

MILTON HUSE

KLOSTERLUNDEN REGNVANDSHÅNDTERING

ADRESSE COWI A/S
Jens Chr. Skous Vej 9C
8000 Aarhus C

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Baggrund	2
2	Forudsætninger	3
2.1	Projektspecifikke forudsætninger	3
2.2	SCALGO Live forudsætninger	3
3	Statussituation	4
3.1	Kloakeringsforhold	4
3.2	Jordforhold	5
3.3	Beskyttede naturtyper	5
3.4	Terrænanalyse	6
3.5	Oplandsanalyse	7
3.6	Lavning og strømningsanalyse	8
4	Hverdagsregn	9
4.1	Udstykningsplan	9
4.2	Arealopgørelse	11
4.3	Forsinkelsesbassin	12
5	Ekstrem regn	14
6	Anbefalinger	17

PROJEKTNR.

A245874

DOKUMENTNR.

002

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

21-12-2022

BESKRIVELSE

Notat

UDARBEJDET

JLEO

KONTROLLERET

SDSA

GODKENDT

CHKB

1 Baggrund

I forbindelse med byggemodningen ved Klosterlunden, Kalundborg Kommune, er der som del af lokalplanarbejdet lavet en regnvandshåndteringsplan for området. Denne har til formål at sikre håndteringen af service- og ekstremregn indenfor lokalplanområdet. Dertil skal regnvandshåndteringsplanen være med til at sikre, at risikoen for oversvømmelser ikke øges i eller omkring området i forbindelse med realiseringen af projektet.

Lokalplanområdet har et samlet areal på ca. 16 ha og inkluderer matrikel nr. 11ad, 11e og dele af 2b og 3c, Kåstrup, Kalundborg Jorder. Hele projektområdet ligger inden for kommuneplan rammeområde K04.B15 udlagt til anvendelsen, *boligområde*.

Kommuneplan rammeområde K04.B15 samt lokalplanafrænsningen fremgår af Figur 1.



Figur 1 - Afgrænsningen af kommuneplan rammeområde K04.B15, samt de involverede matrikler. Lokalplanafrænsningen er farvet op.

2 Forudsætninger

2.1 Projektspecifikke forudsætninger

Følgende forudsætninger gør sig gældende for lokalplansområdet efter dialog med Kalundborg Kommune og Kalundborg Forsyning:

- > Området har en maksimal tilladelig afløbskoefficient på 30%. Dette må regnes samlet for hele området efter aftale mellem Kalundborg Kommune, Kalundborg Forsyning, Milton Huse og COWI på et møde d. 24. november 2022. Det fremgår dertil af den nye lokalplan for området, at de grønne arealer samt opholdsarealer må indgå i beregningen for delområde 2 (se evt. Figur 7).
- > Befæstes der mere end svarende til en afløbskoefficient på 30%, skal dette forsinkes til 2 l/s/red. ha.
- > Recipienten for området er eksisterende regnvandsledning i Lupinvej. Herfra ledes vandet mod et bassin mod nord.
- > Kalundborg Forsynings eksisterende regnvandssystem i Lupinvej er i dag hydraulisk belastet. Der er derfor behov for at reducere udledningen til det eksisterende regnvandssystem yderligere. Kalundborg Forsyning har derfor behov for at etableres forsinkelse, evt. inden for lokalplanområdet. Det er på nuværende tidspunkt ikke besluttet, hvad udledningen skal sættes til. Dette kræver en undersøgelse af den hydrauliske kapacitet af eksisterende regnvandsledning i Lupinvej. Etableringen og beregningen af den nødvendige forsinkelse påhviler Kalundborg Forsyning, da lokalplanområdet lever op til den maksimale afløbskoefficient på 0,3.
- > Kalundborg Kommune stiller ikke krav til rensning af områdets regnvandet, da det ledes på en regnvandsledning. Regnvandet ledes til Kalundborg Forsynings bassin, hvor der sker rensning, før det udledes til endelige recipient, hvorfor det ikke er nødvendigt at rense regnvandet inden for lokalplanområdet.
- > Der stilles i '*Krav ved byggemodninger*'¹ krav til, at der redegøres for håndteringen af ekstremregn svarende til en gentagelsesperiode på T=100. Her benyttes en samlet sikkerhedsfaktor på 1,4.

2.2 SCALGO Live forudsætninger

De naturlige strømningsveje og lavninger modelleres ved brug af programmet SCALGO Live. SCALGO Live er et simpelt modelleringsværktøj, som på baggrund af den valgte højdemodel og nedbørsmængde kan simulere lavninger og strømningsveje i terrænet. Følgende hovedforudsætninger gør sig gældende for analysen:

¹ <https://kalfor.dk/entreprenoer/byggemodning>

- > Programmet har mulighed for at medtage nedsivning og afledning til kloak. Denne indstilling er ikke slået til i de udførte analyser i nærværende notat

Analyserne udgør en indledende screening og resultaterne bør ikke anvendes til detailprojektering.

Følgende forudsætninger anvendes til modellering af strømningsveje og lavninger for projektområdet:

- > Danmarks nyeste højdemodel anvendes som grundlag i statussituationen
- > Det fremtidige terræn bruges til at analysere plansituationen
- > Der anvendes en nedbørsmængde på 83 mm for statussituationen, svarende til en 100-årshændelse.
- > Der anvendes en nedbørsmængde på **53 mm** for plansituationen, svarende til en 100 års regnhændelse fratrasket den nedbør som afvandes til regnvandskloakken jf. nedenstående:

Nedbørsmængden beregnes ud fra regnserier i SVK-beregningsark. Sikkerhedsfaktorer er valgt på baggrund af Skrift 29.

Koordinatsæt i SVK er sat til N: 6172833 og E: 633215 svarende til en årsmiddelnedbør på 606 mm.

Der tages udgangspunkt i en regnhændelse med 4 timers varighed (240 min).

Nedbørsmængde for 5 års regnhændelse uden sikkerhedsfaktor: 30 mm

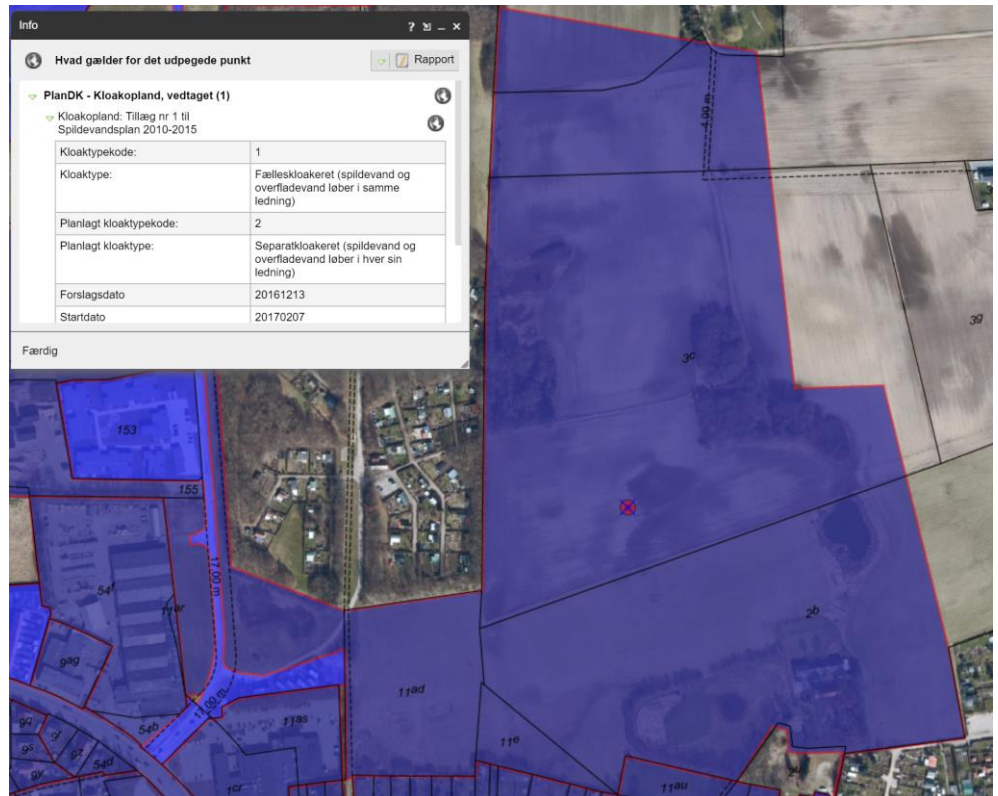
Nedbørsmængde for 100 års regnhændelse med sikkerhedsfaktor 1,4: 83 mm

3 Statussituation

3.1 Kloakeringsforhold

Projektområdet er udlagt til at skulle separatkloakeres (planlagt) i Kalundborg Kommunes spildvandsplan 2010-2015 tillæg nr. 1. I den seneste spildevandsplan fremgår et større kloakopland, som dækker mere areal end hele lokalplanområdet. Dette fremgår af Figur 2, som er et udsnit fra Kalundborg Kommunes kortsider².

² [Spildevandsplan 2017-2027 \(kalundborg.dk\)](http://kalundborg.dk)



Figur 2 - Udsnit fra Kalundborg Kommunes Kortside.

3.2 Jordforhold

Lokalplansområdet ligger inden for område med drikkevandsinteresser (OD). Der fremgår ikke V1 eller V2 (jordforurening) registreringer inden for området.

I forbindelse med udstykningen af området er der udført 15 nedsivningstest fordelt ud over området, heri to ved det nuværende forslag til bassinplacering til forsinkelse af ekstremregn. Resultatet af disse fremgår af Bilag A, samt et kort over prøvetagningen.

Generelt er der fundet nedsivningshastigheder på mellem $1,8E-6$ til $2,2E-7$ [m/s]. Baseret på de fundne nedsivningshastigheder vurderes der ikke at være gunstige forhold for nedsivning. Der arbejdes ikke videre med mulighed for nedsivning i denne regnvandshåndteringsplan.

Grundvandsniveauet er ikke blevet undersøgt ifm. med nedsivningstestene.

3.3 Beskyttede naturtyper

Inden for lokalplansområdet er der flere udpegede §3 beskyttede naturarealer. Disse fremgår af Figur 3.

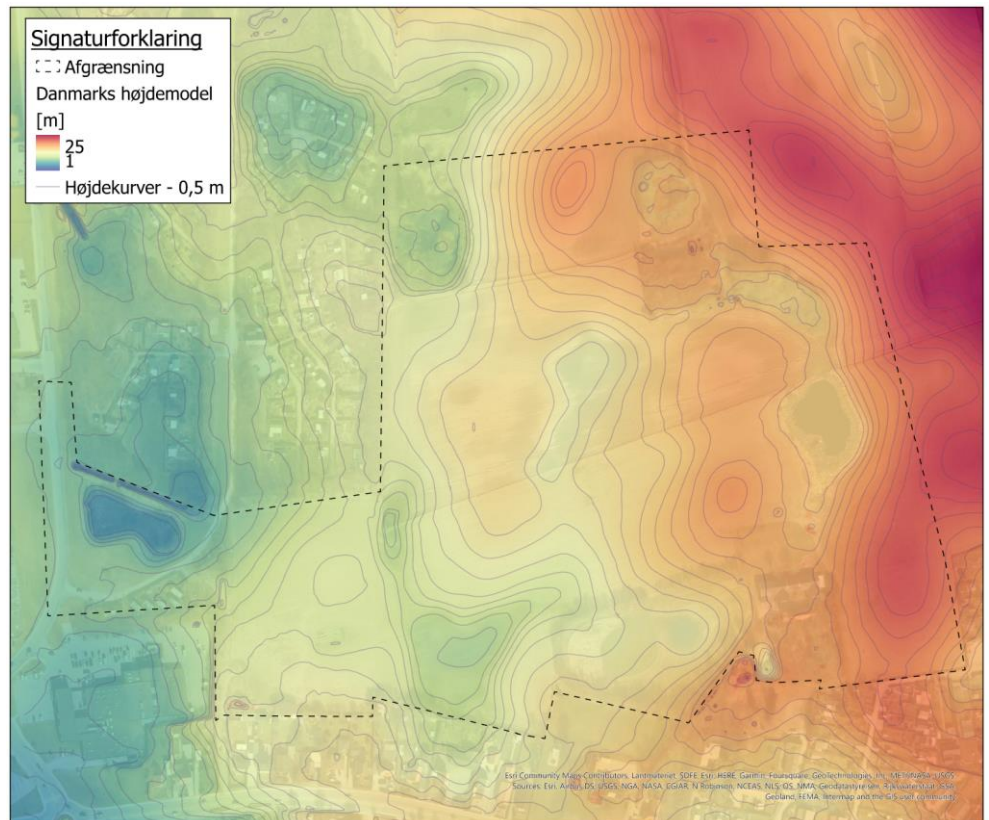


Figur 3 - Beskyttede naturtyper inden og uden for lokalplanområdet

Der fremgår flere §3 søer inden for kommuneplanrammen, hvoraf tre er inden for lokalplanområdet. Den naturlige tilstrømning til disse skal sikres efter etableringen af byggemodningen, så det ikke risikeres, at de tørrer ud.

3.4 Terrænanalyse

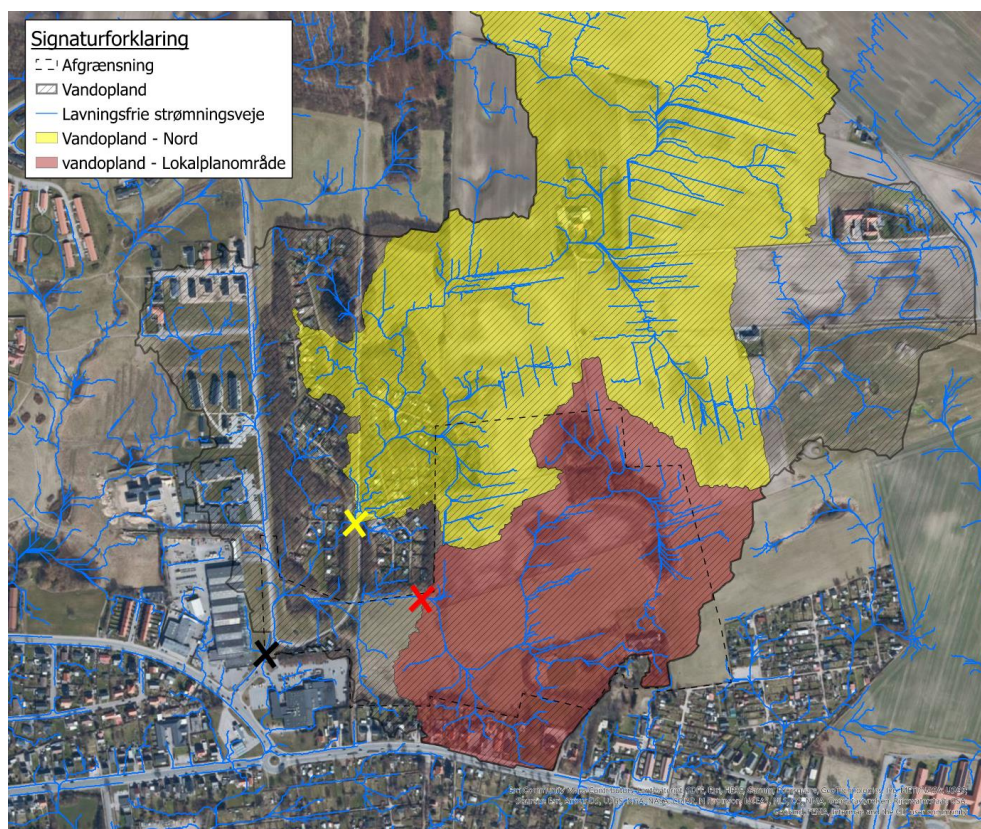
Terrænanalysen er udført på baggrund af nyeste højdemodel. Den fremgår af Figur 4.



Det ses af Figur 4 at terrænet generelt falder mod vest med en større lavning i den sydlige del af lokalplansområdet. Lavningen strækker sig ud over lokalplanafgrænsningen til et boligområde syd for.

3.5 Oplandsanalyse

Oplandsanalysen er udført for statussituationen vha. SCALGO Live. Den fremgår af Figur 5.

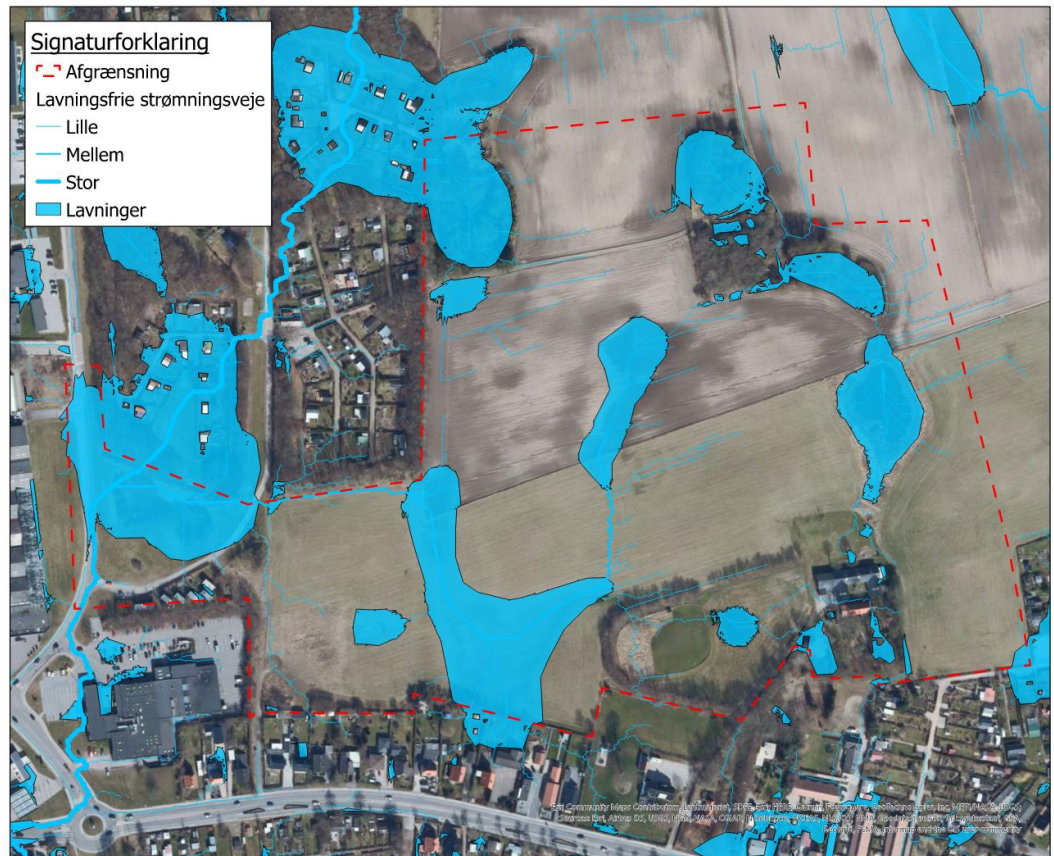


Figur 5 - Vandoplade. Krydserne viser hvor vandoplandet er taget fra og matcher farven på vandoplandet. Det sorte kryds, og skraveret opland, er vandoplandet til udgangen af kommuneplanområdet ved Lupinvej.

Det ses af Figur 5, at størstedelen af lokalplansområdet er en del af det samme vandopland (rødt). Vandoplandet afstrømmer mod vest, hvor det mødes med et større opstrøms vandopland (gult). Vandoplandet afstrømmer videre imod recipienten, Kalundborg Fjord.

3.6 Lavning og strømningsanalyse

Lavning- og strømningsanalysen er udført i SCALGO Live med lavningsfrie strømningsveje og lavninger. Denne fremgår af Figur 6.



Figur 6 - Lavningsfrie strømningsveje og lavninger i kommuneplanområdet

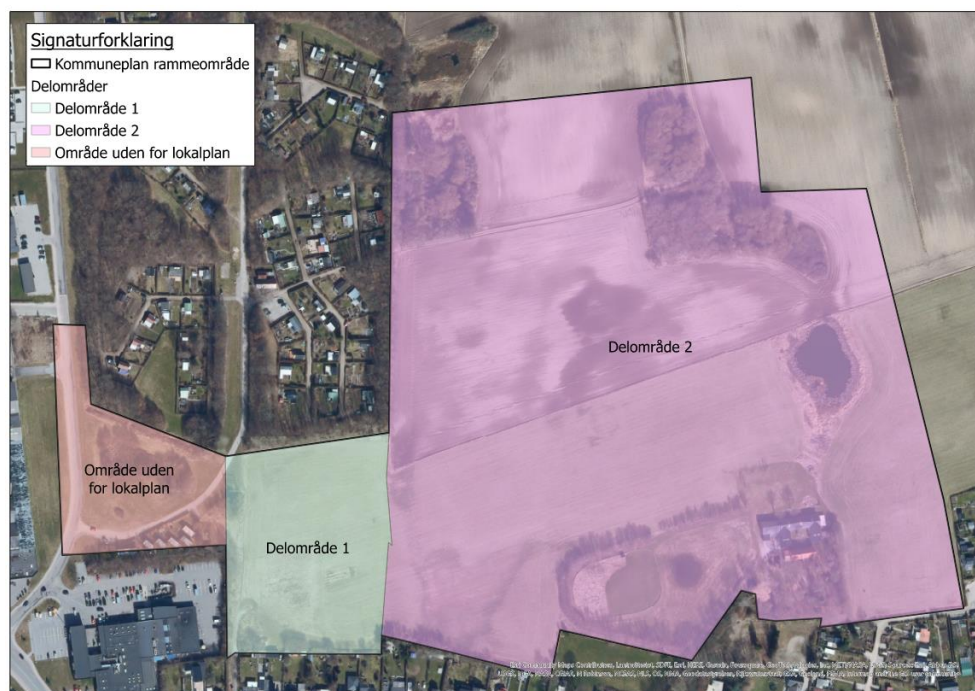
Det ses af Figur 6 at lokalplanområdets strømningsveje ledes til nogle større lavninger indenfor området. Når lavningerne er fyldte, strømmer vandet videre mod vest, før det strømmer sydpå i en større strømningsvej.

For at undgå at øge risikoen for oversvømmelser i og uden for lokalplanafgrænsningen, skal der i byggemodningen af området tages højde for de eksisterende lavningsvolumener. Da området i dag ikke er kloakeret, men på sigt skal regnvandskloakeres, må det forventes, at en større del af nedbøren fremadrettet afledes fra området. Der stilles i Kalundborg Kommune krav til at man redegør for en 100-årshændelse i eftersituationen, som beskrevet i afsnit 2.1, hvilket dette notat forholder sig til i afsnit 5.

4 Hverdagsregn

4.1 Udstykningsplan

Kommuneplan rammeområdet kan deles op i tre delområder, hvor delområde 1 og delområde 2 er en del af nærværende lokalplan. Alle tre delområder fremgår af Figur 7.



Figur 7 - Inddeling af kommuneplan rammeområde K04.B15. Delområde 1 og delområde 2 er en del af lokalplanen.

Delområde 1 er udlagt til én stormatrikel med tilhørende parkeringsplads, samt en vejforbindelse til delområde 2 fra eksisterende Lupinvej. Delområde 1 udmatriculeres via en anden bygherre. Matriklen benævnes i nærværende notat 'Bovi-eran'. Delområde 2 er udlagt til 152 boliger, som skal udstykkes som enkelte parceller. De omkringliggende arealer skal benyttes til vej, parkering, grønne arealer og forsinkelsesbassiner til ekstremregn, mens eksisterende §3-områder og større naturlige lavninger bevares. Bebyggelsesplanen kan ses på Figur 8.



Figur 8 - Foreløbig bebyggelsesplan. Af Milton Huse d. 27.10.2022

4.2 Arealoppgørelse

Baseret på den nuværende bebyggelsesplan og de givne forudsætninger fra afsnit 2.1, er der lavet en arealoppgørelse for delområderne. De specifikke arealer fremgår af Bilag C. Af Tabel 1 fremgår de beregnede afløbskoefficienter med den nuværende bebyggelsesplan.

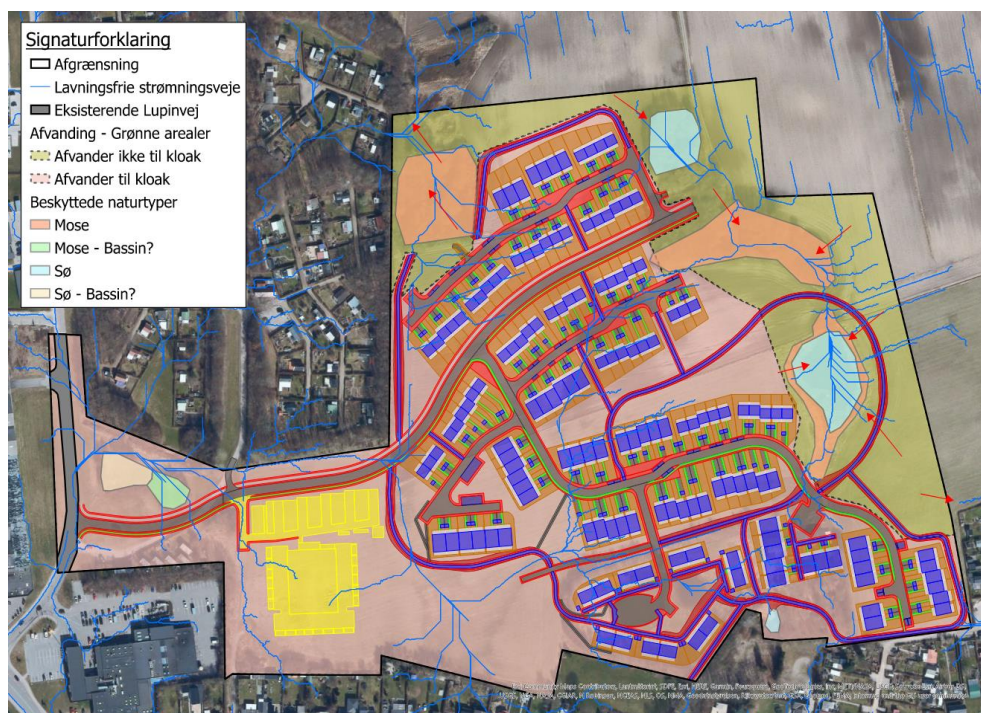
Tabel 1. Arealoppgørelse fra d. 09-09-2022³. Se evt. Bilag C for arealinddeling og forudsætninger

	Areal [m²]	Afløbskoefficient (-)	Befæstet areal [m²]
Kommuneplan rammeområde	171.533	0,30	52.022
Lokalplanområdet	159.339	0,30	47.500
Delområde 1	17.479	0,48	8.445
Delområde 2	141.860	0,28	39.055

Ud fra arealoppgørelsen ses det, at kravet på en maksimal afløbskoefficient på 0,3 mødes for hele kommuneplanrammeområdet samt hele lokalplanområdet. Delområde 1, hvor Bovieran skal bygges, overstiger med den nuværende disponeringsplan den maksimale afløbskoefficient. Det betyder, at der skal etableres lokal forsinkelse, medmindre man sænker befæstelsesgraden i delområdet. Delområde 2 har en samlet afløbskoefficient under kravet på 0,3.

Arealtyperne, som er blevet benyttet til at lave arealoppgørelsen, fremgår af Figur 9. Af Figur 9 ses dertil lavningsfrie strømningsveje. Af arealtyperne fremgår det, at grønne arealer er inddelt i "*arealer som forventes at afvande til kloaksystemet*" og "*arealer som ikke forventes at bidrage til kloaksystemet*". De grønne arealer, som ikke forventes at bidrage til kloakken, afvander hovedsageligt til de eksisterende §3 søer og moser. Det er vist med røde pile på Figur 9 hvor arealerne, som ikke forventes at afvande til kloaksystemet, afvander til.

³ Der er ikke ændret på arealudlægningen med den nye bebyggelsesplan 27.10.2022



Figur 9 - Arealinddelingen af kommuneplan rammeområdet med underliggende strømningsveje. De røde pile viser hvor arealerne, som ikke bidrager til kloakken, afvander til.⁴

I afsnit 2.1 er det beskrevet, at eksisterende regnvandssystem i Lupinvej ikke har den hydrauliske kapacitet til at modtage den planlagte regnvandsmængde fra området. Derfor kan der være behov for at Kalundborg Forsyning etablerer et forsinkelsesbassin inden for kommuneplan rammeområdet før det udledes til det eksisterende regnvandssystem eller andet steds på systemet.

4.3 Forsinkelsesbassin

Som nævnt ovenfor skal området med sin nuværende disponering (heri afløbskoefficient) ikke etablere forsinkelse, såfremt man regner afløbskoefficienten samlet for hele kommuneplan rammeområdet og/eller lokalplansniveau. Regnes den maksimale afløbskoefficient på delområde niveau skal delområde 1 etablere lokal forsinkelse. Uafhængigt af beregningsmetoden er det eksisterende afløbssystem i Lupinvej hydraulisk belastet, hvorfor det er nødvendigt for Kalundborg Forsyning at etablere forsinkelse før udledning til det eksisterende system, på det nuværende system eller opdimensionere det eksisterende system.

Der er på nuværende tidspunkt ikke regnet på, hvad det eksisterende regnvandssystem kan modtage i udledning (l/s) fra området. Det er Kalundborg

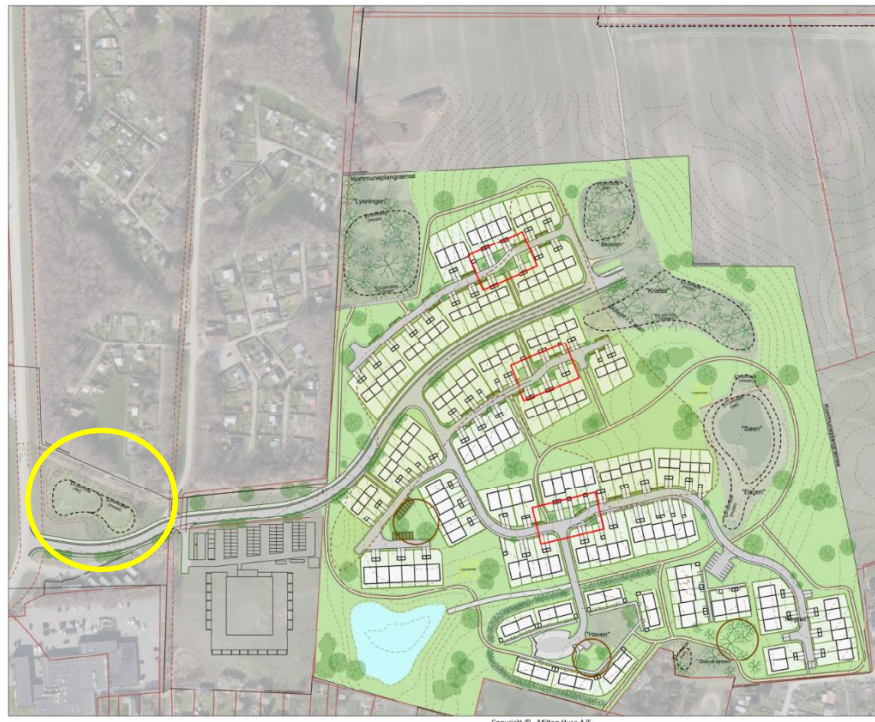
⁴ Der er sat spørgsmålstegn (?) ved søen og mosen i vest. Dette skyldes, at det er uklart hvorvidt hele arealet er et forsinkelsesbassin (teknisk anlæg, som er blevet §3 sø). Dette bør undersøges, hvis man ønsker at udnytte søen til forsinkelse ifm. nærværende projekt.

Forsyning som skal beregne hvad det eksisterende system kan modtage uden, det forårsager oversvømmelser andet steds.

Der er lavet mulighed for at etablere et forsinkelsesbassin inden for lokalplanområdet med den nye lokalplan. Der er dog ikke regnet et arealbidrag fra et regnvandsbassin med i arealopgørelse, da det er uklart hvor, hvordan og hvor stort det skal være. Af Figur 10 fremgår et forslag til en placering af forsinkelsesbassinet inden for lokalplanafgrensningen (blåt areal). Dette benyttes dog i nærværende plan til forsinkelse af ekstrem regn, jf. afsnit 5, hvilket Kalundborg Forsyning skal være opmærksom på, hvis de ønsker at overtage dette areal. Så fremt Kalundborg forsyning ønsker at benytte det blå areal til nyt bassin skal de være opmærksomme på følgende:

- > Hvis etablering af et regnvandsbassin får den samlede befæstelse af delområde 2 til at overstige 30%, skal der i bassinet medtages den fornødne kapacitet til at forsinke regnvand fra delområde 2 iht. spildevandsplanen. Dette skal sikre, at evt. etablering af bassin ikke kan bevirke at udvikler skal etablere forsinkelse af regnvand i det øvrige projektområde, idet udvikler overholder kravet i spildevandsplanen.
- > Det eksisterende skybrudsvolumen i lavningen skal bibeholdes ved etablering af et evt. regnvandsbassin. Dette betyder at Kalundborg forsyning skal sammentænke skybrudsvolumen i et evt. regnvandsbassin, f.eks. ved at grønne arealer omkring bassinet oversvømme ved ekstremregn.

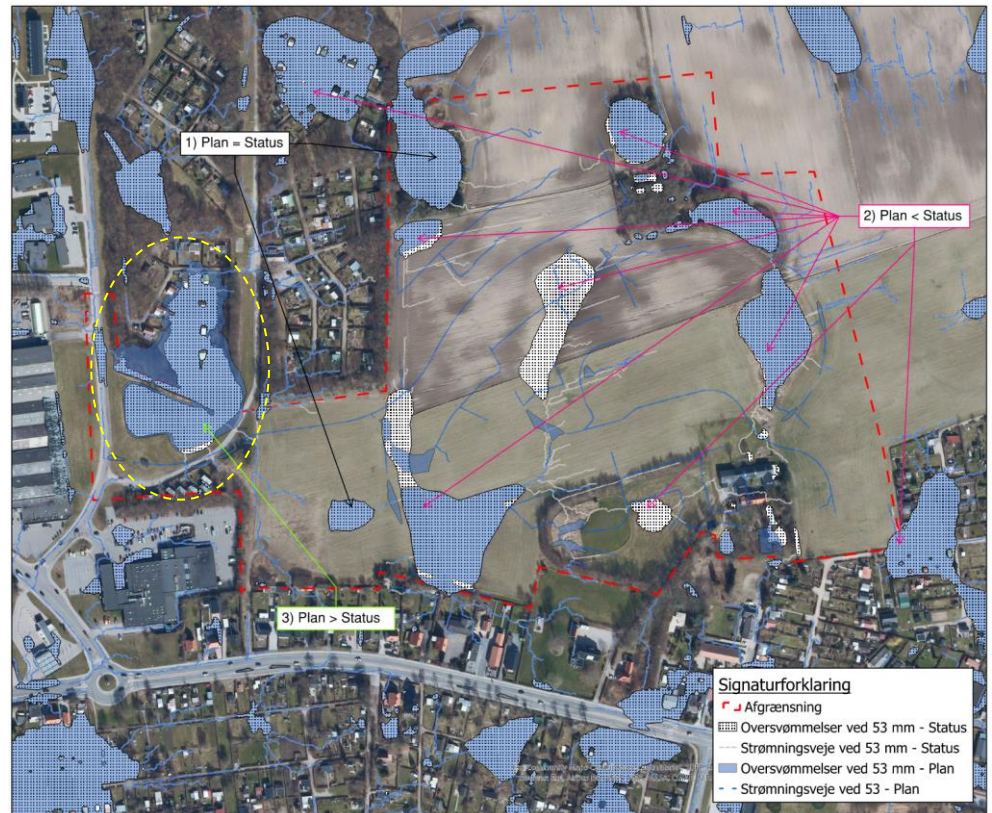
Alternativt kan der, afhængigt af forsinkelsesbehovet, ejerforholdene m.m., ses på at udvide eksisterende bassin lige øst for Lupinvej (vist med gul cirkel på Figur 10). Et evt. forsinkelsesbassin er ikke en del af nærværende projekt, da det skal bestemmes og beregnes af Kalundborg Forsyning. Derfor er der heller ikke udlagt areal til det, da det er uvist, hvorvidt der er behov for det.



Figur 10 - Foreløbig bebyggelsesplan med forslag til placering af forsinkelsesbassin. Den gule cirkel viser eksisterende bassin øst for Lupinvej. Det blå areal benyttes i nærværende plan til ekstrem regn. Af Milton Huse d. 27.10.2022

5 Ekstrem regn

Som nævnt i afsnit 2.1 skal der ved byggemodninger i Kalundborg redegøres for en 100-årshændelse inden for området jf. 'Krav ved byggemodninger'. Der er derfor lavet en figur med oversvømmelser og strømningsveje ved en 100-årshændelse for før- (status) og eftersituationen (plan). Denne fremgår af Figur 11.



Figur 11 - Status- og plansituationen for kommuneplan rammeområdet. Figuren er opdelt efter konsekvenserne med det nye terræn (plan-terræn og status-terræn) ved 53 mm svarende til $T=100$ år – $T=5$ år.

Det ses af Figur 11 at strømningsvejene er stort set uændret ind og ud af området. De interne strømningsveje i området er ændret, men da strømningsvejene ud og ind af området i det store hele forbliver uændret, vurderes dette ikke kritisk. Lavningerne inden for lokalplanområdet ændrer sig med byggemodningen, hvorfor det skal sikres, at der stadig tilbageholdes den samme mængde ekstrem regn som i dag (status-terræn). Der er derfor lavet en inddeling af oversvømmelsesvolumenet. Oversvømmelserne er opdelt i tre kategorier:

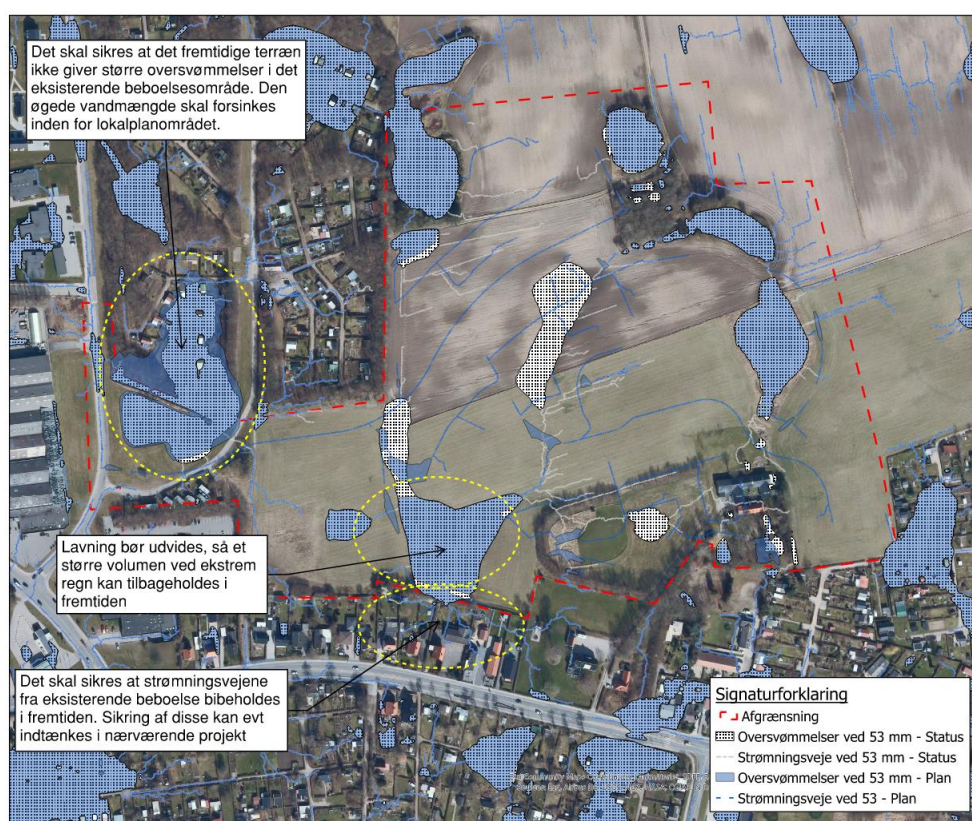
- 1) Oversvømmelserne i plan- og statussituationen er ens. Volumenet skal derfor ikke regnes med i plansituationen.
- 2) Oversvømmelserne i statussituationen er større end i plansituationen. Difference skal genetableres andet steds inden for lokalplanafgrænsningen i eftersituationen.
- 3) Oversvømmelserne i plansituationen er større end i statussituationen. Difference kan fratrækkes i ekstrem regns volumenet, der skal genetableres i eftersituationen.

Ovenstående kategorier er baseret på ekstrem regns volumenerne i området ved 53 mm regn ved nuværende terræn (status) og det fremtidige terræn (plan).

Det ses af Figur 12, at der ledes mere vand til boligområdet vest for lokalplanafgrænsningen i eftersituationen, hvis ikke der laves nogle tiltag. Dette vurderes kritisk, da der ligger eksisterende boliger i dag. Dette skal undgås ved at etablere forsinkelse indenfor lokalplansafgrænsningen.

Ses der på oversvømmelsen som øges i plansituationen (se gul cirkel på Figur 11), findes der en samlede forøgelse på ca. 2.200 m³ vand i lavningen. Denne mængde er dog forbundet med nogle usikkerheder da terrænmodellen af det fremtidige terræn bygger på et større grid. Dette påvirker oversvømmelser og strømningsveje i SCALGO.

Det må dog forventes, at der skal etableres arealer til ekstremregnhåndtering med plads til minimum 2.200 m³ ekstremregn inden for lokalplanområdet.



Figur 12 - Tiltag i forhold til håndteringen af ekstrem regn i området

På Figur 12 fremgår flere tiltag ift. håndteringen af ekstrem regn ifm. realiseringen af nærværende projekt. Ekstremregn må hovedsageligt forventes at strømme mod vest med det fremtidige terræn, som det også gør i dag. Derfor skal forsinkelsesløsningerne for ekstrem regn placeres, så de samler strømningsvejene mod vest op. En optimal placering er i den nuværende lavning mod sydvest. Denne skal således forøges/udvides i forhold til den mængde den tilbageholder i dag. Dertil kan der med fordel placeres flere mindre lavninger i de grønne fællesarealer i området. Det skal derudover sikres via kotering, at vandet ikke ledes mod bygninger eller anden kritisk infrastruktur.

Eksisterende huse mod syd må dertil ikke opleve større eller hyppigere oversvømmelser i forbindelse med realiseringen af projektet. Den nuværende lavning

kan med fordel designes (udvides/fordybes) yderligere, så den også kan håndtere oversvømmelsen, som husene syd for lokalplanafgrænsningen i dag oplever. Dette er udover de tidligere nævnte 2.200 m³ til ekstrem regn.

6 anbefalinger

Ud fra ovenstående analyser, er der fundet følgende anbefalinger:

- > Lokalplanområdet skal separatkloakeres. Det lever op til den maksimale afløbskoefficient på 0,3, hvorfor bygherre ikke skal etablere forsinkelse inden for området.
- > Recipienten, eksisterende regnvandsledning i Lupinvej, er i dag hydrauliske belastede. Kalundborg Forsyning har derfor behov for at forsinke regnvandet fra området før tilslutning til regnvandsledning. Der kan i den forbindelse blive behov for at udmatrikulere et areal til Kalundborg Forsyning, hvor der kan etableres et forsinkelsesbassin. Alternativt kan eksisterende regnvandsbassin inden for kommuneplan rammeområdet udvides og benyttes til forsinkelse. Der er ikke taget højde for et sådant bassin i nærværende notat, da der mangler forudsætninger til dette og Kalundborg Forsyning har forsyningspligt med den nuværende plan.
- > Lokalplanområdet har i dag flere lavninger som tilbageholder vand ved ekstrem regns hændelser. Disse lavninger skal bibeholdes eller genetableres andet steds inden for lokalplanområdet, så det sikres, at realiseringen af projektet ikke øger risikoen for oversvømmelser i eller omkring lokalplanområdet.
- > Dertil skal der etableres yderligere 2.200 m³ til forsinkelse af ekstremregn. Eksisterende lavning i den sydlige del af lokalplanområdet kan med fordel udvides.
- > Strømningsveje ind og ud af området skal ligeledes sikres for ikke at øge risikoen for oversvømmelser.
- > Oversvømmelsesproblemerne som ses i dag ved eksisterende huse syd for lokalplanområdet kan med fordel indtænkes i nærværende projekt. Dette kan mindske risikoen for oversvømmelser af eksisterende boliger og derved forbedre deres nuværende situation ift. ekstremregns hændelser.

Bilag A Nedsivningstest

I forbindelse med nærværende projekt er der udført flere geotekniske borer. Resultatet af de 15 nedsivningstest fremgår nedenfor. Et kort over lokationen for test følger tabellen.

Forsøg	Nedsivningshastighed [m/s]
N1	5,9E-07
N2	6,1E-07
N3	1,3E-06
N4	1,3E-06
N5	7,5E-07
N6	1,2E-06
N7	1,8E-06
N8	1,0E-06
N9	1,0E-06
N10	2,2E-07
N11	6,7E-07
N12	3,5E-07
N13	2,3E-07
N14	3,4E-07
N15	4,0E-07

