende Trolldemosevej 5.



Figur 6-11: Eksisterende arealdække og højdekurver. SCALGO Live.

Terrænet er centreret omkring et højdepunkt i kote +38,5 midt på grunden, og falder herfra stejlt ud til siderne. Lavest er terrænet i klyngens nordøstlige hjørne, hvor koten er +28,45.

6.6.2 Fremtidige forhold

Den planlagte bebyggelse i klynge E er vist på Figur 6-12.



Figur 6-12: Planlagt fremtidig bebyggelse, klynge E.

Der er planlagt bebyggelse med to punkthuse samt i alt 49 rækkehuse fordelt på 14 rækker. I det sydøstlige hjørne planlægges opførelse af et seniorbofællesskab på ca. 2.700 m². Adgang fås fra syd via en vej, der slanger sig først mod øst og dernæst mod vest igennem klyngen.

I Tabel 6-6 er angivet arealer og beregnede regnvandsvolumener for de forskellige befæstelsestyper ved hhv. en 5-årshændelse og den dimensionsgivende 100-årshændelse.

Tabel 6-6: Areal og regnvandsvolumen pr. befæstelsestype, klynge E.

	Areal	Afløbs-koefficient ϕ	Volumen, 5-årshændelse	Volumen, 100-årshændelse
Klynge E	33.854 m ²			
Vej og parkering	7.360 m ²	1,0	281 m ³	573 m ³
Tagareal	7.200 m ²	1,0	275 m ³	560 m ³
Grønt areal	19.294 m ²	0,8	590 m ³	1.201 m ³

Terræn

Det er nødvendigt at foretage terrænregulering for at bebygge klyngen optimalt. Koterne for den anbefalede terrænregulering kan ses i Bilag 5. For alle sokkelkoter skal der regnes med en usikkerhed på 0,3 m.

Adgangsvejen anlægges forholdsvis fladt indtil sidste sving. Dette lader sig gøre pga. grøfter langs vejen til opsamling af vand fra vej- og parkeringsarealer.

Der fjernes ca. 2,5 m jord fra højdepunktet, så koten nu er ca. +36. Der kan med fordel laves et lokalt regnbed på toppen med kote ca. +35,5. Grundet terrænets fortsatte hældning ud mod siderne vil det kræve uhensigtsmæssigt meget bortgravning af jord at sikre at alle rækkehusrækker er uden sokkelspring. Derfor bearbejdes terrænet kun i det omfang, at sokkelspringene er mulige at udføre. De seks nordligst beliggende rækkehusrækker har en højdeforskel på 2 m fordelt på 4-5 huse.

Arealet omkring seniorbofællesskabet afvander til RB5 via underføring under stamvejen, mens resten af klyngen afvander til RB3.

Tagvand og LAR-løsninger

Der er tilstrækkelig plads på de ubebyggede fællesarealer imellem bygningerne til at håndtere alt tagvand ved en 100-årshændelse. Dette er vist i Bilag 6. Der etableres grøfter og regnbede ved bygningerne med dimensioner, så hvert volumen svarer til afstrømningen fra den respektive bygnings tagareal. Hvor det er hensigtsmæssigt i henhold til terrænet, laves større fællesbede/-grøfter for flere bygninger. For de seks nordligst beliggende rækkehusrækker vil det være fordelagtigt at lave en lang fælles regnvandsgrøft på det grønne areal nord for husene, hvori vandet kan nedsive. Ligeledes kan der laves et stort nedsivningsvolumen syd for seniorbofællesskabet.

Vejvand

Det skal sikres, at alt vandet ved en 5-årshændelse kan nedsives i grøfter og bede i klyngen. Der henvises til Tabel 6-1 for mulige renseløsninger, som kan kombineres for optimal effekt i klyngen.

Langs en del af adgangsvejen og de nærliggende parkeringspladser kan der formentlig etableres grøfter til en stor del af vandet, som vist i Bilag 6. Ved hændelser større end $T = 5$ ledningsføres det overskydende volumen til regnvandsbassinerne: den nordøstlige del til RB3 og den sydvestlige del til RB6.

Nedsivning og overløb

Grundet den ringe nedsivningsevne er der risiko for at grøfter og regnbede oversvømmes i tilfælde af koblede regnhændelser, hvor skybrudsvandet ikke når at nedsive. Derfor etableres der i alle LAR-bede og grøfter overløb ud af klyngen i form af kuppelriste med indløb i terrænniveau.

6.7 Klynge F

6.7.1 Eksisterende forhold

Klynge F er beliggende på matrikel 24b, 27b og 32 og har et areal på 1,7 ha. Det nuværende arealdække består overvejende af høj og lav vegetation (hhv. træer og græs). I klyngen findes desuden de eksisterende bebyggelser på adresserne Troldevej 5 og 7.



Figur 6-13: Eksisterende arealdække og højdekurver. SCALGO Live.

Terrænet er kuperet, og klyngens højdepunkt findes på den ene af to forhøjninger mod nord. Her er toppunktet i kote +36,5. Lavpunktet findes langs den sydvestlige afgrænsning i kote +29,0.

6.7.2 Fremtidige forhold

Den planlagte bebyggelse i klynge F er vist på Figur 6-14.



Figur 6-14: Planlagt fremtidig bebyggelse, klynge F. Blå: regnbet.

Der er planlagt 17 punkthuse fordelt på arealet. Adgang til klyngen fås via en stikvej fra stamvejen (sidevej 1), som løber fra nord til syd, hvorefter den drejer mod nordøst. Der udløber desuden en fordelingsvej mod øst ca. midt på adgangsvejen.

I Tabel 6-7 er angivet arealer og beregnede regnvandsvolumener for de forskellige befæstelsestyper ved hhv. en 5-årshændelse og den dimensionsgivende 100-årshændelse.

Tabel 6-7: Areal og regnvandsvolumen pr. befæstelsestype, klynge F.

	Areal	Afløbs- koefficient ϕ	Volumen, 5-årshændelse	Volumen, 100- årshændelse
Klynge F	17.479 m ²			
Vej og parkering	5.142 m ²	1,0	196 m ³	400 m ³
Tagareal	3.332 m ²	1,0	127 m ³	259 m ³
Grønt areal	8.521 m ²	0,8	260 m ³	530 m ³

Terræn

Det er nødvendigt at foretage terrænregulering for at bebygge klyngen optimalt. Koterne for den anbefalede terrænregulering kan ses i Bilag 5. For alle sokkelkoter skal der regnes med en usikkerhed på 0,3 m.

Terrænets udformning med lavningen i nord benyttes til at lave et større regnbet, som vil være beliggende i kote ca. +32 imellem de planlagte huse. Terrænet skal reguleres på skrænten ved regnbedet, så punkthusene kan placeres hensigtsmæssigt omkring det. Der skal fortsat optages 1,5 m terræn over husenes grundplan, idet de har sokkelkote +33,5 ved siden mod bedet og +35,0

på modsatte side. Dette gør sig ligeledes gældende for punkthusene umiddelbart syd for fordelingsvejen, som har sokkelkote +35,5 op til vejen og +34,0 på modsatte side. De øvrige punkthuse vil kunne placeres på fladt terræn.

Den nordlige del af klyngen (ca. 5.231 m²) afvander til RB5, mens resten afvander til RB6.

Tagvand og LAR-løsninger

Der er tilstrækkelig plads på de ubebyggede fællesarealer imellem punkthusene til at håndtere alt tagvand ved en 100-årshændelse. Dette er vist i Bilag 6.

Vandet fra de syv nordligst beliggende punkthuse løber til ovennævnte regnbed, som får karakter af samlingssted i klyngen og samtidig er et nedsivningsvolumen med kapacitet til den dimensionsgivende hændelse. I den sydlige del af klyngen etableres regnbede ved husene med en dybde på 0,3 m og et korresponderende overfladeareal, så hvert volumen svarer til afstrømningen fra den respektive bygnings tagareal. Der laves større fællesbede for to punkthuse hvor det er muligt.

Vejvand

Det skal sikres, at alt vandet ved en 5-årshændelse kan nedsives i grøfter og bede i klyngen. Der henvises til Tabel 6-1 for mulige renseløsninger, som kan kombineres for optimal effekt i klyngen.

Fordelingsvejen kan med fordel gives et tilstrækkeligt fald fra øst mod vest til at lede vandet til et lavpunkt ved mødet med adgangsvejen. Herfra vil vandet løbe sydpå til et større regnbed, der er beliggende nær hvor adgangsvejen svinger mod nordøst. Fra regnbedet er der overløb til regnvandsbassin RB6.

Nedsivning og overløb

Grundet den ringe nedsivningsevne er der risiko for at grøfter og regnbede oversvømmes i tilfælde af koblede regnhændelser, hvor skybrudsvandet ikke når at nedsive. Derfor etableres der i alle LAR-bede og grøfter overløb ud af klyngen i form af kuppelriste med indløb i terrænniveau.

7 Regnvandsbassiner og udløb

Der etableres regnvandsbassiner i planområdet, som sikrer tilstrækkelig kapacitet til at håndtere det vand, der ikke håndteres i nedsivningsløsninger indenfor klyngerne ved den dimensionerende 100-årshændelse. Der laves to basinsystemer: Det overordnede system for usaltet regnvand fra klyngerne, hvori langt størstedelen af regnvandet håndteres, og det system hvori det periodevist saltede vand fra stamvej og trafiksti føres separat. I dette kapitel præciseres og beskrives bassin- og ledningssystemerne samt udløbet til Ammendrup Å.

7.1 Oplande og volumener

Det nødvendige volumen for hvert bassin er beregnet på baggrund af oplandene hertil. Beregningerne er udført ud fra følgende forudsætninger og antagelser:

- Vand fra tagarealer i klyngerne nedsiver lokalt i LAR-anlæg jf. kapitel 6. Tagvandet bidrager derfor ikke til bassinvolumenerne.
- Vand fra grønne arealer i og udenfor klyngerne håndteres i regnvandssystemet/bassinerne. Afløbskoefficient = 0,8.
- Vand fra vej- og parkeringsarealer i klyngerne:
Vand op til en 5-årshændelse ($T = 5$) nedsiver i klyngerne. Ved hændelser større end dette ($T > 5$) ledes det overskydende volumen til regnvandsbassinerne. Afløbskoefficient = 1,0.
- Vand fra fordelingsvejen ender i RB6. Afløbskoefficient = 1,0.
- Vand fra oplandene til § 3-vandhullerne håndteres ikke i regnvandssystemet/bassinerne.

Beregningerne er vedlagt som Bilag 7. I Tabel 7-1 ses en opgørelse over bruttooplandene, som viser, at der er redegjort for det totale areal for planområdet (26,1 ha).

Tabel 7-1: Oplande til regnvandsbassiner.

Bassin	Fra klynger [ha]	Fra øvrigt opland [ha]	Brutto-opland i alt [ha]
RB3	5,9	2,1	8,0
RB5	1,6	0,2	1,8
RB6	4,6	4,4	9,0
RB4, 4.1, 4.2		1,5	1,5
Oplande i alt			20,2
§ 3-oplande			5,9
I alt			26,1

7.2 System for usaltet vand

7.2.1 Funktion og geometri

I denne etape af Troldebakkerne består det overordnede system for usaltet regnvand af bassinerne RB3, RB5 og RB6. Der er tale om seriekoblede bassiner, da RB3 og RB5 leder vandet til RB6.

Overordnet tilstræbes det at få så lave og flade bassiner som muligt, da grundvandsspejlet ligger højt i projektområdet. Udløbskoter er fastlagt så der ligger ca. 20 cm vand i bunden af bassinerne. Regnvandsteknisk er det en fordel at udløbsledningen ikke ligger helt i bunden, da dette bidrager til tilbageholdelse af sediment. Under detailprojekteringen foreslås det undersøgt om bassinbunden bør udformes med varierende dybder, såfremt dette er til gavn for dyre- og plantelivet.

RB3

Oplandet til RB3 består af de omkringliggende grønne områder samt dele af klynge A, B, D og E.

I alt skal RB3 have kapacitet til ca. 3.900 m³ vand. Volumenberegningerne fremgår af Bilag 7. Volumenet kan f.eks. opnås ved at lave et bassin med et overfladeareal på 5.500 m² og en dybde på 0,75 m. Det anbefales i denne forbindelse at hæve terrænet langs § 3-områderne i øst (V8 og V9). Dette vil gøre det muligt at placere RB3 højere i terrænet. Samtidig sikres afgrænsningen mellem regnvandssystemet og § 3-områderne, så bassinet kan fyldes uden at vandet løber til § 3-områderne.

Fra RB3 føres vandet i ledninger til RB6. Udløbskoten fra RB3 skal være mindst +26,22 for at vandet kan løbe ved gravitation. Udløbet foregår gennem en udløbsbrønd (1.1) med en flowregulator på 5 l/s, som sikrer en jævn vandføring

og sammenhæng med det øvrige system. I brønden etableres overløb via bypass, så vandet ved endnu større hændelser løber direkte på ledningen efter regulatoren.

RB5

RB5 er et mindre nedsivningsbassin, som modtager vand fra regnbedet nordligst i klynge F, den vestlige del af klynge C, samt den sydøstlige del af klynge E.

I alt skal RB5 have kapacitet til ca. 730 m³ vand. Volumenberegningerne fremgår af Bilag 7. Volumenet kan f.eks. opnås med et bassin med et overfladeareal på 850 m² og en gennemsnitsdybde på 0,9 m.

Vandet føres fra RB5 til RB6 nedstrøms. Grundet forhøjningen imellem klynge C og F er det nødvendigt at rørlægge vandet de første ca. 100 m, hvorefter det løber i en åben rende på terræn de resterende 100 m til bassinet. Minimumskoten for udløbet fra RB5 er +31,5 for at vandet kan løbe ud i renden i kote +31,0. Udløbet fra bassinet foregår gennem en udløbsbrønd (3.1) med en flowregulator på 1 l/s, som sikrer en jævn vandføring og sammenhæng med det øvrige system. I brønden etableres overløb via bypass, så vandet ved endnu større hændelser løber direkte på ledningen efter regulatoren.

RB6

RB6 er det mest nedstrøms bassin i systemet. Oplandet for bassinet består af de omkringliggende grønne områder samt dele af klynge B, C, D og F.

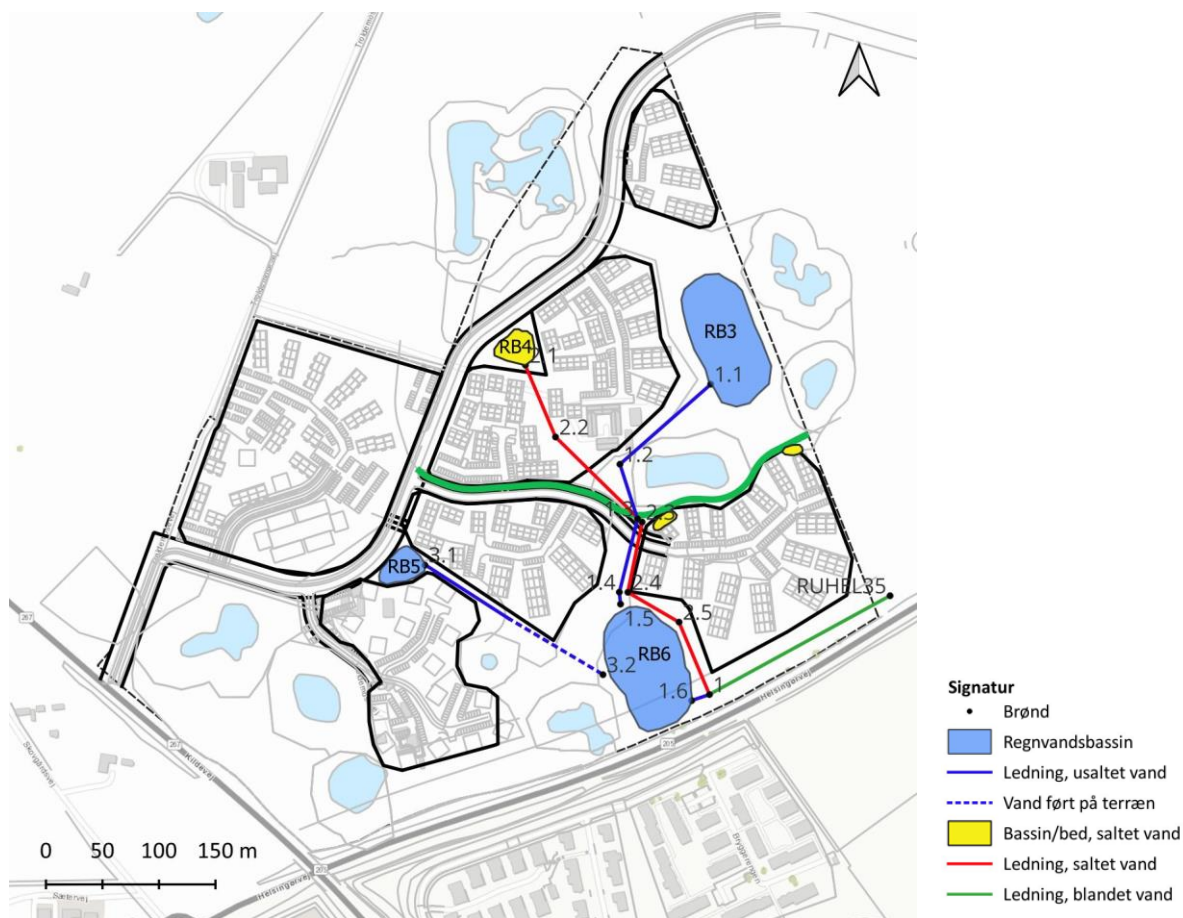
RB6 tager også imod vand fra RB3 (5 l/s) og RB5 (1 l/s). Fra RB6 føres vandet østpå til brønd 1, hvor det møder vand fra det andet bassin- og ledningssystem inden udledning til recipienten. Dette uddybes i afsnit 7.4.

RB6 skal have kapacitet til ca. 4.300 m³ vand. Volumenberegningerne fremgår af Bilag 7. Volumenet kan f.eks. opnås med et bassin med et overfladeareal på 6.000 m² og en gennemsnitsdybde på 0,85 m.

Udløbskoten fra RB6 skal være mindst +25,20 for at vandet kan løbe ved gravitation til samlebrønden, brønd 1. Udløbet foregår gennem en udløbsbrønd med en flowregulator på 11 l/s. Dette svarer til 5 l/s fra RB3, 1 l/s fra RB5 og 5 l/s fra RB6's eget opland. I brønden etableres overløb via bypass, så vandet ved endnu større hændelser løber direkte på ledningen efter regulatoren.

På den sydvestlige side af RB6 falder terrænet ned mod § 3-området V5 i syd. Det er derfor nødvendigt at fjerne jord i nordøst og fylde på i sydvest, så der dannes en bramme omkring RB6. Dermed kan det sikres, at bassinet kan fyldes helt op uden at vandet løber til V5.

7.2.2 Ledningssystem og udløbskoter



Figur 7-1: Ledningsplan, princip.

Principperne for ledningssystemet er fastlagt ud fra et ønsket fald på 3-5%, hvormed ledningerne betragtes som værende selvrensende, da det er udløb fra store bassiner. Bunden af brøndene skal ligge i frostfri dybde, mindst 0,75 m.u.t. Ledningerne er Ø200 mm PP. Princippet for ledningssystemet kan ses på Figur 7-1. Øvrige ledningsdimensioner og beregnede bundkoter kan ses i Tabel 7-2.

Tabel 7-2: Ledningssystem for usaltet regnvand

Brønd	Ledning	Lednings-længde [m]	Fald [%]	Ud-løbskote
1.1				26,22
	L6	100	4	
1.2				25,82
	L7	50	4	

1.3				25,62
	L8	70	4	
1.4				25,34
	L9	10	4	
1.5 (indløb til RB6)				25,30
	-	-	-	-
1.6 (udløb fra RB6)				25,20
	L11	30		
1			27,60	25,10

7.3 System for periodevist saltet vand

7.3.1 Funktion og geometri

Systemet for periodevist saltet vand sikrer tilbageholdelse af oliepartikler og sedimenter for at forhindre forurening og minimere driftsomkostningerne til regnvandsanlægget. Vandet fra grøften langs stamvejen opsamles i bassinet RB4, som er placeret ved det eksisterende lavpunkt i terrænet langs stamvejen ved St. 562. Bassinet modtager regnvand både ved hverdagshændelser og skybrud. Dette er detaljeret i afsnit 5.1.

I afsnit 5.2.2 fremgår det, at der skal skabes kapacitet til 911 m³ vand ved den dimensionsgivende regnhændelse. Størrelsen på RB4 begrænses af grundvandsspejlet, idet bunden af bassinet skal være minimum 0,5 m over højeste grundvandsspejl for at sikre at drænledningen under bassinet fungerer optimalt. Derfor hæves terrænet lokalt hvor det er nødvendigt, så kronekanten alle steder er mindst 1,7 m over grundvandsspejlet. Dermed kan RB4 anlægges med et overfladeareal på omkring 800 m² og en dybde på 1,2. Det er eftervist i SCALGO, at der er plads til dette.

Udløbskoten fra RB4 skal være mindst +26,54 for at vandet ledes igennem systemet ved gravitation.

Bassinet anlægges med tæt bund for at sikre fuldkommen mod nedsivning. Der anlægges en drænledning under filtermulden, som leder vandet bort. Mens den primære rensning foregår ved sedimentation i det våde bassin, skal filtermulden bidrage til rensning af vandet for blandt andet PAH'er og tungmetaller. Vandet ledes direkte fra RB4 til en samlebrønd nedstrøms for RB6, så saltvandet ikke blandes med de øvrige arealer. Der udledes 2 l/s fra RB4 via vandbremse.

7.3.2 Ledningssystem og udløbskoter

Principperne for ledningssystemet er fastlagt ud fra et ønsket fald på 3-5%, hvormed ledningerne betragtes som værende selvrensende. Bunden af brøndene skal ligge i frostfri dybde, mindst 0,75 m.u.t. Ledningerne er Ø200 mm PP. Princippet for ledningssystemet kan ses på Figur 7-1. Øvrige ledningsdimensioner og bundkoter kan ses i Tabel 7-3.

Tabel 7-3: Ledningssystem for periodevist saltet regnvand

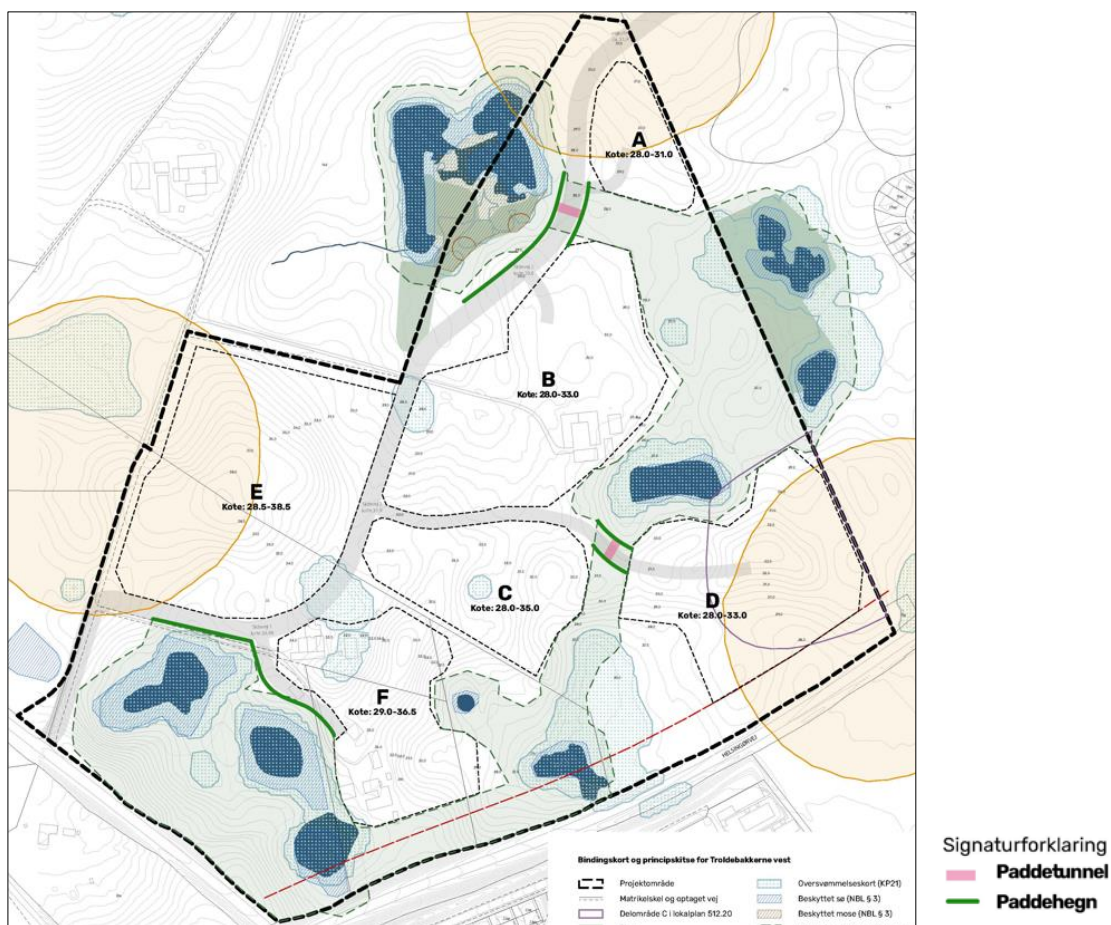
Brønd	Ledning	Ledningslængde [m]	Fald [%]	Udløbskote
2.1				26,54
	L1	90	4	
2.2				26,18
	L2	90	4	
2.3				25,82
	L3	67	4	
2.4				25,56
	L4	52	4	
2.5				25,35
	L5	62	4	
1				25,10
	L12	180	3	
RUHEL35				24,56

7.4 Udløb og recipient

Ledningssystemet fra bassin B4 fører vandet til brønd 2.3 ved underføringen under fordelingsvejen. Herfra fortsætter systemet syd øst om RB6 til en samlebrønd, brønd 1, sydøst for bassinet, hvori vandet løber sammen med vandet fra systemet med usaltet vand. Brønd 1 har en samlet udledning til recipienten Ammendrup Å via RUHEL35 på 13 l/s, svarende til 11 l/s fra det overordnede system og 2 l/s fra systemet med periodevist saltet vand.

8 Spredningskorridorer for bilag IV-arter

Det er en forudsætning for udviklingen af Troldebakkerne Vest, at omfanget af egnede levesteder for bilag IV-arten spidssnudet frø ikke reduceres i en sådan grad, at bestanden ikke kan opretholdes fremover. I notatet "Foranstaltninger til sikring af spidssnudet frø ved byudvikling i Troldebakkerne i Helsingør" (dateret 3. december 2019) og efterfølgende notater har Amphi Consult vurderet behovet for sikring af levesteder og spredningskorridorer, der er nødvendigt for at opretholde bestanden af spidssnudet frø i Troldebakkerne. Notatet er vedlagt som Bilag 8. I dette afsnit belyses hvordan tiltagene er implementeret i regnvandshåndteringssystemet.



8.1 Buffer omkring § 3-vandhuller

Jf. Amphi Consults anbefalinger er der lagt en buffer på 15 m omkring § 3-vandhullerne. Bufferzonen friholdes for byggeaktivitet og vil til dels kunne fungere som supplerende levested for frøer, dels beskytte § 3-området imod utilsigtet påvirkning som følge af anlægsarbejde og skyggekast fra bygninger.

8.2 Spredningskorridor

Der anlægges en spredningskorridor, som forbinder alle områdets § 3-søer. Korridoren har karakter af et sammenhængende bælte af grønne områder jf. Amphi Consults anbefalinger. Spredningskorridorens areal friholdes for byggeri og bevarer dets økologiske funktioner for dyre- og plantelivet.

Jf. ovennævnte notat bør spredningskorridoren som udgangspunkt være 40 m bred. I den foreslåede bebyggelsesplan varierer bredden fra 25 til ca. 90 m lokalt, hvor spændet 25-40 m tillades fordi det samlede tilgængelige areal er opretholdt ved udvidelse af korridoren andre steder.

Dele af arealet indgår i regnvandssystemet, herunder bassin RB3 i nord og en mindre del af RB6 i syd.

8.2.1 Paddetunneller og permanente paddehegn

Der etableres paddetunneller hvor spredningskorridoren møder tracéet for hhv. stamvejen og fordelingsvejen. Lokationerne er markeret på Figur 8-1. Tunnellerne har til formål at sikre, at paddebestandene ikke udsættes for væsentligt forhøjet dødelighed som følge af det tættere vejnet. De er desuden med til at facilitere spredningen af frøerne og dermed bestandens udnyttelse af levesteder i området.



Figur 8-2: Principiel udformning af paddetunnel. www.amphibienschutz.at.

Paddetunnellerne føres under vejene med en højde eller diameter på ca. 0,8-1,0 m, afhængig af det valgte tværsnit. På begge lokaliteter etableres der permanent paddehegn, som leder imod tunnellerne og samtidig forhindrer frøerne i at komme op på vejen. Den principielle udformning er vist på Figur 8-2.



Figur 8-3: Paddetunnel med lysindfald. Seatuck Environmental.

Hvis det vurderes at være nødvendigt, indarbejdes der partier med lysindfald i vejen, så passagen er delvist oplyst. Princippet er vist på Figur 8-3.

9 § 3-vandhuller og drænforhold

I dette kapitel redegøres der for de eksisterende hydrologiske forhold i og drænforhold imellem § 3-vandhullerne i Troldebakkerne Vest. De foreslåede ændringer i systemet gennemgås, og det eftervises at de hydrologiske forhold i vandhullerne kan opretholdes, dvs. at den planlagte udvikling af Troldebakkerne Vest ikke har en negativ påvirkning på § 3-områdernes vandstand.

Desuden gennemgås de tiltag, der skal implementeres for at sikre opretholdelse af den økologiske funktion for spidssnudet frø i området idet vandhul V11 nedlægges.

9.1 Forudsætninger

§ 3-områder er af lovgivningen beskyttet mod tilstandsændringer, og byggeri, vejanlæg m.v. må ikke medføre tilstandsforringelse af beskyttede arters yngle- og rasteområder. Der må dermed ikke ved dræning eller tilløb af f.eks. vejvand eller spildevand ske forringelse af § 3-vandhullernes vandbalance eller vandkvalitet. Der må heller ikke etableres nye forbindelser imellem søer eller imellem søer og vandløb/grøfter.

Det eksisterende drænsystem og den interne forbindelse mellem § 3-vandhullerne i Troldebakkerne Vest opretholdes i det omfang det er muligt, men der vil være behov for at forny og forenkle dele af systemet. Jf. vandløbsloven §17 samt bekendtgørelse om vandløbsregulering og -restaurering m.v. § 3. skal der søges reguleringstilladelse hos vandløbsmyndigheden ved omlægning af drænene i forbindelse med byggeprocessen.

9.2 Nummerering af § 3-vandhuller

Vandhullernes nummerering fremgår af Figur 9-1.



Figur 9-1: Nummerering af vandhuller.

Nummereringen stammer fra notatet "Foranstaltninger til sikring af spidssnudet frø ved byudvikling i Troldebakkerne i Helsingør" fra 2019 (Bilag 8), da Amphi Consult kortlagde det samlede Troldebakkerne (øst og vest). Vandhullerne V8, V9 og V10 (hvoraf sidstnævnte ikke optræder på figuren, da den ligger for langt ude af projektafgrænsningen) er beliggende i den østlige udstykning og er dermed uden for planområdet for nærværende projekt. Dog indgår V8 og V9 i det eksisterende drænsystem samt den planlagte spredningskorridor for bilag IV-arten spidssnudet frø, hvorfor de også indgår i regnvandshåndteringsplanen.

9.3 Eksisterende drænforhold

Det eksisterende drænsystem dræner terrænet fra højtliggende områder til lavereliggende områder via vandhullerne i området. Den 2. september 2024 foretog landinspektørfirmaet LE34 en indmåling af systemet på vegne af KOPL. Resultatet af indmålingen kan ses på Figur 9-2 og i Bilag 9.



Figur 9-2: Eksisterende dræn. LE34. Navne på vandhuller og dræn påtegnet efterfølgende.

Det indmålte drænsystem starter i den sydvestlige ende af Troldmosevej nær krydset med Kildevej. Vandet ledes herfra via drænrør til vandhul V1. Der ledes også vand til V1 fra V2. Vandet fra V1 drænes østpå til brønden syd for bebyggelsen på matrikel 32. Herfra ledes vandet ca. 265 m i nordøstlig retning mod V6. Drænet har udløb i kratområdet umiddelbart syd for V6, hvorfra det afvander via terræn til V6. V6 har udløb i det østligste punkt i V6, hvorfra vandet ledes ca. 175 m og ud i V8, der er beliggende i den kommunale udstykning, Troldebakkerne øst. Herfra føres vandet gennem V9 og til udløbspunktet fra Troldebakkerne ved Helsingørvej, hvorfra det ledes videre sydpå til Ammenstrup Å sideløb 1.

Enkelte grene af det eksisterende drænsystem fremgik ikke af kortet fra LE34 men er siden indtegnet. Det drejer sig om dræn fra vandhul V2 til indløb i D2 samt et dræn fra vandhul V7 til det øvrige system med tilkobling på D5. Drænet er markeret som D6 på Figur 9-2. Drænet er observeret ved tidligere besigtigelse og optræder på Gribskov Kommunes NetGIS. Der er med tiden opstået et brud på D6. Bruddet er formentlig opstået som følge af manglende vedligeholdelse af drænene. Der er ved tidligere gennemgang konstateret en prop i systemet i V8. Proppen er årsagen til, at V11 er opstået, da V11 får vand via drænet fra V7. Den præcise placering hvor D6 er tilsluttet D5 kendes ikke, men dette er uden større betydning, da både D5 og D6 renoveres/omlægges i dette projekt.

Den sydlige del af drænsystemet, på Figur 9-2 vist som 1.36, 1.40, 1.47 og 1.53, dræner V4 og V5 og fører vandet under Helsingørvej. Herfra løber drænet sydpå og løber sammen med ledningen fra den øvrige del af drænsystemet til Ammendrup Å sideløb 1. Drænene i denne del af systemet ligger ikke i vejen for det planlagte udviklingsprojekt, og der er derfor ikke planlagt ændringer på denne del af systemet.

Der er en yderligere en drænledning der afvander til V6 fra vest. Drænledningen ligger en smule indenfor projektområdet, og skal omlægges så den ligger langs projektafgrænsningen. Drænledningen afvander TrolDEMosen 2A, 2B og 2C. Fra WebArkiv fremgår det, at der er etableret et minirensesanlæg på TrolDEMosen 2B som har afløb til drænet.

Ledningsdimensioner, -længder, fald m.v. for det indmålte system er oplyst i Tabel 9-1.

Tabel 9-1: Oplysninger om eksisterende dræn i Troldebakkerne Vest.

Dræn	Længde (m)	Dimension (mm)	Indløbskote (m)	Udløbskote (m)	Fald (‰)
D1	33,9	Ø90/50	33,98	30,99	88,2
D2	92	Ø150	30,32	30,20	1,3
D3	76,4	Ø150	30,24	29,75	6,4
D4	197,5	Ø110	29,99	27,02	15,1
D5	175,1	Ø225	26,70	25,82	5,0

9.4 Fremtidige drænforhold

De interne forbindelser imellem § 3-vandhullerne bevares ved udviklingen af planområdet, mens tracéet ændres hvor det er hensigtsmæssigt. Ændringerne beskrives nedenfor og fremgår af Figur 9-3.



Figur 9-3: Princip for nyt drænsystem.

Forbindelsen imellem V1/V2 og V6 omlægges, og drænet placeres i vejudlægget for stamvejen. Herfra føres det nordpå til det tidligere udløbspunkt, hvorfra vandet ledes til V6.

Drænet fra V7 til det øvrige system omlægges for at gøre plads i terrænet til regnvandssystemet, herunder bassinet øst for klynge B (RB3). Drænet fører nu vandet nordpå langs den østlige kant af planområdet, inden den kobles på D5, som fortsat udleder i V8.

Drænene lægges i frostfri dybde, dvs. mindst 0,75 m under terræn. Der tilstræbes et lige fald imellem brønde på minimum 5 ‰ for at sikre at ledningerne er selvrensende. Genbrug af de eksisterende ledninger bør tilstræbes hvor muligt. Ved omlægning af ledninger anvendes tætte rør.

9.5 Analyse: Afskæring af vand fra klynger

For at afklare hvordan volumen og vandstand i § 3-søerne ændrer sig ved udviklingen af Troldebakkerne vest, er der foretaget en analyse i programmet SCALGO Live. Ved at hæve terrænet omkring klyngerne simuleres det at regnvand håndteres i den klynge, det lander i, og dermed afspejler de ændrede afstrømningsforhold efter udbygningen af området. Dette er en smule konservativt, da naturlig afstrømning fra grønne arealer inden for klyngen, gerne

må strømme til § 3 vandhullerne. Ligeledes er terrænet hævet omkring regnvandsbassinet RB3 i den østlige side af planområdet. Dette er gjort for at afskære en del af det regnvand, der håndteres på anden vis end ved at strømme igennem området og ende i vandhullerne. Terrænændringerne er udført i modellen for at simulere ændringerne i oplandet til de enkelte § 3 vandhuller, som projektet medfører.

9.5.1 Forudsætninger og afgrænsning

SCALGO Live anvendes til at undersøge ændringerne i oplande til vandhullerne samt ændringerne i vandspejl. Nedbørsmængden af fastsat til 10 mm i SCALGO. 10 mm nedbør er en arbitrær regnmængde, som er valgt for at vise den relative ændring i oplandene og danne en forståelse af hvordan vandspejlet i søerne påvirkes herved. 10 mm er tilstrækkelig nedbør til at vand vil afstrømme, men ikke så meget nedbør, at lavningerne i terrænet fyldes op, hvorved vandet vil finde andre veje og oplandene ikke vil være retvisende. Den valgte hændelse er ikke udtryk for hvordan systemet ser ud i stilstand, men afspejler en situation som vil forekomme ofte.

Det bemærkes, at terrænmodellen i SCALGO som udgangspunkt indikerer en meget våd periode med et højt vandspejl. Dette gør sig gældende for V1, V2, V3 og V6, som jf. højdemodellen i SCALGO Live alle har permanente vandspejl noget højere end den registrerede udløbskote fra drænene.

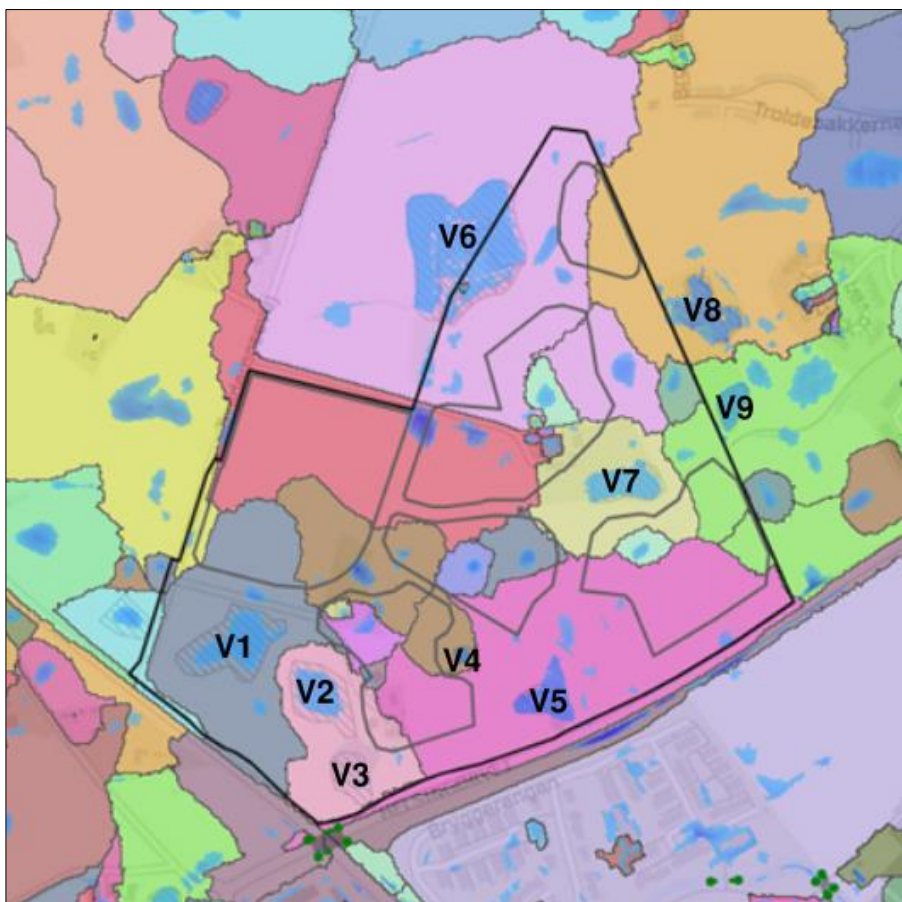
Det skal endvidere bemærkes, at analysen alene forholder sig til tilstrømning til § 3-vandhullerne via terræn. § 3 vandhullerne kan fødes af grundvand, og der er flere af dem der internt er forbundet. Dermed modtager de også vand fra dræn.

V11 er ikke udpeget som § 3-område, men området har relevans for spidssnudet frø. Dette er specificeret i notatet "Padde-undersøgelser i Troldebakkerne (vest) 2024", som er udarbejdet af Amphi Consult i oktober 2024 og vedlagt som Bilag 10. Da der er planlagt et regnvandsbassin på lokaliteten for V11, nedlægges dette vandhul, og opretholdelsen af den økologiske funktion for spidssnudet frø sikres i stedet ved en række kompenserende tiltag. Tiltagene gennemgås i afsnit 9.6. Der er derfor ikke undersøgt oplands- og vandstandsændringer i V11.

V12 er ikke udpeget som § 3-område, og er desuden beliggende uden for planområdet. Dog er vandhullet forbundet med V6, som indgår i det eksisterende drænsystem. En eventuel påvirkning på V6 fra V12 er dermed vist ved analyse af ændringerne i V6.

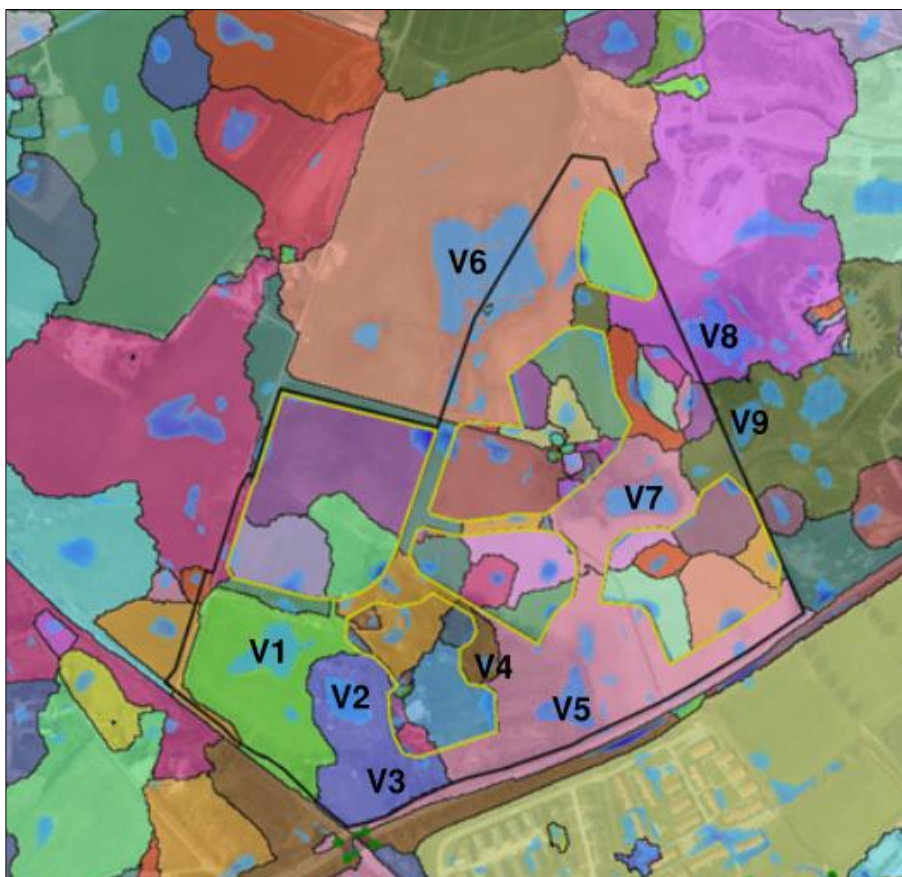
9.5.2 Ændringer i opland og vandspejl

I SCALGO Live er oplandet for hvert af vandhullerne fundet ved den valgte regnmængde på 10 mm ved de nuværende forhold. Oplandene er vist på Figur 9-4.



Figur 9-4: Oplande til § 3-vandhuller før afskæring af klyngevand. SCALGO Live.

Det fremgår af figuren, at V2 og V3 deler opland ved den valgte hændelse. Dette skyldes, at regn, der lander i V2, strømmer direkte videre til V3 grundet terrænets udformning. Dette gør sig gældende selv ved helt små regnhændelser. V2 indgår altså i oplandet for V3. Ligeledes indgår V12 i oplandet for V6.



Figur 9-5: Oplande til § 3-vandhuller efter afskæring af klyngevand. SCALGO Live.

Oplandene for hvert af vandhullerne efter afskæring af vand fra klyngerne kan ses på Figur 9-5.

I Tabel 9-2 fremgår oplandsarealer, volumen og vandspejlskote for hvert vandhul. Tallene er angivet både før og efter afskæring af vand fra klyngerne og RB3. Ligeledes er ændringerne beregnet. Det skal bemærkes, at der selv inden en eventuel regnhændelse i forvejen er vand i vandhullerne. Dette vand er ikke medregnet i volumenerne i tabellen, da SCALGO Live registrerer dette som terrænkoten for det pågældende vandhul.

Tabel 9-2: Eksisterende forhold og ændringer i oplande og vandspejl.

	Oplands-areal [ha]	Volumen [m3]	Vand-spejls-kote [m]	Oplands-areal [ha]	Volumen [m3]	Vand-spejls-kote [m]	Reduktion i oplands-areal [%]	Ændr. i vol. [%]	Ændr. i vandspejls-kote [cm]
Sø	<i>Eksisterende forhold</i>			<i>Efter afskæring af klyngevand</i>			<i>Ændringer</i>		
V1	3,3	292	31,31	2,4	227	31,29	27	22	2
V2	1,8	174	31,21	1,7	164	31,21	6	6	0
V3	-	2,3	31,5	-	2,3	31,5	-	0	0
V4	0,5	48	28,44	0,2	24	28,3	60	50	14
V5	6,1	547	25,65	4	339	25,55	34	38	10
V6	11	985	26,93	10	906	26,92	9	8	1
V7	1,8	174	27,16	1,3	125	27,13	28	28	3
V8	8,4	618	26,28	7,9	570	26,26	6	8	2
V9	4,4	175	26,18	4	137	26,14	9	22	4

9.5.3 Resultater

V1

Oplandet reduceres med 27 %, volumenet med 22 %, og vandspejlet falder med 2 cm i V1. Vandhullet har et stort overfladeareal (1.817 m²), og det forventes at en eventuel vandstandsændring i virkeligheden vil være forsvindende lille. Det forventes dermed ikke at være nødvendigt at tilføre vand til V1. Det fremgår af SCALGO-undersøgelsen, at der i perioder vil være rigtig meget vand i V1. Det forventes derfor, at der fortsat vil være afstrømning gennem drænene. V1 modtager desuden vand fra V2 og V3 via drænene.

Det er vist i en supplerende undersøgelse i SCALGO Live, at vandstanden i V1 kan hæves med op til 0,55 m uden at søen breder sig ud over bufferzonen. Dette gøres ved at hæve udløbskoten fra søen med denne højde.

V2

Analysen viser, at vandstanden ikke ændrer sig i V2. V2's volumen reduceres kun med 6 % ved afskæring af klyngevand, samtidig med at søen har et relativt stort overfladeareal, som en eventuel reduktion i volumen fordeles over. Desuden er det sandsynligt, at udløbstallet fra V2 er stort, og at det er udløbet og ikke volumenet, der reduceres, når vandhullet ikke modtager vand fra klyngeerne. Det forventes dermed ikke at være nødvendigt at tilføre vand til V2. V2 er desuden oplyst af grundejer til at være meget dyb (5-10 m).

Det er vist i en supplerende undersøgelse i SCALGO Live, at vandstanden i V2 kan hæves med op til 0,6 m uden at søen breder sig ud over bufferzonen. Dette gøres ved at hæve udløbskoten fra søen med denne højde.

V3

V3 har ikke eget opland, da det indgår i oplandene for V2 selv ved meget små regnhændelser. Vandhullet indeholder derfor et forsvindende lille volumen. Dette ændrer sig ikke ved afskæring af klyngevand. Det forventes dermed ikke at være nødvendigt at tilføre vand til V3.

Hvis vandspejlet hæves i V2 vil vandspejlet ligeledes hæves i V3.

V4

Vandhullet er det mindste i området, og SCALGO-analysen viser, at oplandet reduceres med 60 %, volumenet med 50 % og vandspejlet med 14 cm ved afskæring af klyngevand. V4 er en sø med et lille overfladeareal (150 m^2) og relativt stort opland i forhold til størrelsen på vandhullet, hvorfor ændringer i oplandet givetvis vil have en stor effekt på vandstanden. For V4 er det dog i høj grad relevant at se på vandspejlet ift. udløbskoten fra vandhullet. Udløbskoten blev ikke indmålt af LE34, men forventes at være omkring 28,15, svarende til vandspejlskoten i højdemodellen, når der ikke falder noget regn.

V4 er det vandhul der har den største potentielle ændring, hvorfor der er foretaget supplerende hydrauliske betragtninger.

Analysen viser, at vandspejlet efter afskæring af klyngevand står i kote 28,3, og at vandspejlskoten dermed er noget højere end udløbskoten. Vandspejlet i V4 vil, som for alle de øvrige § 3 vandhuller med drænaflange, have en kortvarig forøgelse i vandstanden, men vil hurtigt genfinde sit vandspejlsniveau i samme kote som udløbskoten på drænaflangen fra vandhullet. SCALGO-analysen tager ikke højde for afstrømningen og den tid det tager vandet at nå ned til vandhullet. Derfor er den fundne vandspejlsændring på 14 cm ikke retvisende og vil reelt være lavere. Afstrømning fra V4 sker via et $\varnothing 90 \text{ mm}$ dræn med ca. 2-3 l/s afhængig af stand og fald på drænet. Med den afstrømning og det registrerede opland vil V4 ikke opleve store udsving i vandstanden i forbindelse med nedbør.

For at undersøge om der fortsat vil strømme nok vand til V4 til at det fortsat vil være et vandhul, er der udført en ligevægtsbetragtning på til- og afstrømning set over et år. Der er forudsat en nedsivningshastighed på $1,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ svarende til ler/moræner og en afstrømning fra grønne arealer på 50 %.

$$\begin{aligned}q_{ind} &= 0,2 \text{ ha} \times 681 \frac{\text{mm}}{\text{år}} \times 0,5 = 681 \frac{\text{m}^3}{\text{år}} \\q_{fordampning} &= 150 \text{ m}^2 \times 530 \frac{\text{mm}}{\text{år}} = 79,5 \text{ m}^3 \\q_{nedsivning} &= 86.400 \frac{\text{s}}{\text{døgn}} \times 365 \text{ døgn} \times 150 \text{ m}^2 \times 1,0 \times 10^{-7} \frac{\text{m}}{\text{s}} \\&= 473 \text{ m}^3 \\q_{afstrømning} &= q_{ind} - q_{fordampning} - q_{nedsivning} = 1362 - 79,5 - 473 \\&= 129 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Der vil jf. ovenstående afstrømme 129 m³ fra V4 gennem drænsystemet om året og derfor vil vandstanden i størstedelen af året være balanceret omkring udløbskoten. Vandspejlet kan stå lavere i meget tørre perioder, men dette er også tilfældet under eksisterende forhold.

Det er desuden vist i en supplerende undersøgelse i SCALGO Live, at vandstanden i V4 kan hæves med 0,5 m uden at søen breder sig ud over bufferzonen. Dette gøres ved at hæve udløbskoten fra søen med denne højde. Ned-sivning og fordampning i vinterhalvåret er markant dårligere end for sommerhalvåret. Hvis vandspejlet hæves, vil det modvirke udtørring i sommerhalvåret. Det skal tilstræbes, at vand fra grønne arealer inden for klyngerne skal, hvis muligt, ledes til V4.

V5

For V5 viser SCALGO-analysen, at oplandsarealet reduceres med 34 % og volumenet med 38 %. Dette medfører jf. analysen et fald i vandspejlet på 10 cm. V5 har et stort opland, herunder store dele af klynger D, C og F, og dermed reduceres opland og volumen meget ved afskæring af klyngevand.

Udløbsmængden fra V5 og videre til brønd 1.47 er stor, idet oplandet er relativt stort samt at afgangsrøret er en Ø200 beton. Der vil kunne afstrømme ca. 20-40 l/s fra V5 alt efter stand og ledningsfald. Udløbskoten forventes at ligge ca. i 25,33, svarende til vandspejlskoten i højdemodellen, når der ikke falder noget regn. Det relative store udløb sikrer et mere eller mindre konstant vandspejl, og det fortsat store opland vil sikre en stor tilstrømning til vandhullet. V5 modtager desuden vand fra V4 hvilke også medvirker til en fortsat stor tilstrømning.

V6

Oplandet reduceres med 9 %, volumenet med 8 %, og vandspejlet falder med 1 cm. V6 er beliggende nedstrøms i systemet, hvorfor V1 og V2 påvirker tilstrømningen via dræn, og vandhullet har desuden et meget stort overfladeareal (6.207 m²). Eventuelle vandstandsændringer anslås derfor at være så små, at det ikke er nødvendigt at tilføre vand til V6. V6 modtager desuden vand fra V1, V2 og V3, samt vand og husspildevand (via minirenseanlæg) fra arealer og bebyggelse vest for V6.

V7

Både opland og volumen reduceres med 28 %, mens vandspejlet falder med 3 cm. Store dele af klynge B og C er en del af oplandet ved de eksisterende forhold. Vandstandsændringen er negligerbar selv ved store ændringer i opland og volumen, og det forventes derfor ikke at være nødvendigt at tilføre vand til V7. Der er desuden en meget stor afstrømning fra V7 under nuværende forhold, og derfor forventes det ændrede opland af reducere afstrømningen fra V7, men ikke påvirke ligevægtstilstanden for V7.

V8

I V8 reduceres oplandsarealet med 6 %, volumenet med 8 %, og vandspejlet med 2 cm ved afskæring af klyngevand. Det forventes ikke at være nødvendigt

at tilføre vand til V8. V8 modtager desuden vand via dræn fra V1, V2, V3, V6 og V7.

Notatet forholder sig ikke til en potentiel ændring i vandstanden for V8, da dette ligger uden for projektområdet.

V9

Oplandet reduceres med 9 %, volumenet med 22 %, og vandspejlet falder med 4 cm. Det forventes ikke at være nødvendigt at tilføre vand til V9. V9 modtager desuden vand via dræn fra V1, V2, V3, V6, V7 og V8.

Notatet forholder sig ikke til en potentiel ændring i vandstanden for V9, da dette ligger uden for projektområdet.

9.5.4 Konklusioner og generelle betragtninger

Jo længere nedstrøms i systemet et vandhul ligger, desto mindre er påvirkningen på volumen og vandspejl ved ændringer i tilstrømningen. Dette skyldes, at størstedelen af tilstrømningen til nedstrøms vandhuller vil være fra opstrøms vandhuller som går i overløb via drænafgange. Omvendt gælder det, at de vandhuller, der er opstrøms i systemet, påvirkes mest ved ændringer i tilstrømning. Dette skyldes at de opstrøms vandhuller primært modtager vand fra overflade- og nær overfladetilstrømning og vandstanden påvirkes dermed ikke med vand fra de øvrige vandhuller via drænene. De opstrøms vandhuller yder derimod en stor påvirkning på de nedstrøms vandhuller via afstrømning fra dræn.

Generelt observeres desuden, at vandhuller med store overfladearealer også påvirkes relativt mindre ved en reduktion i tilstrømningen fra terrænet end mindre vandhuller.

Vandspejlsændringerne forventes at være kortvarige, og vandstanden vil hele tiden søge tilbage til udgangspunktet, nemlig udløbskoten for drænene.

Vandstanden i vandhullerne kan, ved længerevarende tørre periode, være lavere end udløbskoten for vandhullet. Dette er også tilfældet under eksisterende forhold.

Det observeres at D2 muligvis er blokeret, men det forventes at de opstrøms vandhuller V1 og V2 vil sørge for et fint flow igennem systemet under de fremtidige forhold.

Ændringen af oplandsarealerne vil reducere afstrømningen fra området fra § 3-vandhullerne. Denne ændring er et resultat af afkoblingen af arealer, der i stedet vil afstrømme via det kommende regnvandssystem. Ændringen i oplandsarealerne forventes ikke at ændre på ligevægtstilstanden for vandhullerne, men alene reducere mængden af vand der udledes via drænene fra vandhullerne.

Den interne forbindelse mellem vandhullerne er en væsentlig hydraulisk forudsætningen for, at ændringerne i oplandsareal ikke har nævneværdig påvirkning af vandhullerne. Den primære ændring som følge af oplandsændringerne vil være afstrømningen gennem vandhullerne og til recipienten. Denne afstrømning vil i fremtiden være fordelt mellem § 3 vandhullerne og de regnvandsanlæg, der etableres i området til afvanding af veje og tagarealer. Der skal søges om tilladelse til udledning fra regnvandsbassinerne.

9.6 Kompenserende tiltag for nedlæggelse af V11

Idet det er nødvendigt at inddrage arealet for det nyligt udviklede ynglested V11 for at skabe plads til regnvandshåndteringen, implementeres en række kompenserende tiltag. Disse er jf. Amphi Consults anbefalinger i "Paddeundersøgelser i Troldebakkerne (vest) 2024" (Bilag 10) med til at sikre opretholdelsen af den økologiske funktion for spidssnudet frø i området.

9.6.1 Nyt ynglested

Der etableres et nyt ynglested i den eksisterende lavning i området mellem lokalitet 1 og 2. Der udgraves et vandhul i lavningen med et foreslået overfladeareal på ca. 1.200 m², hvilket kan udføres uden alt for omfattende fjernelse af jord. Der etableres om nødvendigt en forhøjning i landskabet mellem lokalitet 2 og 1/1a for at undgå at fisk fra lokalitet 2 kan kolonisere lokalitet 1 og 1a under høj vandstand.

9.6.2 Forbedring af ynglestederne V1 og V3

V1 og V3 vurderes af Amphi Consult at være de bedst egnede lokaliteter til at skabe nyt eller bedre habitat for spidssnudet frø.

I V1 foretages afrømning af muld, hvormed vandhullet formodes at kunne understøtte en større bestand af spidssnudet frø. Overløbet hæves med 0,55 m, hvilket er med til at sikre at lavningen står under vand. Dette vil også bevirke et estimeret øget overfladeareal på 2.480 m², beregnet ved en nedbør på 10 mm (SCALGO Live).

V3 restaureres, så det bliver et lysåbent og lavvandet vandhul til gavn for spidssnudet frø. Jf. notatet fra Amphi Consult kan arealet af vandoverfladen med fordel øges. Udløbskoten fra V3 kan ikke hæves uden at vandet vil brede sig ud over bufferzonen, men der forventes en acceptabel øgning i vandstand i V3 hvis overløbet fra V2 hæves med 0,6 m jf. afsnit 9.5.3.

9.6.3 Translokation af spidssnudet frø fra lokalitet 11

Inden nedlæggelsen af V11 skal spidssnudedede frøer i vandhullet og oversvømmelseszonen indfanges. Der opsættes derfor midlertidigt paddehegn omkring vandhullet. Jf. Amphi Consults anbefalinger flyttes frøerne til området i syd, hvor V1-V5 ligger i et sammenhængende område, som er vurderet at være bedst egnet til spidssnudet frø indenfor projektområdet.