

KLIMATILPASNING MED OVERSKUDSJORD I BYUDVIKLINGSOMRÅDET FAVRHOLM I HILLERØD KOMMUNE



INDHOLDSFORTEGNELSE

**DEL 1
SCENARIEBEREGNINGER
FOR OVERSKUDSJORD
TIL KLIMASIKRING**

1 Baggrund.....2

2 Områdebeskrivelse.....2

 2.1 Status

 2.2 Planbeskrivelse

3 Beregningsforudsætninger og metode.....5

 3.1 Hydraulisk model

 3.2 Regn

 3.3 Overflademodel

4 Statusberegning.....6

5 Planberegning.....7

6 Jordvolumener.....11

7 Anbefaling/Opsummering.....12

8 Anbefalinger til videre arbejde.....13

 8.1 Beregninger på et bedre datagrundlag

 8.2 Hydrauliske og naturmæssige konsekvenser af et dige

 8.3 Udledningstilladelser og gentagelsesperioder

 8.4 Aflednings af dagligdags regn

 8.5 Geologisk vurdering

9 Kilder.....13

10 Appenduks A: Kontrol af terrænmodel.....14

**DEL 2
LOKAL JORDHÅNTERING
FORVENTNING TIL JORDRESSOURCEN
I FAVRHOLM**

1 Formål.....

2 Forudsætninger.....

 2.1 Analyse af jordressourcen i Favrholt, NIRAS

 2.2 Jordartskort sammenhold med hedhedsplan

 2.3 Andel kelder og fordeling på b%

 2.4 Forudsætninger for bebyggelsen påvirkning

 2.4.1 0% kelder

 2.4.2 50 % kelder

 2.4.3 100% kelder

3 Metode.....

 3.1 Opdeling af delområderne efter jordart

 3.2 Udregning af jordressource pr. delområde og jordart

 3.3 Udregning af samlet jordressource

4 Resultat af analyse - samlet jordressource.....

**DEL 3
LANDSKABELIGE BEARBEJDNING
AF OVERSKUDSJORD**

1 Eksisterende terrænforhold.....

2 Terrænbearbejdning- nedslagspunkter.....

3 Jordpåfyldning.....

4 Afgravning.....

5 Nyt terræn med strømningsveje.....

6 Nyt landskab.....

7 Snit gennem landskabskilen.....

8 Snit gennem Salpetermosen.....

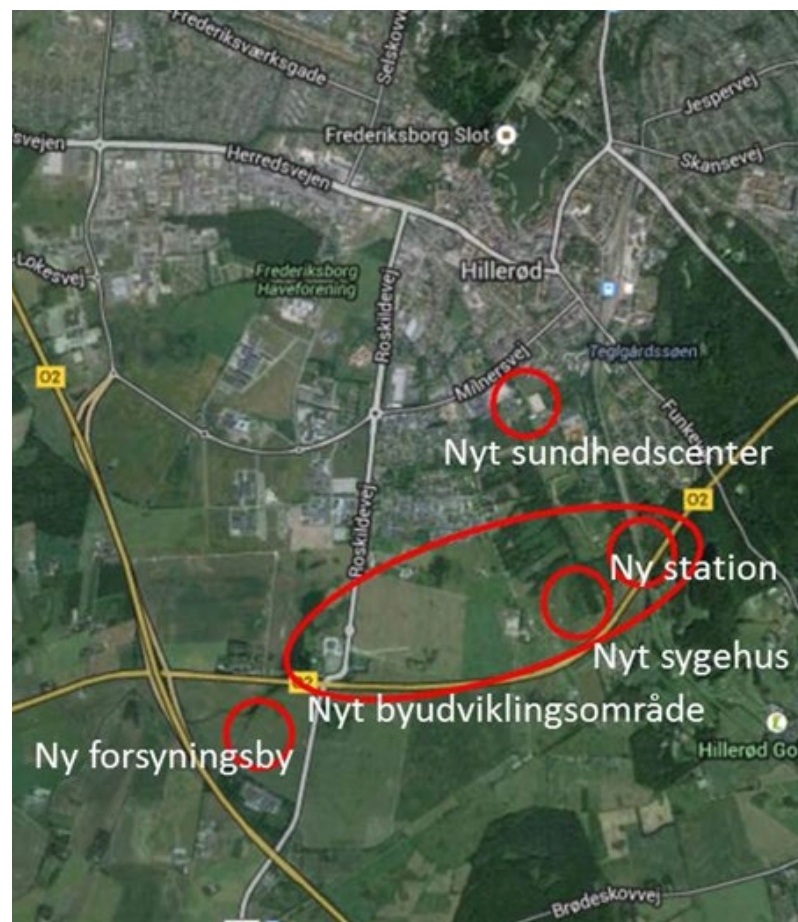
9 Nyt landskab med stisystem.....

INDLEDNING

Helhedsorienteret bæredygtig jordhåndtering

Dette projekt er et ud af 9 delprojekter i det overordnede projekt "Helhedsorienteret Bæredygtig Jordhåndtering", som er et fælles projekt mellem Bygherreforeningen, Region Hovedstaden, Grontmij og NIRAS.

Projektet skal bidrage til udvikling af nye måder til håndtering af overskudsjord fra bygge- og anlægsprojekter. Det skal sikre, at jordhåndtering sker på en bæredygtig måde – også i økonomisk forstand. Projektet har til formål at udvikle ny teknologi og afprøve idéer. 5 af delprojekterne er projekter der omhandler grundviden og udvikling af værktøjer. 4 af delprojekterne er case/ inspirationsprojekter.



Klimatilpasning med overskudsjord

Dette delprojekt "klimatilpasning med overskudsjord" har en projektgruppe bestående af Hillerød Kommune, Hillerød Forsyning og NIRAS.

Hillerød Kommune står overfor en massiv byudvikling. Området syd for Hillerød (Favrholm) er et stort byudviklingsområde, Region Hovedstaden planlægger at etablere et nyt hospital (Nyt Hospital Nordsjælland) i samme område. I den forbindelse er det besluttet at etablere en ny station til forsyning af området. Hillerød Forsyning etablerer en ny forsyningsby i området. Alle disse tiltag skaber øget befæstelse fra bygninger, veje og parkering.

Der er i dag udfordringer i den eksisterende by i forbindelse med kraftige regnhændelser. Det drejer sig blandt andet om området omkring Milnervej, hvor der er planlagt for etablering af et nyt sundhedscenter. Og det drejer sig om det eksisterende boligområde nord for den nye bydel Favrholm. I Hillerød står man derfor i en konkret situation, hvor en række plan- og udviklingsmæssige muligheder og udfordringer spiller sammen. Og her er klimasikring med overskudsjord derfor en yderst relevant problemstilling, idet Hillerød Kommune og Hillerød Forsyning i de kommende år vil have en stor mængde overskudsjord til rådighed. Anvendelse af overskudsjord skal således betragtes som en positiv ressource til afhjælpning af et samfundsmæssigt problem.

Målet med dette projekt er at undersøge:

- Hvordan kan overskudsjord anvendes lokalt til klimatilpasning af byområder med oversvømmelsesproblemer?
- Hvordan kan intelligent brug af overskudsjord i byer aflaste vandvejes ekstremafstrømninger under skybrudshændelser?
- Hvordan kan intelligent anvendelse af overskudsjord

ske i samarbejde mellem kommune og forsyning (og evt. andre aktører)?

- Hvordan kan et samarbejde mellem kommune og forsyning (og evt. andre aktører) danne grundlag for projekter, hvor overskudsjord anvendes som en ressource i klimatilpasningsindsatsen?

Denne projektmappe er udarbejdet af NIRAS i dialog med Hillerød Kommune og Hillerød Forsyning

DEL 1

SCENARIEBEREGNINGER FOR OVERSKUDSJORD TIL KLIMASIKRING



BAGGRUND/OMRÅDEBESKRIVELSE

1. BAGGRUND

Formålet med nærværende projekt er at redegøre for hvordan overskudsjord kan anvendes således, at risikoen for skader ved regnbetingede oversvømmelser i Favrholt området minimeres. Det vurderes i den forbindelse hvordan terrænregulering ved afgravning og påfyldning bidrager til at styre vandets strømning væk fra eksisterende og planlagte byområder.

I dette notat redegøres for regnbetingede oversvømmelser ved en worst-case regnhændelse, henholdsvis i status og plan, for området. Det diskuteres desuden hvordan problemstillingen kan håndteres, og der gøres overslag på jordvolumener til klimatilpasningen.

De udførte beregninger er, som beskrevet i notatet, på skit-

seniveau. Niveauet afspejler delvist de til rådighed værende ressourcer på projektet, men også at planerne for området på nuværende tidspunkt ikke er så detaljerede.

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

Favrholt er området omkring Overdrevsvejen mellem Roskildevej i vest og banedæmningen mod øst. Mod nord afgrænses området af Milnersvej. Områdets sydlige del er i dag bar mark. I den nordlige del, umiddelbart syd for Milnersvej, ligger boligområdet Amtmandsvang. Området er vist på Figur 1.

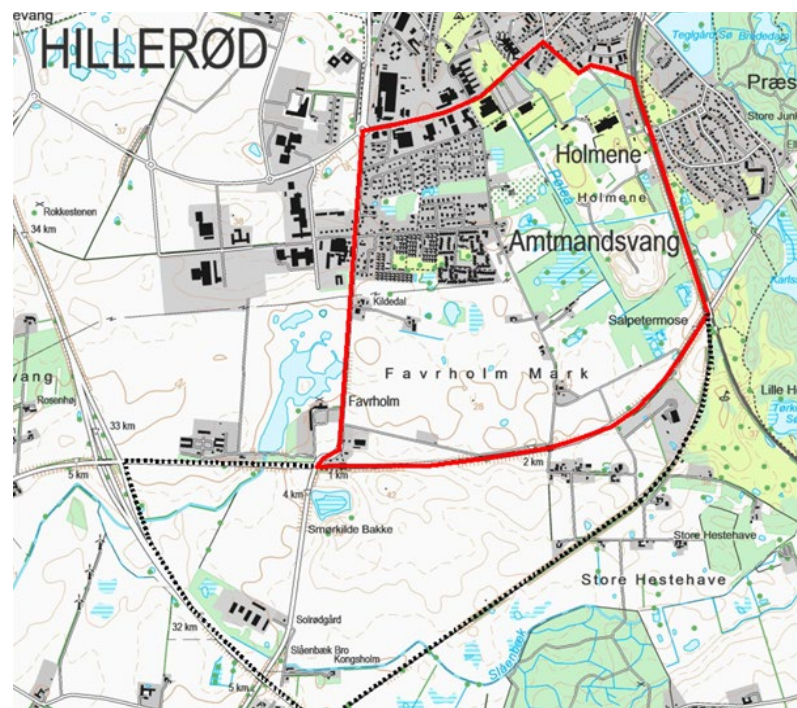
2.1 Status

Området afvandes naturligt til Pøle Å i nordlig retning og af

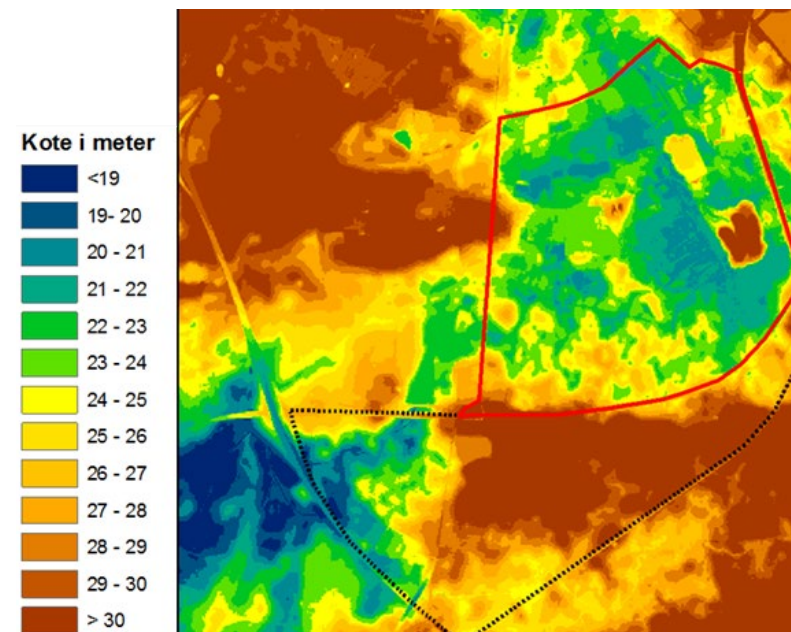
Havelse Å i vestlig retning. Havelse Å har sit udspring ved Roskildevej (ved Novo Nordisk) og Pøle Å har sit udspring i Salpetermosen. Området syd for Overdrevsvejen afvandes til Slånebæk og videre til Havelse Å. En del af Favrholt Mark afvandes via grøfter til Havelse Å og en del af marken afvander til Pøle Å. Vandskellet imellem de to vandløbsoplande går igennem marken, men er ikke klart afgrænset fordi terrænet er ujævnt og med mange lavninger.

Salpetermosen øst for Favrholt Mark er et moseområde med enge, små søer og krat, og afvandes gennem Pøle Å, som har sit udspring her.

I forhold til oversvømmelser og klimatilpasning er området syd for Overdrevsvejen og Forsyningsby ved Solrødgård mindre problematisk end områder nord for Overdrevsvejen.



Figur 1: Favrholt. Området, som behandles i nærværende projekt er vist med rød ramme. Området syd for overdrevsvejen (afgrænset med sort stiplet kant) er også udlagt til byudvikling og ny forsyningsby, men er ikke behandlet nærmere.



Figur 2: Højtliggende områder er vist med brun. Lavtliggende områder er vist med blå.



Figur 3: Visualisering af den planlagte byudvikling i Favrholt. Udsnit fra Helhedsplan, sept. 2014. Sygehuset ses som en stor fire-armet amøbeform midt på tegningen.

Området afvander naturligt til Havelse Å via Slåenbækken og ikke gennem den eksisterende by. Terrænet ligger desuden højt i forhold til recipienten (Slåenbæk/Havelse Å) og området skønnes derfor uproblematisk i forhold til klimatilpasning og i forhold til oversvømmelser af den eksisterende by. Der regnes derfor kun på området nord for Overdrevsvejen i nærværende opgave. Se Figur 1 og Figur 2.

På Figur 2 ses det, at området øst for Roskildevej, nord for Overdrevsvejen og vest for Gl. Frederiksborgvej ligger lavt i forhold til det omgivende terræn. Lavningen fortsætter og spidser til mod nord uden terrænfald gennem midtbyen i retning mod Munkeengen og Hillerød Centralrenseanlæg.

2.2 Planbeskrivelse

Fire større ændringer af Favrholt forestår:

- 1) Byudvikling af Favrholt [kilde 1]
- 2) Nyt sygehus [kilde 1]
- 3) Byudvikling ved Sportskilen med nyt sundhedscenter mv. [kilde 2]
- 4) Nyt renseanlæg ved Solrødgård.

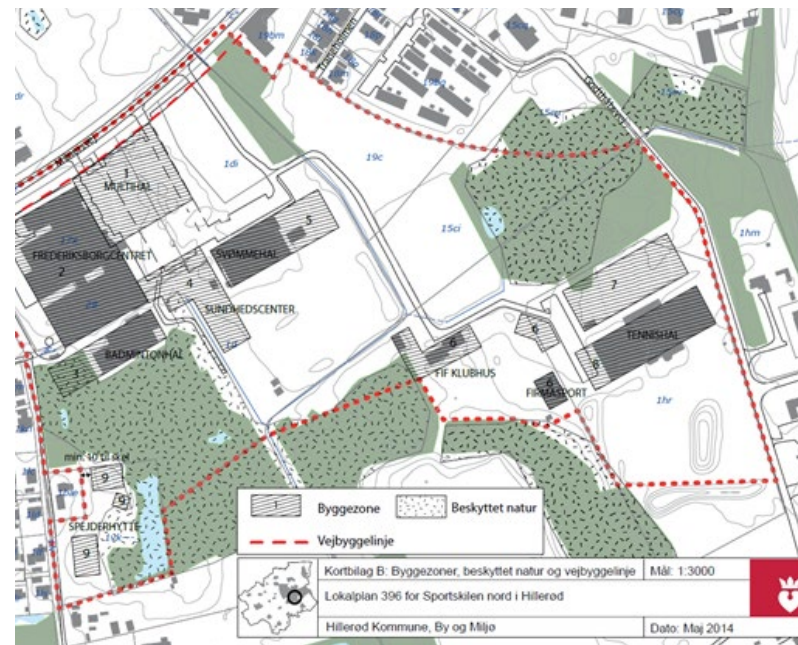
Disse fire ændringer påvirker vandhåndteringen i Favrholt. Byudvikling og nyt sygehus medfører en væsentlig forøgelse af det befæstede areal (tagflader, asfalt- og grusveje, fortove, cykelstier mv.) og en del af det nuværende mose-areal skal fyldes op ved byggemodning. En visualisering af byudviklingen (fra Kilde 1) er vist på Figur 3.

Det planlagte byudvikling ved Sportskilen er vist på Figur 4. Figuren er fra lokalplanforslaget.

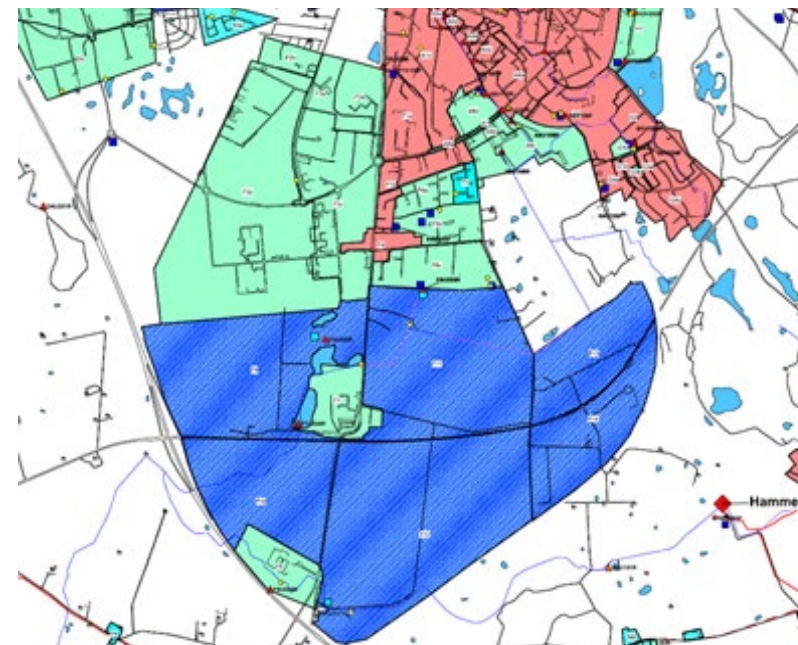
Den planlagte udvikling i Sportskilen betyder ikke en væsentlig forøgelse af det befæstede areal i forhold til Favrholt som helhed, men dele af området er i risiko for oversvømmelse, da det ligger lavt i terrænet og har en stor del af Favrholt som opland (problemstillingen diskuteres i et senere afsnit).

Rammerne for den planlagte regnvandshåndtering i Hillerød syd er fastsat i Hillerød Kommunes forslag til Spildevandsplan 2013-2016 [kilde 3]. Et udsnit af kloakoplande fra spildevandsplanen er vist på Figur 5.

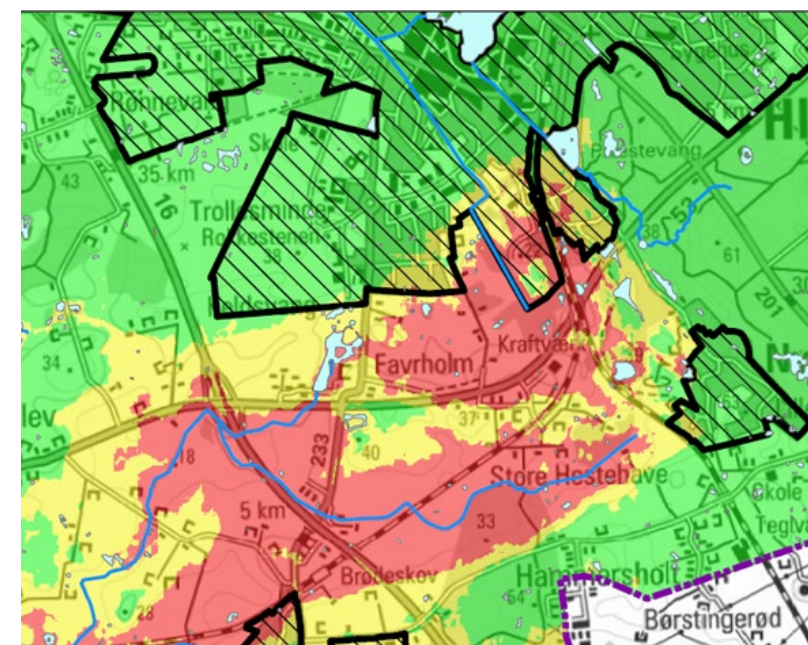
NIRAS har i Oplæg til LAR Handleplan – Nedsivningsmuligheder for Hillerød Kommune, som en del af arbejdet til Spildevandsplanen 2013-2016 [Kilde 4] vurderet, at nedsivningspotentialer generelt er dårligt i Hillerød Syd. Baggrunden herfor er et højtliggende sekundært grundvandsmagasin. En oversigt over nedsivningspotentialer ses på Figur 6.



Figur 4: Lokalplanforslag til byudvikling ved Sportskilen (fra Kilde 2).



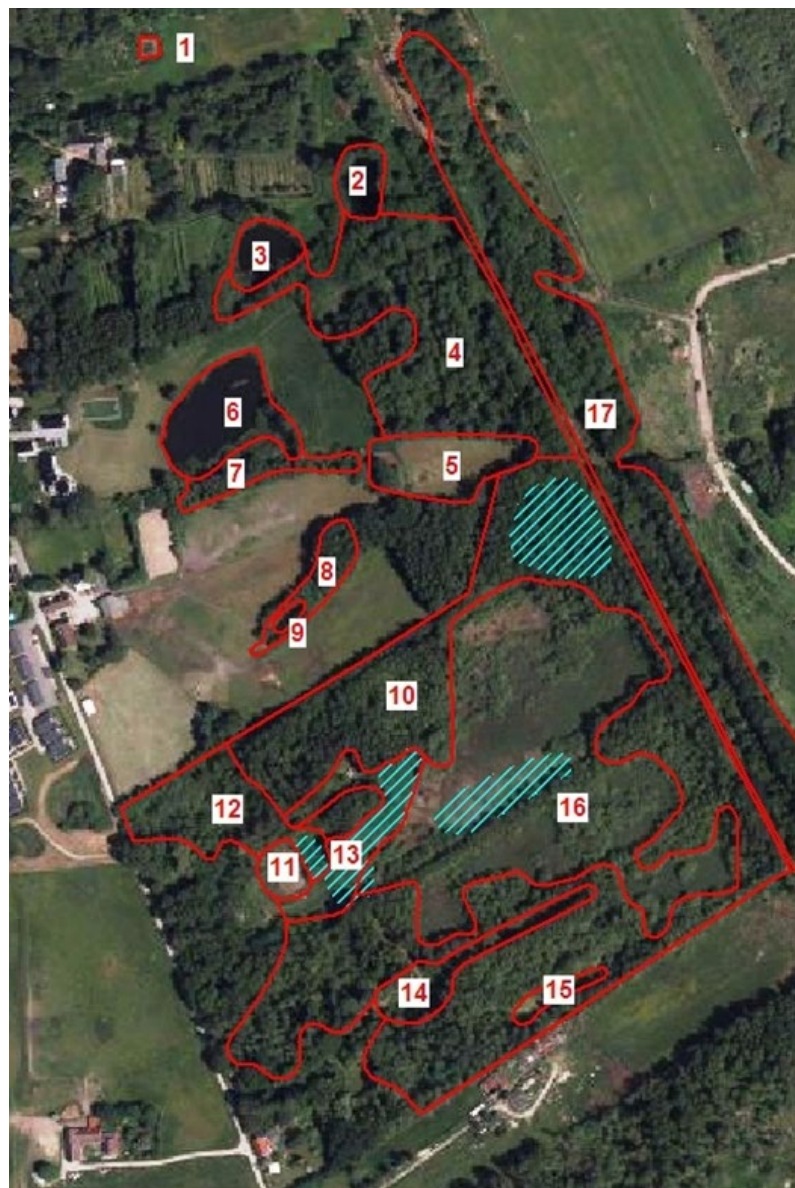
Figur 5: Kloakoplande fra Hillerød Kommunes forslag til Spildevandsplan 2013-2016. Røde oplande er fælleskloakerede, grønne oplande er separat-kloakerede og blå oplande er planlagt separat-kloakerede med Lokal Afledning af Regnvand (LAR)



Figur 6: Potentiale for LAR. Rød farve indikerer dårlige muligheder. Grøn farve indikerer gode muligheder. Eksisterende byområder er skraverede [Kilde 4].

Det betyder, at regnvand formodentlig skal opmagasineres i åbne bassiner/regnbede og afledes forsinket (droslet) til recipienter. Nødvendigt opmagasineringsvolumen dimensioneres til en gentagelsesperiode for fyldning, som fastsættes af Hillerød Kommune.

Gentagelsesperioden for aflastning fra regnvandsbassiner (overskridelse af magasinvolumen) er typisk hvert 5. år, men bør fastsættes ud fra en vurdering af konsekvenser ved overskridelse – dvs. konsekvenserne af at tilgængelige magasinvolumener overskrides.



Firmaet AGLAJA har i 2014 foretaget en registrering af beskyttede naturtyper i Salpetermosen [Kilde 5]. En hovedkonklusion er, at der er beskyttet natur i form af moser, krat og sumpskove i store dele af Salpetermosen som vist på Figur 7. Der kan som udgangspunkt ikke tillades hyppigere oversvømmelser af disse områder end i dag (i så fald skal der gives dispensation). Det må derfor forventes, at afstrømning fra opstrøms byudviklingsområde, med stor sandsynlighed skal tilbageholdes (opmagasineres), således at det ikke forårsager hyppigere oversvømmelser af naturområdet nedstrøms.

Den nye forsyningsby skal placeres i hjørnet mellem Overdrevsvejen og Lyngvej. Det er hensigten at regnvand pumpes fra det eksisterende Centralrenseanlæg på Kirsebær Allé (som udleder til Pøle Å) til det nye renseanlæg, som skal udlede rensset vand til Havelse Å. Nyt renseanlæg vil betyde en reduceret udledning til Pøle Å og en forøget udledning til Havelse Å. Det nye renseanlæg er ikke behandlet i nærværende projekt.

Figur 7. Registrerede naturområder i Salpetermosen er vist med rød rand. Lokalitetsnummer er angivet og beskrevet i Kilde 5). Desuden er forekomst af specielt værdifulde naturområder markeret med lyseblå skravering. [Kilde 5]

BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER OG METODE

3 BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER OG METODE

Oversvømmelsernes udbredelse og dybder kortlægges i beregningsprogrammet Mike Urban Flood i status og i plan. Konsekvenserne af mulige jordhåndteringstiltag vurderes. Der regnes på en worst-case situation, hvor de almindelige vandafledingssystemer til håndtering af regnvand ikke kan rumme de ekstreme vandmængder.

3.1 Hydraulisk model

Der er anvendt den samme hydrauliske model, som også er anvendt af NIRAS til klimatilpasningsplanens oversvømmelseskort. Den hydrauliske model er klippet til, så den kun omfatter de relevante dele af oplandet for at reducere beregningstiden. Det er undervejs i modelarbejdet testet, at den reducerede hydrauliske model giver samme resultater inden for projektområdet som den oprindelige samlede model over Hillerød. Den hydrauliske model gør det muligt at beregne effekten af kloaksystemet i samspil med Pøle Å og afstrømning fra ubefæstede arealer i status og i plan. Resultater fra beregninger med Mike Flood bruges til at vurdere vandets strømning på terræn. Resultaterne kan ses i form af oversvømmelseskort, som viser den maksimale udbredelse og dybde af oversvømmelser under regn. Den tilrettede hydrauliske model er vist på Figur 8.

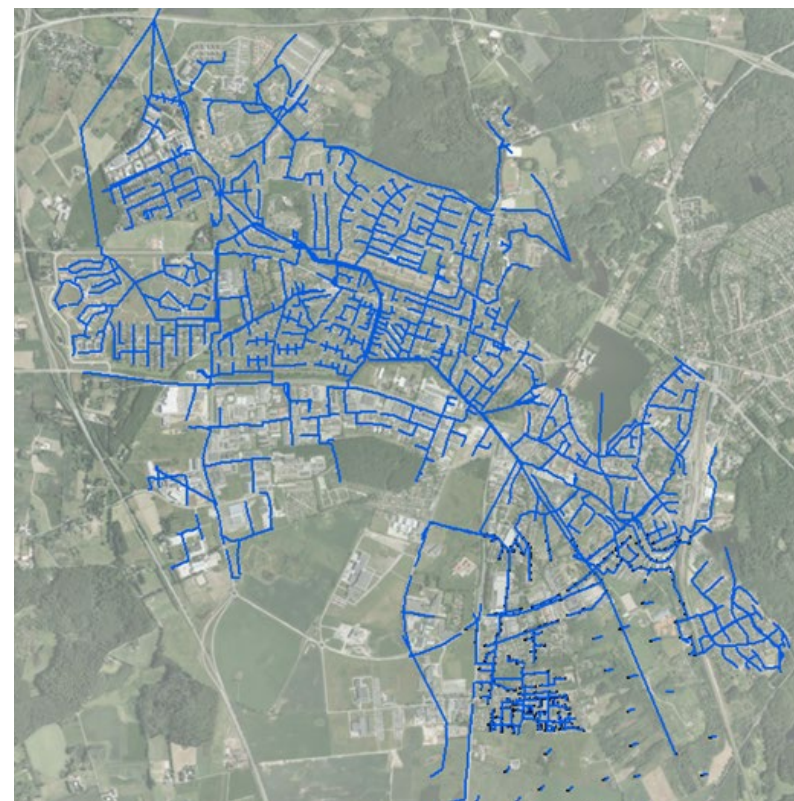
Afstrømning fra allerede eksisterende byområder er beregnet med den hydrauliske model. Befæstelsesgrader er beregnet ud fra den nuværende arealanvendelse. Der er således ikke foretaget ændringer i den hydrauliske model for eksisterende byområder.

Afstrømning fra ubefæstede arealer i Favrholm er regnet med et initialtab på 35 mm. Dermed antages, at de første 35 mm af 100-års regnen nedsives/opmagasineres i jorden. De resterende 142 mm (ud af den samlede regn-dybde på 177 mm – se følgende afsnit om regn) strømmer af til nærmeste terrænlavning. Oplandet til hver enkelt terrænlavning er beregnet ud fra højdemodellen og er indarbejdet i den hy-

drauliske model. Lavningernes fyldning beregnes i Mike Flood hvorved oversvømmelsernes udbredelse kan ses på de resulterende oversvømmelseskort.

Der regnes med en cellestørrelse på 6,4 meter i Mike Flood af hensyn til reduceret beregningstid. Det medfører at strømning i mindre render og små oversvømmelser beskrives mindre præcist.

Pøle Å st. 0 - 1269 er kun beskrevet helt overordnet ved enkelt tværsnit i den hydrauliske model. Det er skønnet, at afstrømningen på dette stykke ikke beskrives realistisk derved. For ikke at mindske ressourceforbruget på en tilretning af åens tværsnit, er afstrømningen i åen beregnet i højdemodellen med Mike Flood.



Figur 8: Tilrettet hydraulisk model. Ledninger er vist som blå linjer. Modellen er afgrænset ved Københavnsvej i øst og Isterødvejen i nord

På grund af cellestørrelsen og grøftens smalle profil på strækningen med indsnævring og retningsændringer betyder det, at afstrømningen i Pøle Å-grøftens bund er fraværende i beregningerne. Forsimplingen er af mindre betydning for de beregnede oversvømmelser, fordi der kun er en små forskelle i vandtrykket på strækningen Pøle Å st. 0 - 1269.

I plansituationen må det forventes at åens hydrauliske kapacitet ændres en del, alene fordi der skal etableres en ny vej til hospitalsområdet fra Milnersvej. Disse ændringer er der ikke gjort specifikke antagelser om, men som nævnt er åens kapacitet på strækningen fraværende, svarende til at åen er droslet med en rørindsnævring. Det er derfor i hovedsagen volumen der regnes på i Salpetermosen frem for hydraulisk kapacitet.

3.2 Regn

Der anvendes en regn med en gentagelsesperiode på $T = 100$ år. Sandsynligheden for at en regn af denne intensitet eller kraftigere forekommer et givent år er 1%. Regnen er defineret ved Spildevandskomitéens Skrift 30 [Kilde 6]. Intensiteter er fremskrevet til klimascenariet for år 2100, da der forventes kraftigere regn i fremtiden. Det mest sandsynlige scenarie er, at en 100-års regn i klimascenarie 2100 vil være 40% kraftigere end i dag, men der er stor usikkerhed på hvor stor ændringen reelt bliver. Et øvre estimat på klimaændringen er, at en 100-års regn i år 2100 vil være 100% kraftigere end i dag [Kilde 6]. Det øvre estimat er relevant at bruge i forhold til vurdering af worst-case scenarier, eksempelvis robusthedsvurderinger af planløsninger [Kilde 6]. Til nærværende arbejder er dette øvre estimat derfor anvendt. Det betyder, at regnen er dobbelt så kraftig som en 100-års regn i dag. Der er desuden anvendt en faktor 1,2 for modelusikkerhed. Den samlede sikkerhedsfaktor på 100-års regnen bliver derfor $2,0 \cdot 1,2 = 2,4$, svarende til at den anvendte regn er 2,4 gange kraftigere end en 100-års regn i dag. Den totale regndybde er 177 mm på 4 timer.

STATUSBEREGNING

3.3 Overflademodel

Til oversvømmelsesberegninger anvendes Danmarks Digitale Højdemodel fra 2007, der er dannet ved laserscanning fra fly. Da de udførte analyser i høj grad baseres på den digitale terrænmodel, er det af stor vigtighed at den beskriver terrænet tilstrækkeligt præcist. Der er derfor foretaget en kontrol af terrænmodellen i forhold til GPS indmålinger ved Novo Nordisks kursuscenter på Roskildevej, ved at sammenholde Hillerød Forsynings dækselkoter (Mike Urban) med højdemodel-len. Resultaterne ses i Appendiks A.

De to datasæt (opmålinger ved Novo Nordisk og dækselkoter) viser store afvigelser. Hvor opmålingerne ved Novo Nordisk viser, at terrænmodellen ligger 20-40 cm lavere, peger afvigelsen af højdemodellen i forhold til dækselkoterne på, at terrænmodellen ligger udmærket i niveau.

Det vurderes derfor, at afvigelser observeret på Novo Nordisk ikke gælder for hele området, men er et udtryk for lokal fejl. Trods relativ stor usikkerhed om terrænets egentlige niveau i området er der på baggrund af de to datasæt ikke grundlag for at korrigere terrænmodellen.

Usikkerheden betyder, at de angivne koter skal tages med forbehold. Oversvømmelseskort (vanddybder og volumener) er der mindre usikkerhed på i den sammenhæng fordi oversvømmelserne i hovedsagen bestemmes af vandmængderne og terrænets overordnede former- ikke det generelle terrænniveauet som sådan.

Ved nærmere analyser bør der anvendes en nyere terrænmodel, evt. på baggrund af en dronescanning, som kan give en langt bedre opløsning af terrænet i området. Særligt fordi terrænforskellene er meget små, er dette af stor vigtighed.

4 STATUSBEREGNING

Der er allerede foretaget oversvømmelseskortlægning i forbindelse med Hillerød Kommunes Klimatilpasningsplan, som tillæg 3 til Kommuneplan 2013. Den anvendte model regner ikke med afstrømning fra ubefæstede arealer i Salpetermosen og mark- og engarealerne ved Favrholm. Oversvømmelseskortet er derfor af mindre relevans i forhold til byudviklingsområdet ved Favrholm og er ikke anvendt i det følgende. Der er i stedet foretaget en ny statusberegning. Resultatet er vist på Figur 9. Oversvømmelsesområder er nummereret og diskuteres i det følgende.

Figur 9 viser de beregnede oversvømmelser i statussituationen for klimascenarie 2100, under forudsætning af, at der hverken byudvikles eller gøres ændringer i kloaksystemet. Det er forventeligt, at der er store mængder vand på terræn i den beregnede situation.

Det ses at der er store oversvømmelser følgende steder:

- 1) I Salpetermosen
- 2) Ved kolonihaveforeningen syd for Jagtvej,
- 3) Syd for Frederiksborgcenteret
- 4) Ved Godthåbsvej
- 5) Ved Milnersvej
- 6) I det eksisterende boligområde ved Salpetermosevej
- 7) På markerne syd for Amtsmandsvang

Oversvømmelserne i **Salpetermosen (1)** skyldes dels de store vandmængder, som lander på områderne, dels afstrømning fra de højere liggende arealer omkring mosen.

Oversvømmelserne ved **kolonihaveforeningen syd for Jagt-**

vej (2) har samme årsag, men skyldes også overløb fra regnvandsbassinet i området. Oversvømmelseskortet viser også, at vandet ligger omkring boldbanerne, som er hævet i forhold til resten af området.

De store oversvømmelser bag **Frederiksborgcenteret (3)** skyldes afstrømning fra området ved Amtmandsvej, overløb fra lavningen ved boldbanerne og tilbagestuvning fra området ved Milnersvej.

Oversvømmelserne ved **Godthåbsvej (4)** er ikke terrænmæssigt i sammenhæng med de øvrige områder. Oversvømmelserne skyldes primært overløb fra en ledning, som afvander området øst for banen. Ledningen overfyldes fordi de to regnvandsbassiner opstrøms (Jagtvej) og nedstrøms (Godthåbsvej) er overfyldte.

Oversvømmelserne ved **Milnersvej (5)** sker hvor Pøle Å rørføres i en Ø1000 ledning under Milnersvej. Vandet breder sig ud over dele af parkeringspladsen ved Frederiksborgcenteret og de tilgrænsende arealer. Vandet samles også på Milnersvej, omkring de nærliggende bygninger (VUC) og græsarealer syd for Dongs anlæg ved Åmosevej.

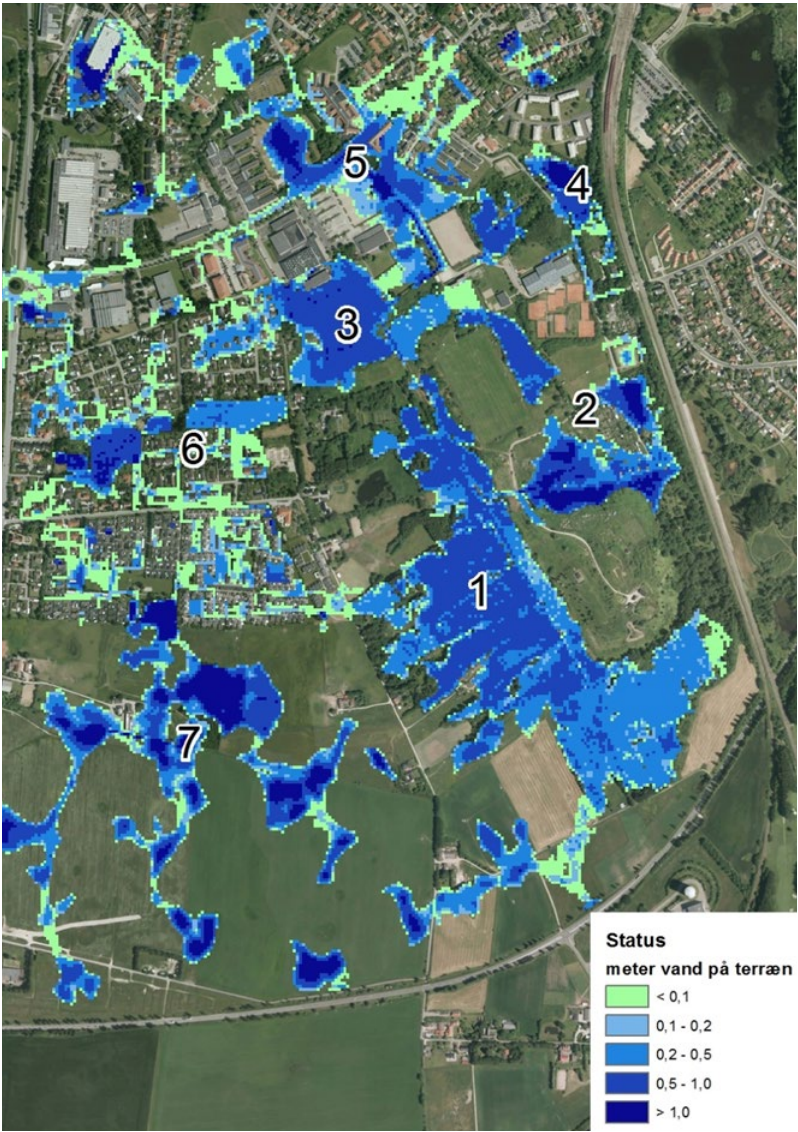
Rørføringen af Pøle Å fortsætter helt ned til Herluf Trolles Torv/Munkeengen. Der er adskillige overløb på den rørførte strækning, eksempelvis fra regnvandsbassinet mellem Milnersvej og Campingpladsen (Åmosevej). Beregningerne viser, at disse overløb giver tilbageløb i Pøle Å, så en del af vandet føres i åens rørførte del sydpå til det åbne vandløbsprofil syd for Milnersvej. Der sker også direkte overløb fra regnvandsbassinet ved Åmosevej finder vej sydpå over Milnersvej.

Beregningerne viser således, at oversvømmelsesproblemet i området i høj grad skyldes aflastninger nordfra. Et forøget afløb sydfra vil forværre problemet fordi åen er hydraulisk overbelastet og ikke kan aflede vand nordpå under Milnersvej ved ekstremregn.

Oversvømmelser i det eksisterende **boligområde ved Salpe-**

termosevej (6) skyldes en kombination af overløb fra kloak og afløb fra ubefæstede arealer.

Oversvømmelser på **markerne syd for Amtsmandsvang (7)** skyldes lokal vandmætning af jorden.



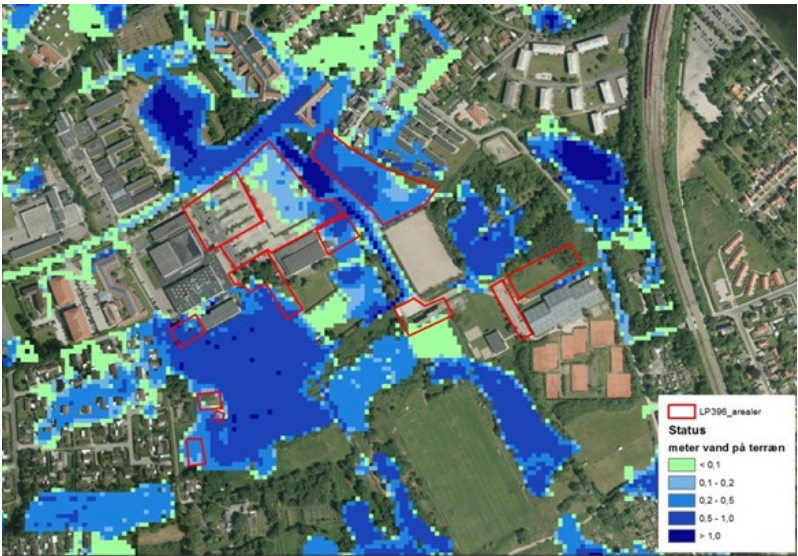
Figur 9: Statuskort, som viser hvor der er beregnet oversvømmelser i worst-case situationen (100 års regn med diverse tillæg). Se tekst for forklaring af de nummererede oversvømmelsesområder

5 PLANBEREGNING

I planberegningerne medtages planlagte ændringer for byudvikling i Favrholt, i Sportskilen og nyt sygehus.

Lokalplanforslag for Sportskilen er modtaget fra Hillerød Kommune i juni 2014. Forslagets tegninger er lagt ind i den hydrauliske model i form af befæstede arealer. Det er forudsat, at der ikke kan tillades oversvømmelse af områder der er udlagt til bebyggelse og parkering. Der er ikke forudsat nogen tilbageholdelse af vand lokalt. Der er ikke gjort ændringer for de øvrige arealer. I forhold til afvandingen af Favrholt som helhed, er der tale om en mindre forøgelse af det befæstede areal. En del af den planlagte udvidelse sker i områder, som ved ekstremregn rammes af oversvømmelser (beskrevet ovenfor). De områder, som regnes befæstede (og hvor der ikke tillades oversvømmelser i plansituationen) er vist på Figur 10.

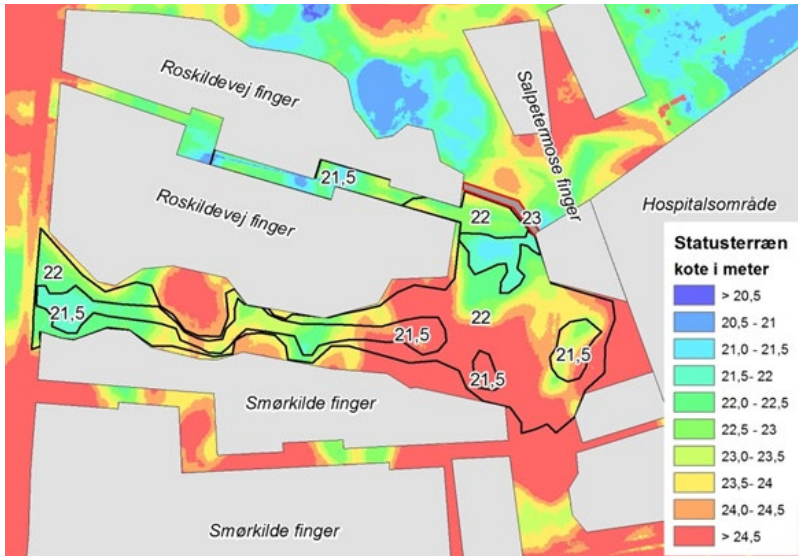
Plan for byudvikling i **Favrholt (inkl. sygehus)** er modtaget som CAD fil fra BOGL 4. oktober 2014. Arealer til byudvikling



Figur 10: Arealer udlagt til bebyggelse og parkering er vist med rød kant. Beregnede oversvømmelser i statussituationen er vist nedenunder.

er som beskrevet i Helhedsplanen fra september 2014. Det samlede udviklingsareal i Favrholt, udgør ca. 300 ha, hvoraf 181 ha udgør bebygget by, inkl. veje. jf. afsnit 8.2 i Helhedsplan for Favrholt. I helhedsplanen, afsnit 8.2 findes endvidere arealskemaer, der angiver arealerne for de enkelte områder i udviklingsområdet, ekskl. veje. Disse arealer er implementeret i den hydrauliske beregningsmodel for at beregne oversvømmelser i plansituationen.

På grund af de kendte problemer med oversvømmelser ved Milnervej, og fordi der er beskyttet natur i Salpetermosen, nedstrøms byudviklingsområdet, antages det, at der etableres anlæg/bassiner til forsinkelse af regnvand i de enkelte byggefelter/fingre. Det antages, at regnvandet forsinkes ved regnhændelser op til en 5-års hændelse, og der regnes med et afløb på 2 l/s/ha, svarende til naturlig afstrømning. Det resulterer i et bassinvolumen på ca. 35 mm, som implementeres i den hydrauliske model. Volumen svarer dermed til det initialtab, som antages for ubefæstede arealer. Afløbshydrologien er derfor ens i status og plan (hhv. bar mark og ny



Figur 11: Tilretninger af planteræn ved Roskildevej finger, Smørkildedefinger og hospitalsområde. Sorte linjer viser niveauspring. Koter er påskrevet fladerne. Dige er vist gråt med rød rand mellem Roskildevej finger og Salpetermose finger.

befæstet by): ubetydeligt lille afløb de første 35 mm af worst-case hændelsen og derefter totalt overløb fra samtlige flader til nærmeste lavning. Dette er en forsimpning, som skønnes at repræsentere det planlagte system udmærket.

Den valgte beregningsmodel for byggefelterne (de befæstede arealer) betyder, at oversvømmelser internt på felterne ikke beregnes. Det antages, at der skal være plads til vandet mellem byggefelterne/fingrene.

Fordi der gøres samme antagelser om afvandingen af befæstede arealer i det nye byudviklingsområde og af ubefæstede arealer ændres det samlede oversvømmede vandvolumen ikke fra status til plan. Den afgørende ændring er hvor vandet samles på terræn. I planberegningerne er byggefelterne hævet, i forhold til statusterræn, således de ikke bliver oversvømmet (og kan aflede vandet). Vandet fortrænges derved til lavningerne omkring byggefelterne. Der er desuden regnet med afgravning centralt i Roskildevej finger og i området mellem Roskildevej finger, Smørkilde finger og hospitalssområdet.

Det er forsøgt at tilrette terrænmodel, således den afspejler Helhedsplanens forslag til vandhåndtering. Af hensyn til ressourceforbrug er tilretningen foretaget i grove træk. Formen vist på Figur 11 er fundet ved en iterativ proces med gentagne Mike Flood beregninger og justeringer. Løsningen skal ses som et eksempel på hvordan der kan terrænreguleres for at skabe plads til vandet under hensyn til det eksisterende terræn.

Det er indledningsvist diskuteret om en del af vandet fra Roskildevej finger og Smørkilde finger ved ekstremregn kan afledes vestpå til søområdet ved Novo Nordisk. Det er en reel mulighed, og beregninger udført i nærværende projekt viser, at det vil ske (i mindre omfang) hvis ikke der gøres plads til vandet i området, men på grund af Novo Nordiskbebyggelsens nærhed til søens ro-vandspejl, er den sårbar overfor overløb fra den anden side af Roskildevej. Denne løsningsmulighed er derfor ikke afsøgt nærmere.

Muligheden for at aflede vand under ekstremregn østover til Salpetermosen fra Roskildevej finger og Smørmosen finger er også diskuteret indledningsvist, men anbefales ikke fordi det er muligt at gøre plads til vandet mellem fingrene. De lavere liggende bebyggelser omkring Salpetermosen er sårbare overfor over-svømmelser, og fordi nedstrøms område ikke har afløb under ekstremregn er det en mere robust løsning at tilbageholde vandet opstrøms. For at tilbageholde vandet i området og forhindre afløb til Salpetermosen er der således lagt et mindre dige ind i systemet i kote 23 mellem Roskildevej finger og Salpetermosen finger. Diget giver mulighed for højere opstuvning ved Roskildevej finger, Smørkilde finger og Salpetermosen finger, men reducerer opstuvningen i Salpetermosen. Indførsel af diget medfører, at fingrenes terræn skal ligge lidt højere for at undgå oversvømmelser, end hvis der afledes ekstremregn til Salpetermosen. Det medfører også at der skal graves en del jord af mellem fingrene for at give plads til vandet (se kapitel 6).

Afledningen fra Roskildevej fingerens nordlige del bør ske i

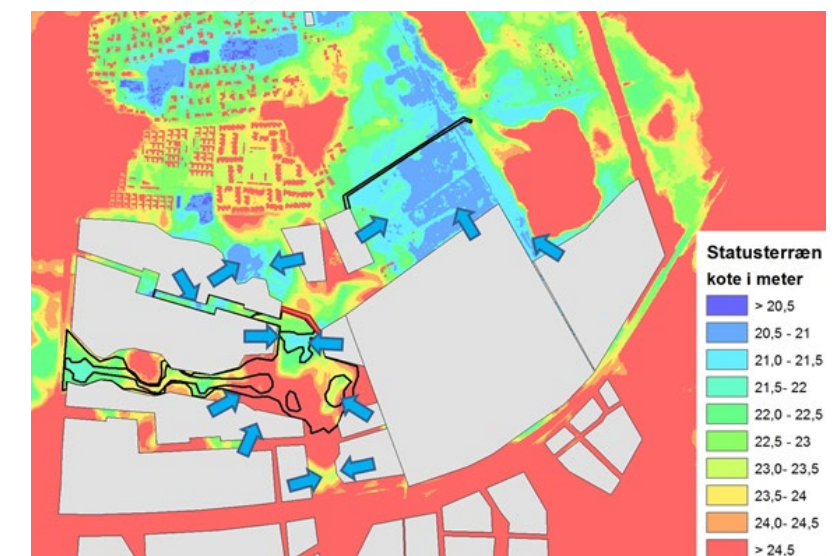


Figur 12: Muligt dige og droslinger i Salpetermosen.

øst- og sydpå for ikke at skabe problemer i det eksisterende boligområde ved Favrhølmvænget. Der skal således gøres plads til at overløbsvand fra det eksisterende kloaksystem og regnvandsbassinet ved Favrhølmvænget kan løbe over og ud på engen syd for det eksisterende boligområde. Det anbefales at undersøge denne problemstilling i større detalje.

Ud over de terrænændringer, som er vist i Figur 11, er det forudsat at vandet fra den sydlige del af Salpetermosen tilbageholdes med et dige for at give mindre opstuvning (og mere plads til vandet) nord for diget. Diget kan placeres på kanten af byudviklingsområdet og kan forløbe mellem de særligt værdifulde naturområder på Figur 7. Forløbet kan således stort set set ske uden, at gå gennem de registrerede naturområder. Dog skal diget gå gennem Pøle Å-grøften (område 17 på Figur 7) og grøften skal rørføres og drosles for at diget kan fungere. Digets placering (som beregnet i Mike Flood) er skitseret i Figur 12.

Et andet tiltag, som muligvis kan reducere oversvømmelser



Figur 13: Afvandingsstruktur. Retning for afvanding er vist med blå pile. Terrænregulering omkring fingrene og i Salpetermosen er vist med sorte streger.

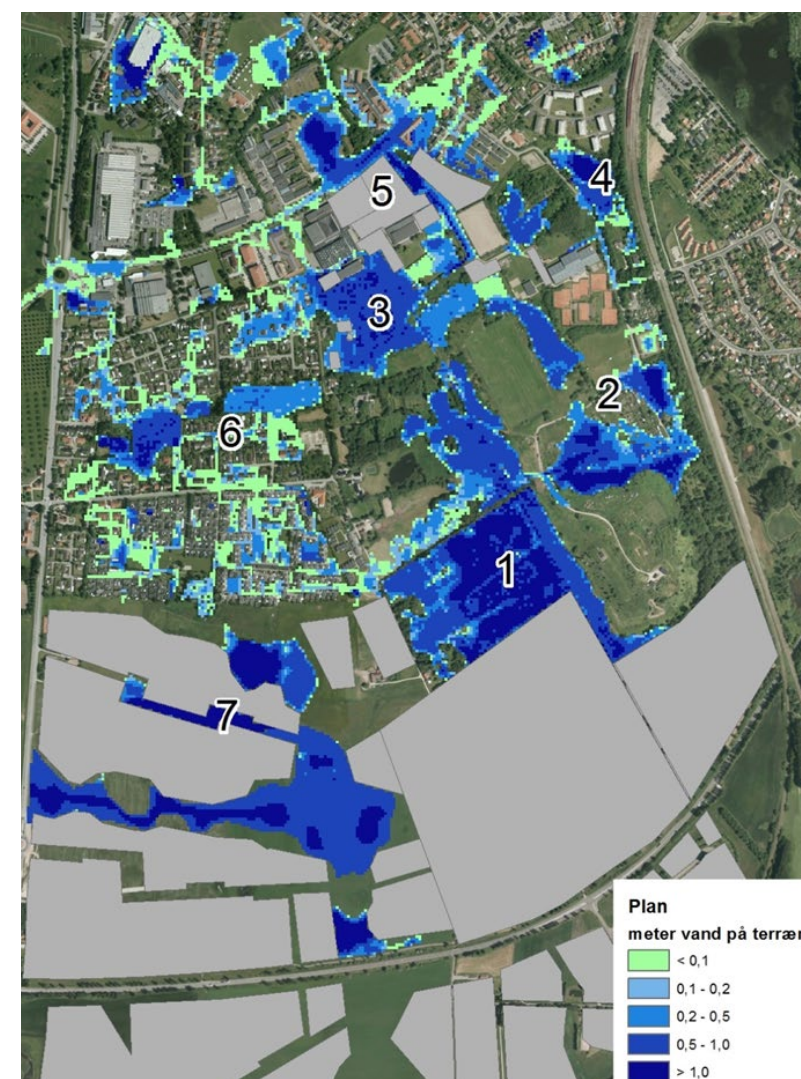
bag Frederiksborg-centeret og ved Milnersvej er en drosling af Pøle Å nogle hundrede meter længere mod nord, hvor lavningen omkring åen indsnævres. Stedet er vist på Figur 12. Det vil kræve mere detaljerede beregninger at bestemme effekten af droslingen.

Effekten af diget vil være nedstrøms i form af reducerede opstuvninger ved Frederiksborgcenteret på 0-20 cm. Unøjagtigheder i terrænmodellen gør det svært at vurdere effekten præcist. Vandføringen gennem Pøle Å er ikke regnet med, men kan have mere eller mindre betydning. Opstrøms diget vil vandet stå tilsvarende højere (0 – 20 cm). Med diget forstærkes det overordnede løsningsprincip om at tilbageholde vandet opstrøms for at undgå nedstrøms problemer. Med øget opstuvning vil der være behov for at hæve terrænet yderligere ved Hospitalsområdet og Stationsområdet. Det er overvejet om diget kan placeres længere mod nord for at tilbageholde større vandmængder. Beregninger viser dog, at det kan give tilbagestuvning hen over grusvejen til vådområdet omkring kolonihaveforeningen (oversvømmelsesområde 2 på Figur 9), hvorfor diget ligger syd for det sted. En sydligere placering af diget vil gå igennem større områder med beskyttet natur og give større opstuvning ved Hospitalsområdet og Stationsområdet syd for diget.

Den beregnede afvandingsstruktur for Favrholm er vist på Figur 13. Blå pile viser retning for afvanding ved ekstremregn. Ved normalregn ("dagligdagsregn") kan afvandingen ske i andre retninger i rør eller grøfter, afhængigt af terrænforhold og ønsket afvandingsstruktur for normalregn (til Pøle Å og/eller Havelse Å).

Afvanding af Stationsområdet skal ske i nordlig retning. Hvis området hæves meget kan det overvejes at magasinere vand langs med banedæmningen, men det er ikke forudsat i planberegningerne. Den planlagte adgangsvej fra Milners-vej til Hospital- og Stationsområde er ikke lagt ind i den hydrauliske model. Det er dermed forudsat, at vandet kan løbe uhindret under vejen.

Også Hospitalsområdet antages afvandet i nordlig retning til Salpetermosen, og der vurderes ikke at være alternativer hertil. Det er i beregningen forudsat, at Hospitalsområdet ikke kan tillades oversvømmet, selvom dele af området ligger lavt. Dette er en konservativ antagelse, men som nævnt er det forudsat, at der magasineres 35 mm nedbør på de enkelte delområder inkl. Hospitalsområdet, så en del af det lavtlig-



Figur 14: Oversvømmelseskort for plansituationen.

gende område må forventes anvendt til dette formål.

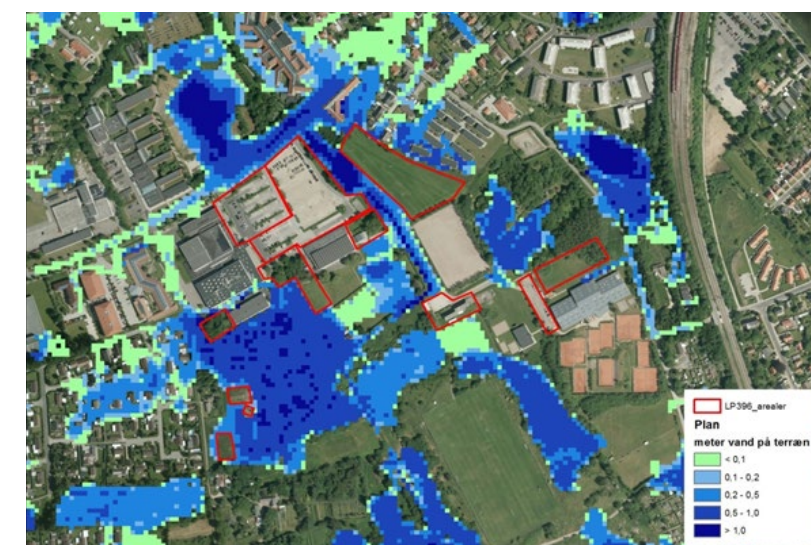
Salpetermose finger antages afvandet i forskellig retning efter terrænfald. Hovedparten antages afvandet til lavningen mellem de tre fingre nord for Overdrevsvejen. Roskildevej finger og Smørmose finger afvander til samme sted. En mindre del ved Overdrevsvejen antages afvandet til en lavning dér.

Oversvømmelseskort for plansituationen er vist på Figur 14.

De enkelte oversvømmelsesområder er nummereret på kortet som for status.

I **Salpetermosen (1)** er der større oversvømmelser end i statussituationen. Oversvømmelserne er til ca. kote 22,0 syd for diget. Nord for diget er oversvømmelsen ca. op til kote 21.7. Uden dige er stuvningen ved Hospitalsområdet til ca. kote 21,9 og til ca. kote 21,8 nord for diget.

Ved **kolonihaveforeningen syd for Jagtvej (2)** er forholdene uændrede i forhold til statussituationen. Der er en mindre



Figur 15: Oversvømmelser i plansituationen ved Sportskilen. Med antagelsen om at arealer langs åen (røde polygoner) ikke oversvømmes i plansituationen øges oversvømmelserne andre steder i nærområdet.

afstrømning til Salpetermosen. Unøjagtigheder i terrænmodellen kan betyde en del for størrelsen af dette afløb fordi vandet løber i en smal passage over en grusvej. Ny adgangsvej til Hospitalet kan spærre dette afløb og kan muligvis forværre forholdene øst for.

Ved **Godthåbsvej (4)** er situationen uændret i forhold til status. Oversvømmelserne er ikke i sammenhæng med de øvre oversvømmelser, og der gøres ikke planændringer.

Syd for Frederiksborgcenteret (3) og ved **Milnersvej (5)** er der en mindre forværring af problemerne, se Figur 15, hvor arealer udlagt til parkering og bebyggelse er vist som polygoner oven på oversvømmelseskortet i plansituationen.

Forværringen skyldes, dels en højere befæstelsesgrad, men primært at vandet i planberegningen ikke kan brede sig ud over arealerne langs Pøle Å, som det kan i dag. Der er i planberegningen ikke regnet med tilløb fra syd (Favrholm). En forudsætning herfor er at Pøle Å drosles som vist på Figur 12 og at der terrænreguleres som forklaret ovenfor.

Resultatet peger på vigtigheden af, at der byomdannes med fokus på at skabe plads til vandet langs åen. Det kan overvejes at grave af på P-pladsen ved Frederiksborgcenteret/Svømmehallen så vandet i ekstreme situationer kan stuve op på pladsen. Også på den anden side af åen hvor der i dag er boldbane/græs anbefales det at skabe plads til vandet.

Ud over ovenstående, kan det overvejes at:

- Give plads til vandet langs med den rørlagte strækning af Pøle Å. Dette kan eksempelvis være ved Cirkuspladsen.
- Det kan også overvejes at afgrave i lavningen mellem DONGS Trans-formerianlæg og Milnersvej.
- Det kan også overvejes at genåbne åen ned til Munkeengen/Møllebro, hvor der er mulighed for at skabe plads til vandet.

Som nævnt skyldes problemerne bl.a. overløb/udløb af vand nordfra. Denne problemstilling kan ikke løses med tiltag i Favrholm syd for Sportskilen, men de nuværende problemer forværres hvis ikke vandet tilbageholdes højere oppe i oplandet (som beskrevet).

I det **eksisterende boligområde ved Salpetermosevej (6)** er situationen uændret. Oversvømmelsen i Salpetermosen og på Favrholm Mark giver ikke tilbagestuvning i området. Det anbefales at analysere problemstillingen nærmere i planarbejdet for at sikre dette.

På **markerne syd for Amtsmandsvang (7)** er afstrømningen fuldstændig ændret som en effekt af den planlagte byudvikling. I den store lavning mellem de tre fingre stuver vandet op til kote 22,5. I lavningen lidt mod nord er stuvningen beregnet til kote 22,3, hvilket afholder vandet fra at løbe mod nord til de eksisterende bebyggelser. I den sydligste lavning ved Overdrevsvejen er stuvningen til kote 25,1 – dvs. væsentligt højere end det øvrige område.

6 JORDVOLUMENER

Byudviklingsområderne, som grænser op til ovenstående oversvømmelsesområder skal sikres mod oversvømmelse ved at byggemodne i en højere kote end de beregnede stuvningskoter, hvorfor det anbefales at arbejde med et sikkerhedstillæg i højden. Der er i beregninger af jordvolumener regnet med et tillæg på 10 cm. Et eksempel herpå er, at når det er beregnet, at vandet vil stå til kote 22,0 ved Hospitalsområdet regnes der således med påfyldning af arealer op til kote 22,1 (dvs. 10 cm højere). Den anvendte terrænmodel er som nævnt usikker, og der er en afledt usikkerhed af samme størrelse på de beregnede stuvningskoter. Hvis ikke der gøres beregninger på en højdemodel med højere opløsning, anbefales det at anvende et større sikkerhedstillæg i forbindelse med byggemodningen.

Jordvolumener til sikring af byudviklingsområder mod oversvømmelse er beregnet ved brug af GIS software. Opførelsen er gjort pr. delområde, som vist på Figur 16. Volumen af påfyldning er angivet i Tabel 1. Det ses af tabel-



Figur 16: Delområder i plansituationen. Stedbetegnelserne refererer til tabellen på den følgende side.

len, at det samlede volumen af påfyldning er ca. 172.000 m3. Hvis ikke der regnes med dige i Salpetermosen er summen 156.000 m3 og forskellen ligger alene ved Hospitalet og Stationsområdet.

En stor andel, svarende til lidt under halvdelen skal påfyldes hospitalsområdet. Dette areal kan reduceres, hvis der kan tillades opstuvninger i den nordlige del af området. Arealet, som skal fyldes på Hospitalsområdet er på Figur 17.

Ca. 30% af påfyldningen er i Stationsområdet, som ligger

meget lavt. Der påfyldes i mindre grad i Roskildevej finger og lidt ved Overdrevsvejen. Det er ikke nødvendigt med nogen nævneværdig påfyldning ved Smørkilde finger, som ligger højt i terrænet. Det er i beregninger forudsat, at arealer, som ikke skal hæves forbliver i samme niveau, som i dag. Det er også forudsat, at arealerne hæves med lodret kant. Fejlen herved er ubetydelig på grund af de store arealer og små niveauforskelle. Desuden er det forudsat, at arealer hæves er uden fald mod byudviklingsområdernes rand. Der vil være behov for et fald på mindst 1-2 promille, hvorved det påfyldte areal (i hospitalsområdet og stationsområdet) vil være lidt større end beregnet.

Delområde	Laveste eks. Terræn	Vandspejl ved rand	Areal påfyld	Areal af byggefelt	Arealandel med påfyld	Vol påfyld
	m	m	ha	ha	%	1000 m³
Salpetermosefinger vest	23,3	22,3	0,0	1,3	0	0
Salpetermosefinger øst	21,8	22	0,1	1,4	6	0
Roskildefinger nord	20,7	22,5	3,1	7	44	18
Roskildefinger syd	20,8	22,5	2,6	11,6	23	15
Smørkildefinger nord	21,8	22,5	0,3	6,5	4	1
Smørkildefinger syd	22,5	22,5	0,0	12,3	0	0
Ved overdrevsvejen	22,76	25,1	1,2	3,5	35	8
Hospitalsområde	20,63	22	9,6	32,1	30	77
Stationsområde	20,84	22	6,6	10	66	50
Sportskile	20.5	21,7	1,0	4,5	21	3
Påfyld i alt						172

Tabel 1: Påfyld i byudviklingsområder mm. Med dæmning i Salpetermose og med 10 cm sikkerhedstillæg på fyldkote.

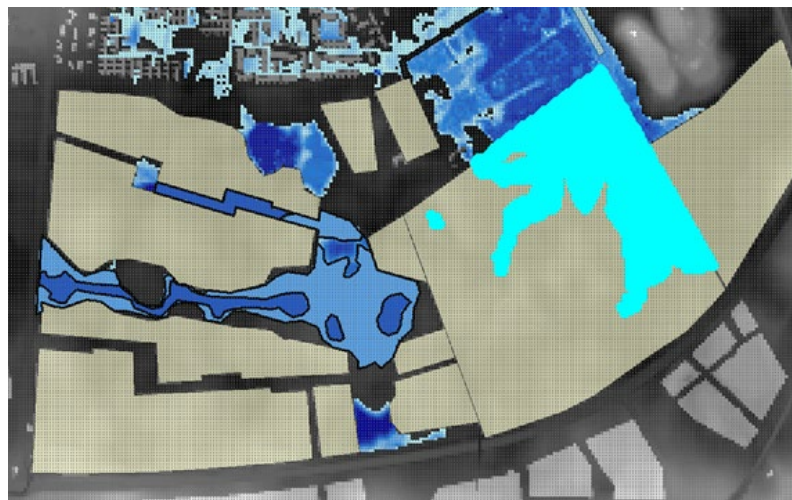
ANBEFALING/OPSUMMERING

Det er også beregnet hvor store volumener, der omtrent skal afgraves for at få plads til vandet i lavningen mellem de tre fingre nord for Overdrevsvejen (se Figur 11). Der er i beregningen ikke regnet med anlæg, hvilket betyder, at volumen undervurderes lidt. Det er beregnet at der skal graves 194.000 m³ af for at give plads til vandet. Jordbalancen for klimatilpasning (freregnet jordvolumen ved byggemodning og byggeri) er dermed 194.000 m³ minus 172.000 m³ = 22.000 m³ i overskud.

Der er ikke medregnet magasinvolumen til en 5-års regn i ovenstående. Med ca. 80 ha byudviklingsområde i fingrene nord for Overdrevsvejen (inkl. hospitalsområde og stationsområde) og en antaget befæstelsesgrad på 50%, er det nødvendige volumen til tilbageholdelse af en 5-års regn (regnet som 35 mm nedbør) ca. 15.000 m³. Det må forventes, at magasinvolumenet til tilbageholdelse af en 5-årsregn delvist kan indpasses i terrænet. Hvis det antages, at halvdelen af volumen skal etableres ved afgravning, så overskudsjordvolumen på 22.000 m³ + 7.500 m³ = 29.500 m³.

Der er stor usikkerhed på tallene, især fordi den terrænmæs-

sige bearbejdning i oversvømmelsesberegningerne er udført i grove træk. En nærmere tilretning af terrænet, som giver plads til vandet - som vist i nærværende notat - kan ændre en del på jordbalancen.



Figur 17: Arealer under kote 22,1 på hospitalsområdet.

7 ANBEFALING/OPSUMMERING

De gennemførte beregninger peger på nogle forhold, som det anbefales at tage højde for i planarbejdet. Helt overordnet gælder det, at vandet ikke kan forlade Favrholm ved kraftig regn. Det skal derfor magasineres i området. Det anbefales der derfor at:

- 1) Skabe plads til vandet i terrænet mellem byudviklingsområderne, så vandet ikke skaber problemer i den eksisterende by ved Amtmandsvang, Kolonihaveforening, Frederiksborg-center mv.
- 2) Hæve terrænet i de planlagte byudviklingsområder, så de kan afvandes selv ved ekstremregn og ikke rammes af oversvømmelser
- 3) Skabe plads til vandet i de lavest liggende områder ved Frederiksborg-centeret/Salpetermosen. Hvis der fyldes yderligere op med fodboldbaner, vej og parkering vil der være mindre plads til vandet, så dette bør undgås. Det kan i stedet overvejes at grave af i de højtliggende arealer, så de kan oversvømmes ved kraftig regn og fungere som buffer. Fodboldbanerne er eksempler på arealer, som er hævet ift. det omgivende terræn, men som det kan overvejes at sænke for at klimatilpasse/skybrudssikre de omkringliggende områder.
- 4) Skabe plads til vandet i de lavest liggende dele af Hospitalområdet. Dette kan reducere opstuvning i Salpetermosen fordi vandet kan bredes ud på et større område end hvis hele hospitalsområdet fyldes op.

ANBEFALINGER TIL VIDERE ARBEJDE/KILDER

8 ANBEFALINGER TIL VIDERE ARBEJDE

Undervejs i projektet er Niras og de øvrige projektdeltagere blevet opmærksomme på en række problemstillinger, som bør belyses i det videre planarbejde.

8.1 Beregninger på et bedre datagrundlag

De nødvendige koter og jordmængder til at sikre planområdet mod oversvømmelser er anslået i nærværende notat. Der er så stor usikkerhed på data, at det anbefales at gennemføre beregningerne med større detaljering når planarbejdet er mere fremskredent. I første omgang anbefales det at gennemføre beregningerne med en ny terrænmodel – enten den nye landsdækkende model eller baseret på en droneoverflyvning af området. På grund af de små terrænforskelle er dette af stor betydning for jordmængder og niveauer til sikring mod oversvømmelser.

8.2 Hydrauliske og naturmæssige konsekvenser af et dige

Der er i nærværende arbejde foreslået tilbageholdelse af vand ved et nyt dige i Salpetermosen. Digets funktion og effekt ift. oversvømmelser er omtrentligt beskrevet i ovenstående, men det anbefales at foretage dels:

- en nærmere vurdering af effekten på oversvømmelser (hydrauliske effekt) i samspil med Pøle Å.
- En vurdering af de naturmæssige konsekvenser af diget. Vurderingen bør foretages snarligt fordi et eventuelt dige kan have betydning for hospitalsområdets nødvendige sikringsniveau ift. oversvømmelser/afvanding.

Det bør samtidig undersøges om der kan være en naturforbedring i at tilføre mere vand til Salpetermosen og hvor højt vandspejlet må være i normalsituationen. Det er ikke utænkeligt at det kan være naturgenoprettende for Salpetermosen at blive mere fugtig og vsp. kan styres med et stemme-

bygværk således at mosen ikke ændrer naturtilstand.

8.3 Udledningstilladelser og gentagelsesperioder

I udledningstilladelser kan det overvejes at arbejde med forskellig gentagelsesperiode for delområderne (eksempelvis 0,1 – 5 år) på grundlag af en vurdering af konsekvenser ved overskridelse. Foreløbige data viser, at Salpetermosen rummer sårbar natur, mens det i mindre grad er tilfældet på Favrholm Mark. En vurdering skal indeholde en anbefaling om gentagelsesperioder og en beskrivelse af tiltag til sikring af naturværdierne i plansituationen. Fordelene ved at bruge lavere gentagelsesperioder end normalt kan være reducerede omkostninger til byggemodning.

8.4 Afledning af dagligdagsregn

I nærværende notat er det forudsat, at ekstremregn afvandes uden brug af rør. Afledning af mindre regn kan ske gennem rør til enten Havelse Å, Slånebæk eller Pøle Å. Det skønnes at afledningen af Hospitalsområdet og det stationsnære område må ske til Pøle Å. Området syd for Overdrevsvejen må ske til Slånebæk/Havelse Å. Det skønnes at de øvrige fingre kan afledes begge veje (enten Havelse Å eller Pøle Å). Det anbefales at foretage en samlet vurdering af hvor det er mest hensigtsmæssigt at vandet ledes hen ift. vandbalancer og vandkvalitet i de enkelte Å-systemer. Skitsetracé for afledning bør også diskuteres og endelig bør det vurderes om afledning af vandet kan føre til naturforbedring i de enkelte åer eller om projektet skal samtænkes med et naturforbedrende vandløbsprojekt.

8.5 Geologisk vurdering

Niras har i 2013-2014 opstillet en geologisk og hydrologisk grundvandsmodel for Hillerød Kommune. Det anbefales at foretage en vurdering af helhedsplanens konsekvenser for det sekundære grundvandsspejl i området. Konsekvensvurderingen kan bestå i en vurdering af påfyldning og afgravning og en vurdering af at nedsivningen ændres. Grundvandsspejlet

i de terrænnære magasiner har bl.a. betydning for hvor og hvor meget vand, der kan magasineres i området og for hvor der kan komme til at stå kritisk højt grundvand i både nye og eksisterende byområder. En geologisk vurdering kan sikre, at terrænreguleringen ikke får uhensigtsmæssige konsekvenser og at afstrømningen fra befæstede arealer sker mest hensigtsmæssigt.

9 KILDER

- [1] Helhedsplan Favrholm. Hillerød Kommune i samarbejde med VIA trafik og BOGL- Bang & Linnet Landskab samt seniorkonsulenter Svend Algren og Sten Johnsen. September 2014.
- [2] Forslag til lokalplan 396 for Sportskilen nord i Hillerød. Hillerød Kommune 2014.
- [3] Spildevandsplan 2013-2016. Hillerød Kommune, Teknik og Miljø i samarbejde med Hillerød Forsyning og NIRAS. 30. april 2014
- [4] Oplæg til LAR Handleplan – Nedsivningsmuligheder. Spildevandsplan 2013 – 2016. Notat udarbejdet af Niras 5. september 2012.
- [5] Registrering af beskyttede naturtyper i Salpetermosen 2014. Arbejdsrapport udarbejdet af AGLAJA for Hillerød Kommune, oktober-november 2014
- [6] Skrift nr. 30. Opdaterede klimafaktorer og dimensionsgivende regnintensiteter. IDA Spildevandskomitéen 2014

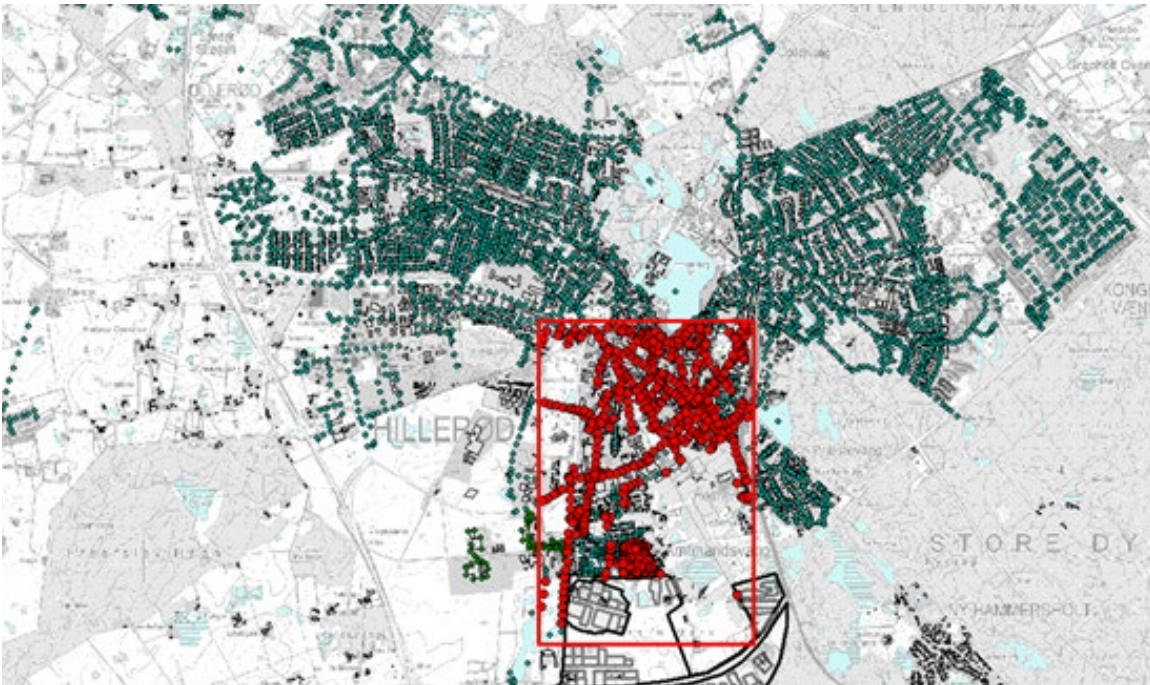
APPENDIKS A: KONTROL AF TERRÆNMODEL

10 APPENDIKS A: KONTROL AF TERRÆNMODEL

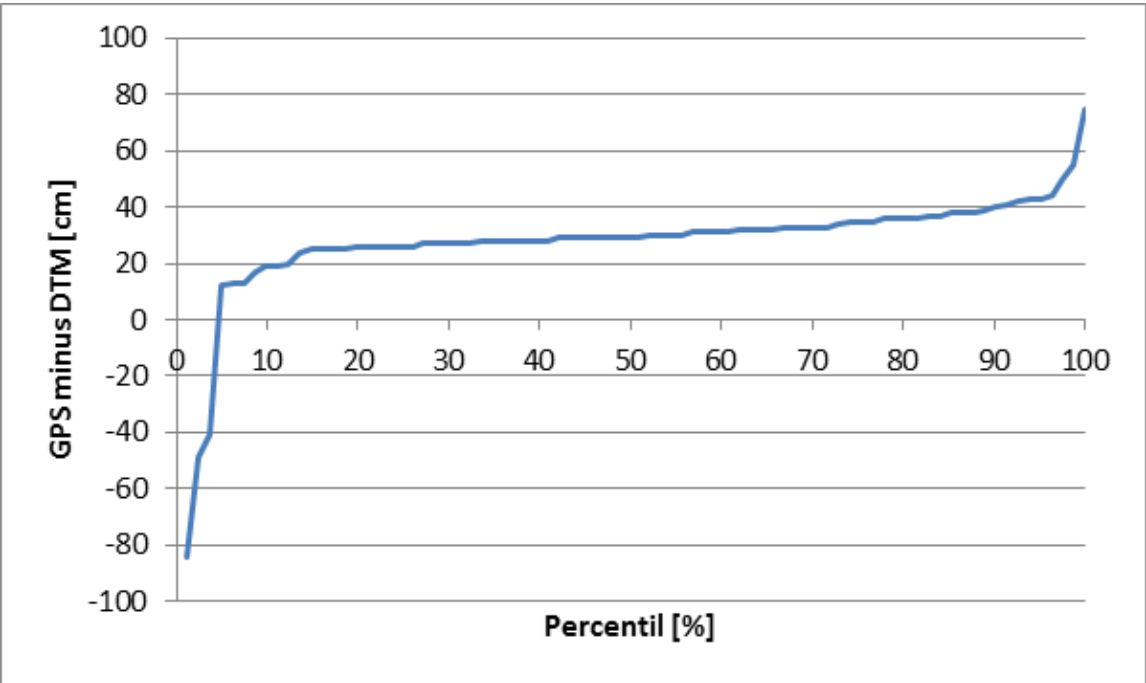
GPS indmålinger taget på Novo Nordisk(81 stk.) viser, at terrænmodellen generelt ligger ca. 20- 40 cm for lavt og 30 cm i gennemsnit ved Novo Nordisk. Figur 18 viser forskellene rangordnet efter størrelse. Det ses, at et fåtal af målingerne viser, at DTM ligger for højt, og hovedparten af målingerne viser, at DTM ligger 20 – 40 cm for lavt. Enkelte punkter viser, at DTM ligger mere en 40 cm for lavt.

Fra Hillerød Forsynings Mike Urban model er udvalgt dækselkoter fra brønde vist på Figur 19.

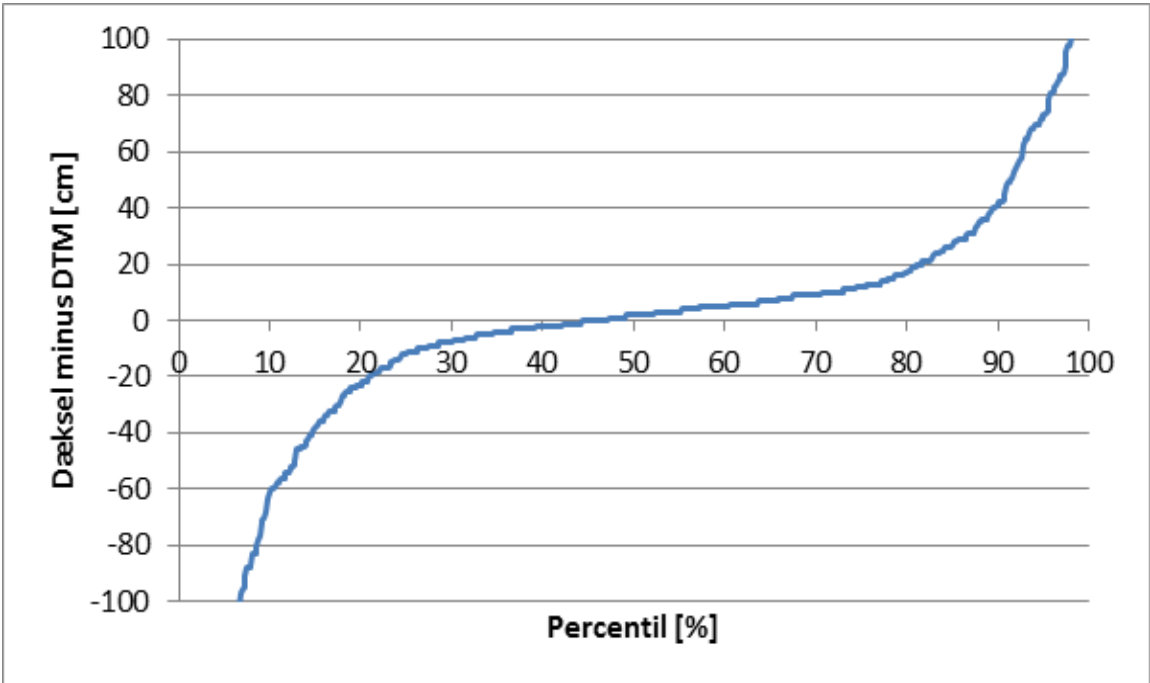
Forskelle på dækselkoter og DTM er vist på Figur 20. Ved ca. 40% af dækslerne afviger terrænmodellen mere end 20 cm. De store afvigelser kan skyldes unøjagtigheder i terrænmodel, men også dækselkoter kan være unøjagtigt opmålt i både placering og højde. Medianen er 2 cm, hvilket betyder, at terrænmodellen ikke ligger hverken systematisk for højt eller for lavt i forhold til dækselkoter i området.



Figur 19: Udvalgte brønde til DTM kontrol.



Figur 18: Rangordnede forskelle på GPS og DTM. DTM ligger for lavt.



Figur 20: Forskelle på dækselkoter og DTM.

DEL 2
LOKAL JORDHÅNDTERING
FORVENTNING
TIL JORDRESSOURCEN
I FAVRHOLM



FORMÅL OG FORUDSÆTNINGER

1 FORMÅL

Formålet med notatet er at præsentere analysen af den jordressource der forventes at findes under byudviklingsområdet Favrholt.

Resultatet skal anvendes til beskrive den forventede mængde af overskudsjord fra byggeriet af Favrholt minus byggeordning. Fra delprojekt 3 lokal jordhåndtering, kan man drage den konklusion at produktionen af overskudsjord fra byggeordning er meget lille i forhold til den mængde som produceres i forbindelse med byggeri.

2 FORUDSÆTNINGER

2.1 Analyse af jordressourcen i Favrholt, NIRAS

NIRAS har, på baggrund af jordbundsanalyser foretaget i forbindelse med forberedelserne til opførelsen af Nordsjællands Supersygehus af COWI, vurderet egnetheden af jordartskortets oplysninger som grundlag for at afdække jordbundens sammensætning. Generelt viser rapporten, at undergrunden i området er meget kompleks, og man skal derfor forvente at Jordarten FL (Ferskvandsler) også dækker over en lang række af andre jordarter f.eks. tørv, silt, og andre blødbundsfraktioner.

Konklusionerne af denne analyse viser, at man kan forvente at jordartskortet er rimeligt retvisende i Favrholt, og at man tilsyneladende kan forvente at moræner og ler udgør en større andel af intaktjorden end det der fremgår af jordartskortet. Det vurderes, at mængden af moræner skal forøges med 25 %, og mængden af ferskvandtørv skal reduceres tilsvarende. Der er ingen indikationer på, at muldlaget i Favrholt er unormalt, og det er således overvejende mellem 30-40 cm, med en overvægt af 30 cm tykt lag oven på intaktjorden. Derfor fastsættes 30 cm som tykkelsen for muldlaget som forudsætning for de følgende beregninger.

2.2 Jordartskort sammenholdt med helhedsplan

Forudsætningerne tager udgangspunkt i helhedsplanen, som har angivet nogle bebyggelsesprocenter i bestemte områder. De bebyggelsesprocenter, der er beskrevet i helhedsplanen, er blevet sammenholdt med de illustrationer af Favrholt, som er udarbejdet. Favrholt er herefter opdelt i 20 delområder.

Disse 20 delområder er omdelt efter jordartskortet, og Favrholt består herefter af 48 delområder med ensartet jordart.

For hver af disse delområder er der fastsat procenter på henholdsvis bebyggelsesprocent, friprocent, andel af grundarealet der påvirkes af bygge- og anlægsarbejder (jordprocent) og hvor stor en andel af bygningernes fodaftryk, der udgøres af kælder (kælderprocent). Disse andele er skønnet på baggrund af erfaringer planlægningspraksis og resultater af det gennemførte planarbejde. I disse forudsætninger ligger en væsentlig fejlrisiko, som ikke kan afklares før der er udarbejdet konkrete byggeprojekter.

- For bebyggelsesprocenten ligger de på 10, 50, 65, 80, 90, 100, 125, 150, 200 %. Der er udtryk for hvor mange kvadratmeter, der kan bygges på grundarealet.
- For byggeprocenten ligger de på 10, 40, 50, 60 og 95 %, og er udtryk for hvor stor en del af grunden som anvendes til bebyggelse.
- For jordprocenten ligger de på 10, 25, 50, 60, 75, 90, 100 %, og er udtryk for, hvor stor en del af grunden som påvirkes af byggeri og anlæg.
- For kælderprocenten ligger de på 0, 5, 50, 100 %, og er udtryk for, hvor stor en del af bebyggelsen som har kælder.

For at se hvilke jordområder, der har hvilken procent fordeling henvises der til bilag A, jordarter i Favrholt.

2.3 Andel kælder og fordeling på b %

Bebyggelsesprocenten anvendes som udgangspunkt, for hvor stor en andel kælder, der kan bygges. Ud fra bebyggelsesprocenten er der bestemt intervaller, der afgør hvor stor en kælder, der bygges under en bygning. I områder med en bebyggelsesprocent på 50 % eller under er det fastsat, at der ikke kommer kælder. Er bebyggelsesprocenten derimod på mellem 50 og 100, bygges der ca. kælder under halvdelen af bebyggelsen. Hvor bebyggelsesprocent overstiger 100 % forventes fuld kælder. Når der tales om kælderprocent er det en procentdel af bygningernes af fodaftrykket. For erhvervsområderne er regnet med kælder under 5 % af bygningernes fodaftryk.

Denne fordeling af valgt for at give et mere nuanceret billede, der afspejler at arealressourcerne blive mere presset desto mere bebyggelse man opfører. Det vil give sig udslag i en større andel kælder i tæt bebyggelse områder end i mere ekstensivt udnyttede områder.

2.4 Forudsætninger for bebyggelsen påvirkning

For at skabe et billede af, hvor stort et jordvolumen, der genereres i hvert delområde anvendes ovenstående forudsætninger. Disse forudsætninger er arealbaseret, og der mangler således en beskrivelse af, hvor dybt, der skal graves.

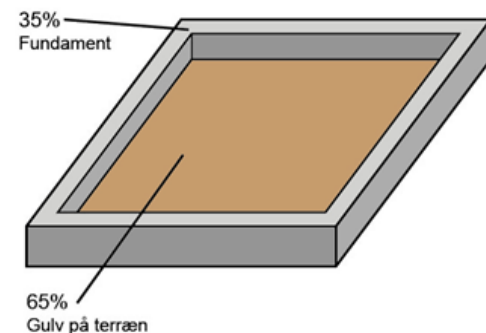
For hvert delområde, er der fastsat en af tre værdier: ingen kælder, kælder under halvdelen af bygningen eller kælder under hele bygningen. Der er derpå opstillet følgende forudsætninger for hvordan den jord, der skal graves væk fordeles.

For alle bygninger gælder at muldjorden skal fjernes. Mulden tykkelse er fastsat til 0,3 m. Det er således $0,3 \text{ m} \times < \text{Arealet af bygningernes fodaftryk} >$. Under muldjorden kommer så den råjord der skal fjernes.

2.4.1 0% kælder

En bygning uden kælder (0%) vil have randfundament mm. inkl. evt. stribefundament på 0,9 m, men da muldjorden

udgør 0,3 m vil råjorden, der skal fjernes, kun udgøre 0,6 m råjord. Det vil sige, at der skal fjernes råjord svarende til 35 % af bygningens fodaftryk i en dybde på 0,6 m. De resterende 65 % genererer ikke råjord, fordi de i princippet ligger oven på råjordslaget.



Illustrationen viser randfundament mm, inkl. evt. stribefundament og gulv på terræn.

Det er fastsat at randfundamentet mm. inkl. evt. stribefundament i gennemsnit udgøre 35 % af bygningens fodaftryk.

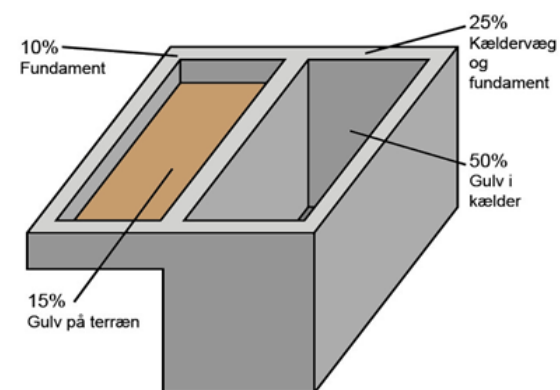
2.4.2 50 % kælder

En bygning med delvist kælder (50 %) vil have et randfundament mm. inkl. evt. stribefundament på 0,9 m og kældervægge og-fundament på 3,3 m, men da muldjorden er 0,3 m vil råjorden der skal fjernes hhv. 0,6 m og 3 m råjord for at få plads til fundamentet.

Det vil sige, at der skal fjernes råjord svarende til 10 % af bygningens fodaftryk i en dybde på 0,6 m, 25 % af bygningens fodaftryk i en dybde på 3 m for en bebyggelse. For den del af bygningen, der udgør de 50 % kælderareal, vil der

skulle graves til en dybde på 2,6 m i råjord. De resterende 15 % genererer ikke råjord, fordi de i princippet ligger oven på råjordslaget.

En tilsvarende model er opstillet for erhvervsområderne.



Illustrationen viser randfundament mm. inkl. evt. stribefundament og gulv på terræn og i kælder.

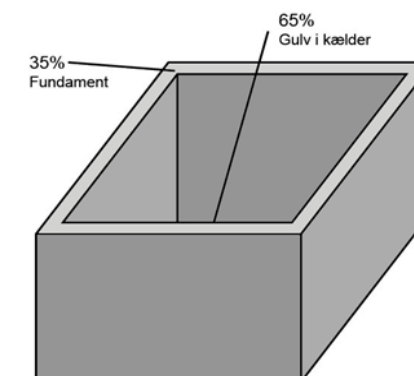
Det er fastsat

- at randfundamentet mm. inkl. evt. stribefundament på terræn mm. i gennemsnit udgør 10 % af bygningens fodaftryk
- at kældervægge og-fundamentet mm. i gennemsnit udgør 25 % af bygningens fodaftryk
- at gulv på terræn mm. i gennemsnit udgør 15 % af bygningens fodaftryk
- at gulv i kælder mm. udgør 50 % af bygningens fodaftryk

2.4.3 100 % kælder

En bygning med fuld kælder (100 %) vil have kældervægge og -fundament på 3,3 m, men da muldjorden er 0,3 m vil råjorden der skal fjernes 3 m råjord for at få plads til fundamentet.

Det vil sige at der skal fjernes råjord svarende til 35 % af bygningens fodaftryk i en dybde på 3 m for en bebyggelse. For de resterende 65 % af bygningens kælderareal, vil der skulle graves til en dybde på 2,6 m i råjord.



Illustrationen viser fundament og gulv i kælder.

Det er fastsat

- at kældervægge og-fundamentet mm, inkl. evt. stribefundament i gennemsnit udgøre 35 % af bygningens fodaftryk
- at gulv i kælder mm. udgør 65 % af bygningens fodaftryk

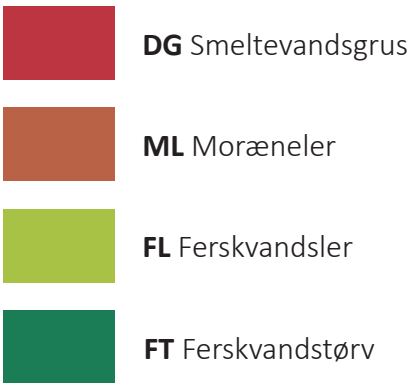
METODE



3 METODE

3.1 Opdeling af delområderne efter jordart.

Favrhøls bebyggelsesplan tegnes ind i GIS, i form af delområder. Denne kortlægning opdeles ved hjælp af jordartsoplysninger i mindre områder defineret af både bebyggelsensafgrænsning og jordart. Det betyder at 20 delområder bliver til 48 delområder.



RESULTAT AF ANALYSE - SAMLET JORDRESSOURCE

3.2 Udregning af jordressource pr. delområde og jordart

Der er lavet beregninger af arealet for hvert af de 48 delområde i Favrholm i GIS.

For hvert af de 48 delområde udregnes et jordvolumen ved at gange arealet med forudsætninger ovenfor afhængig af hvilken kælderprocenten der er i det aktuelle delområde f.eks for et område med halv kælder:

$(< \text{Bebyggelsens fodaftryk} > \times 10\% \times 0,6\text{m}) + (< \text{Bebyggelsens fodaftryk} > \times 15\% \times 0\text{m}) + (< \text{Bebyggelsens fodaftryk} > \times 25\% \times 3\text{ m}) + (< \text{Bebyggelsens fodaftryk} > \times 50\% \times 2,6\text{ m})$

3.3 Udregning af samlet jordressource

Den samlede jordressource er alle delområderne lagt sammen for de forskellige jordarter. Det giver nedenstående total for hele Favrholm.

4 RESULTAT AF ANALYSE – SAMLET JORDRESSOURCE

Det samlede jordressource i Favrholm er de næste 30 år således

Jordart	Råjord/m ³ beregnet vha. GIS analyse	Korrigeret efter analyse af COWI rapport
DG Smeltevandsgrus	19.386	15.854
FT Ferskvandstørv	88.698	72.539
FL Ferskvandsler	29.090	23.791
ML Moræneler	99.960	124.949
Total	237.133	237.133

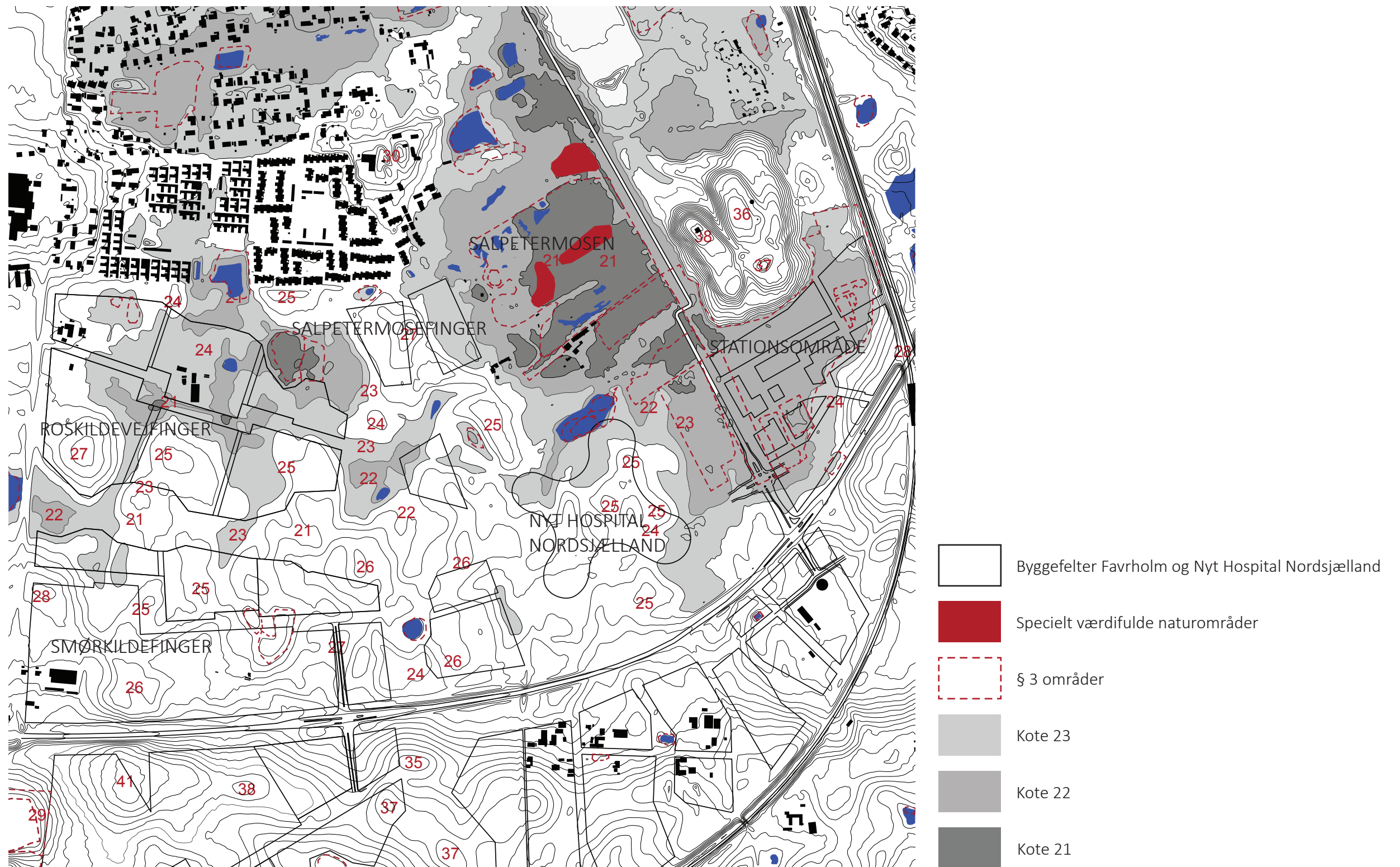
Der er derudover beregnet, at der vil blive frigjort 72.426 m³ muld jord til genanvendelse.

DEL 3

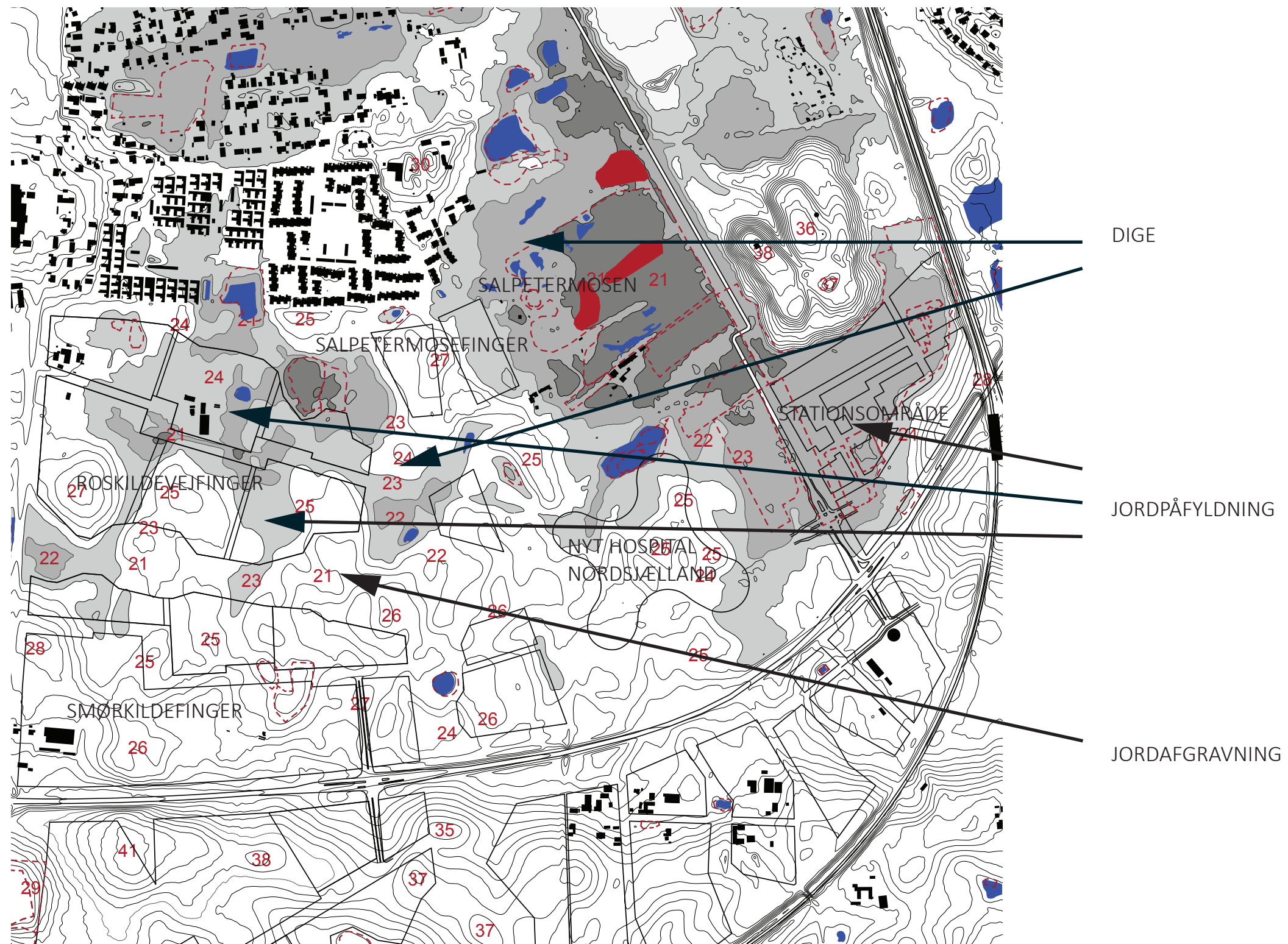
LANDSKABELIG BEARBEJDNING AF OVERSKUDSJORD



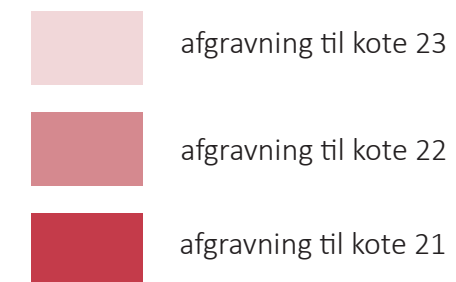
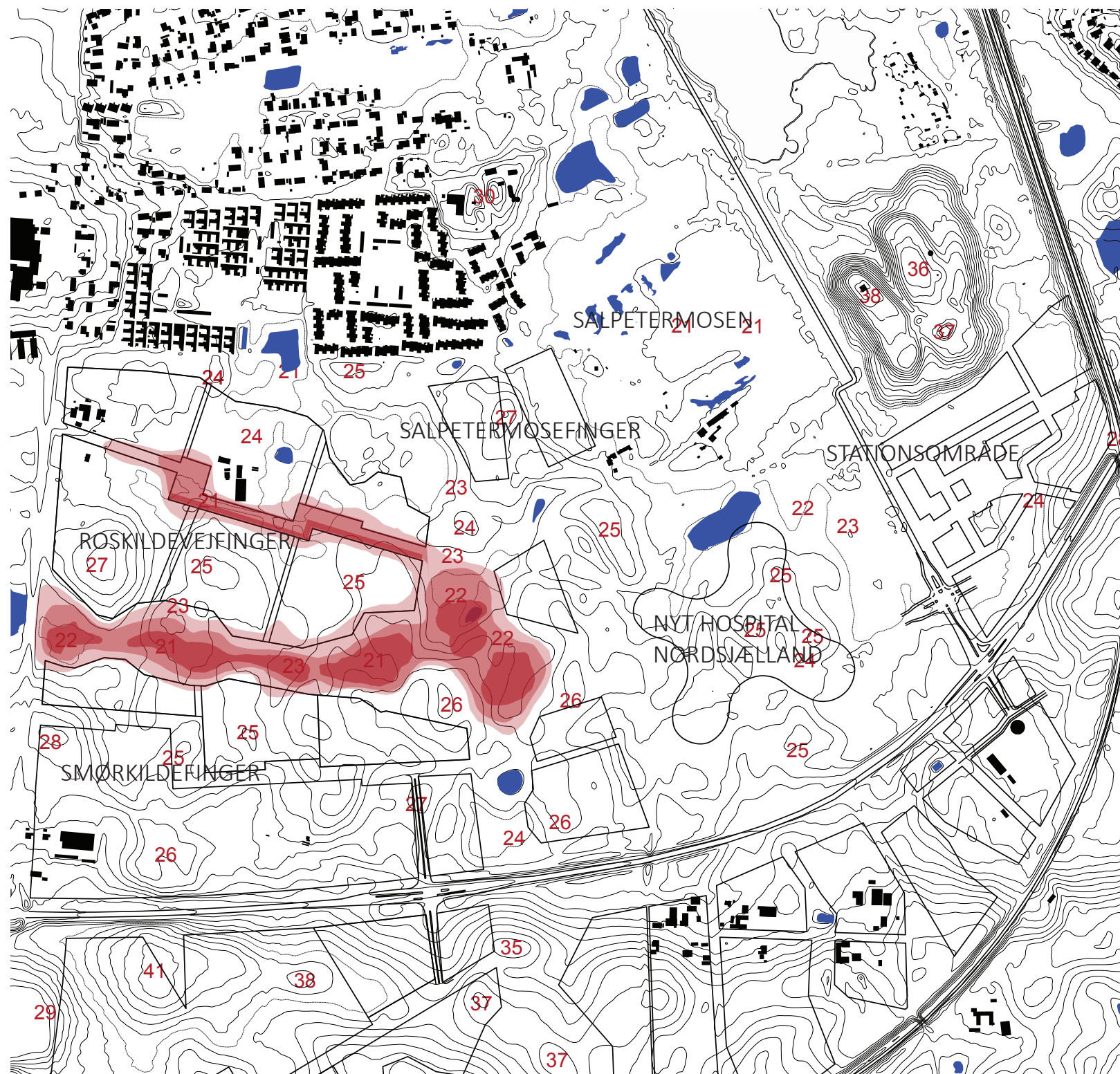
EKSISTERENDE TERRÆNFORHOLD



TERRÆNBEARBEJDNING-NEDSLAGSPUNKTER

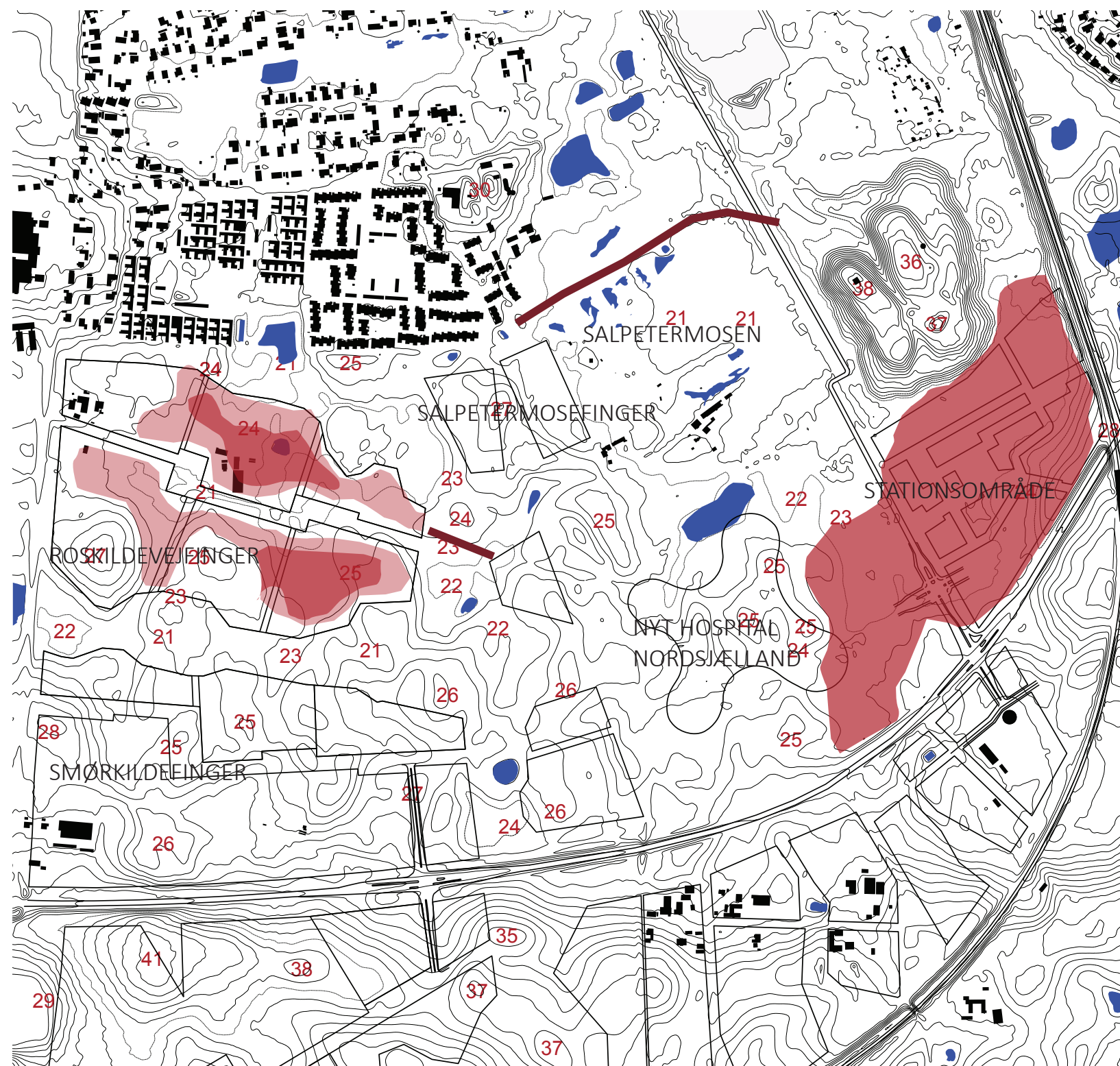


AFGRAVNING



Yderligere skal der etableres nye regnvandsbassiner og eksisterende lavninger udvides så kapacitet for regnvandet øges. For at forhindre vandet i at strømme mod Salpetermosen og således ikke belaste naturen i mosen, er det nødvendigt at grave jorden af i landskabskilden mellem Roskildevejfinger og Smørekildefinger samt landskabsfældet øst for landskabskilen.

JORDPÅFYLDNING

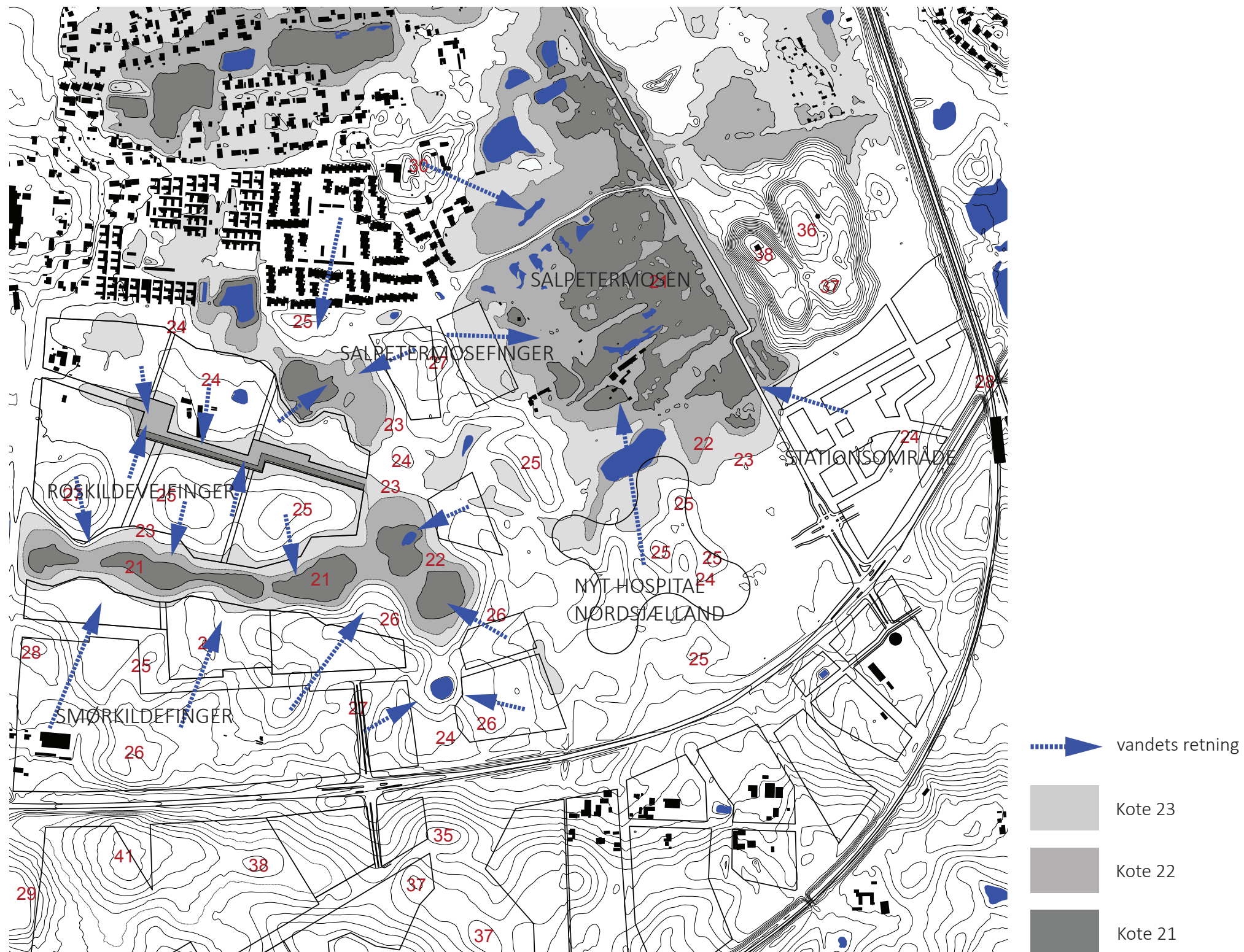


-  dige
-  2 m jordpåfyldning
-  1 m jordpåfyldning

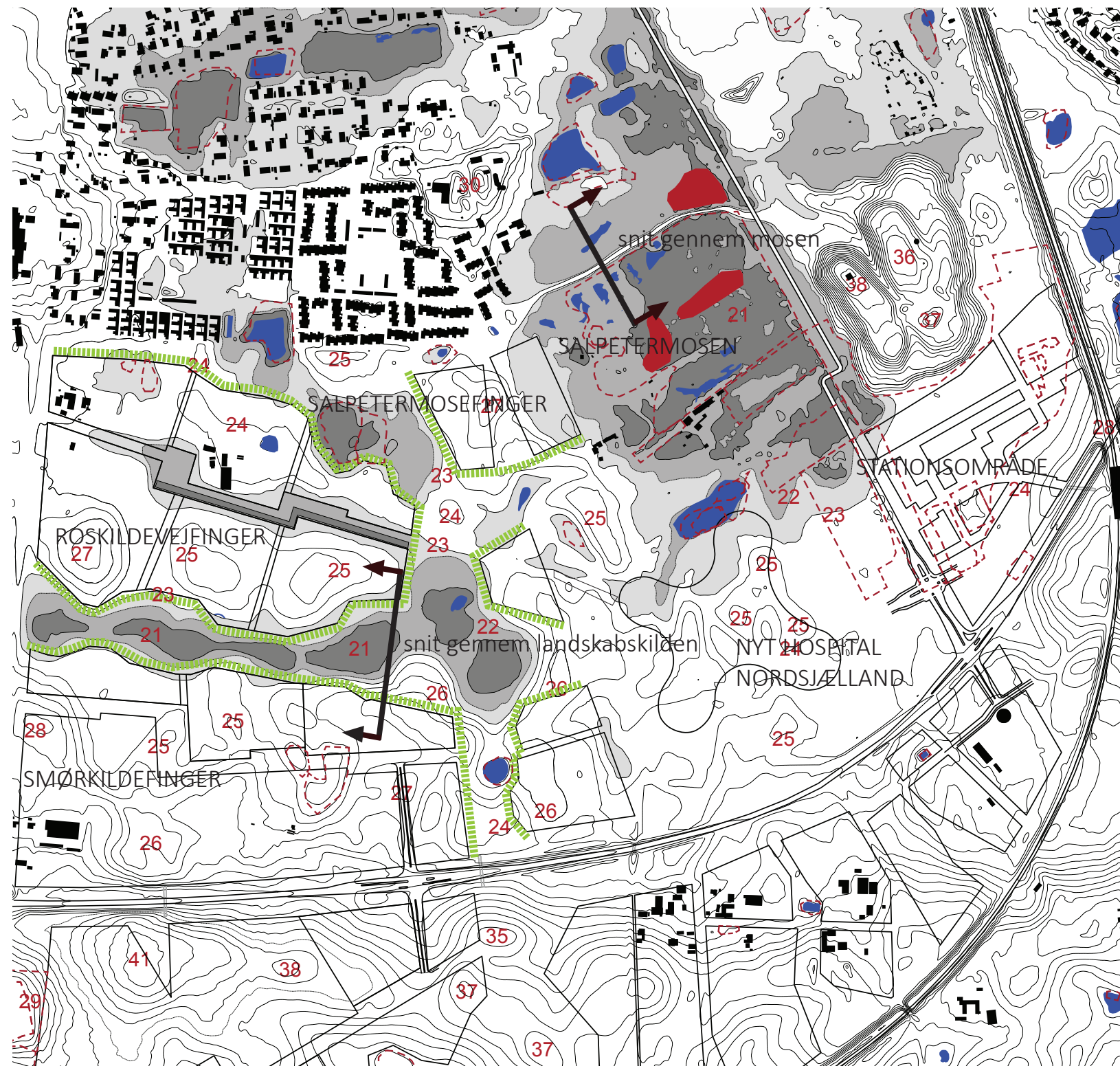
For at klimasikre den fremtidig bebyggelse er det nødvendigt at hæve større arealer. Bebyggelsesfelt øst for sygehusområdet (Stationsområde), samt bebyggelsesfelt (Roskildevejfinger) syd for den eksisterende by hæves til henholdsvis kote 24 og kote 24-25.

Der skal også etableres en dige der går på tværs af Salpetermosen for at tilbageholde på vandet i tilfælde af ekstremregnen, så situationen for oversvømmelser i den eksisterende by ikke forværres.

NYT TERRÆN MED STRØMNINGSVEJE



NYT LANDSKAB

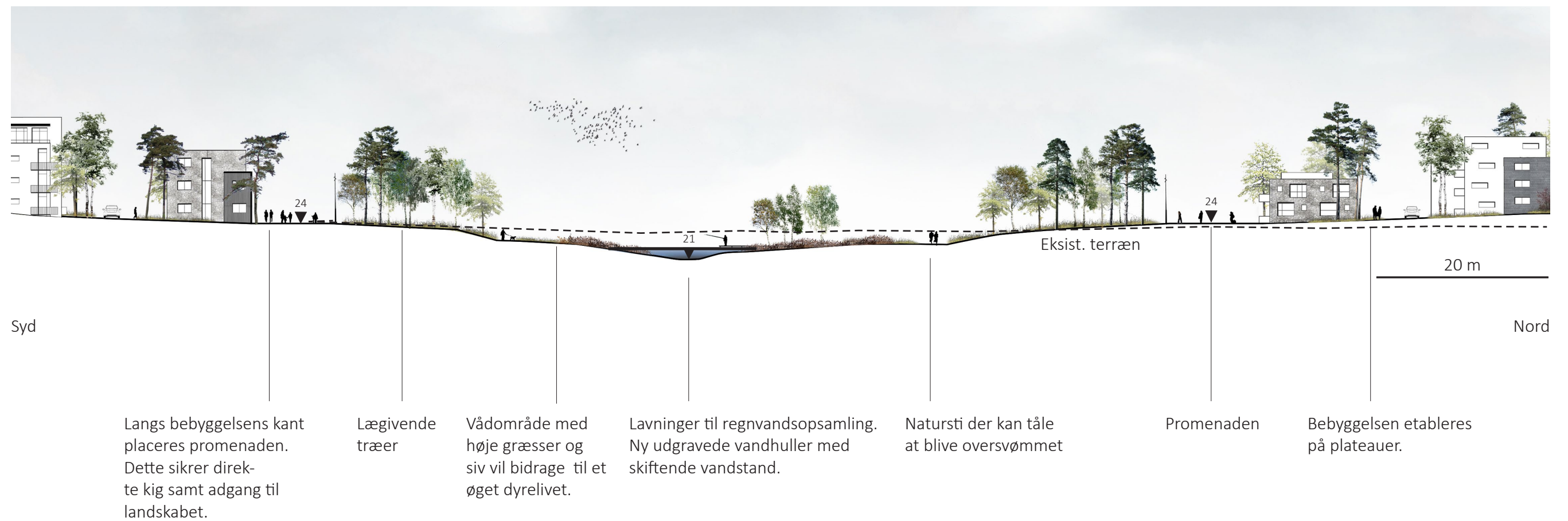


Ref. foto til et dige : Sillebro Ådal.

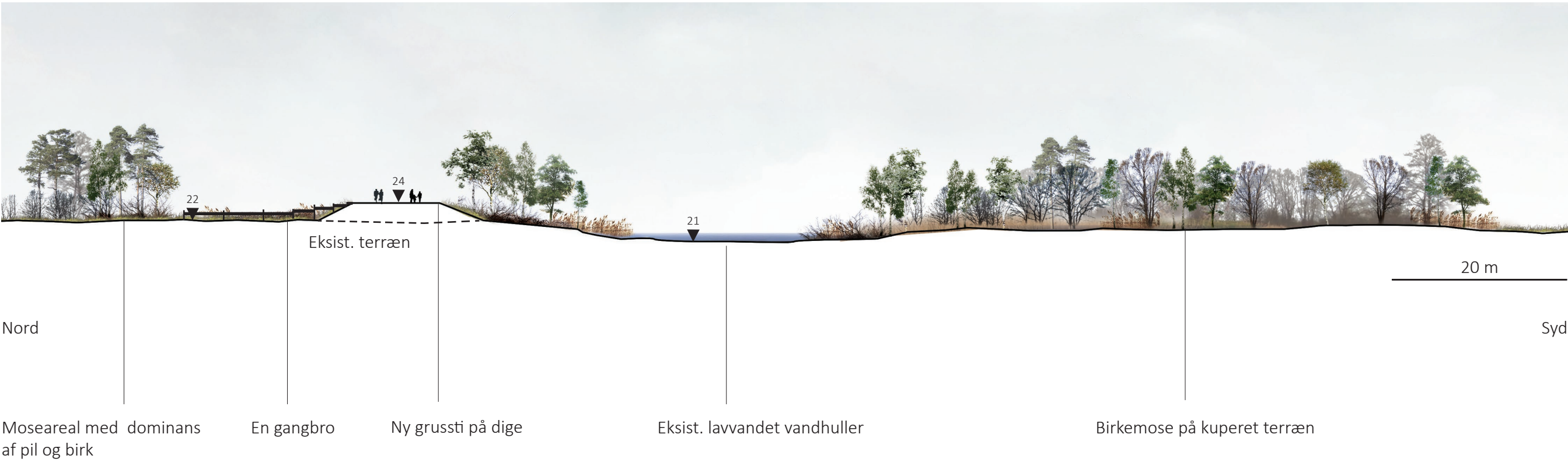
- specielt værdifulde naturområder
- § 3 områder
- promenader
- snit

Terrænet mod landskabskilderne og landskabsfællede udformes således, så der skabes bløde overgange mellem by og landskab. På kanten af bebyggelsesfelter udlægges brede promenader, der muliggør direkte adgang til landskabet. Promenaderne suppleres med mere "uplanlagte" stier på langs og på tværs af landskabskilde og landskabsfællede.

SNIT GENNEM LANDSKABSKILEN



SNIT GENNEM SALPETERMOSEN



NYT LANDSKAB MED STISYSTEM

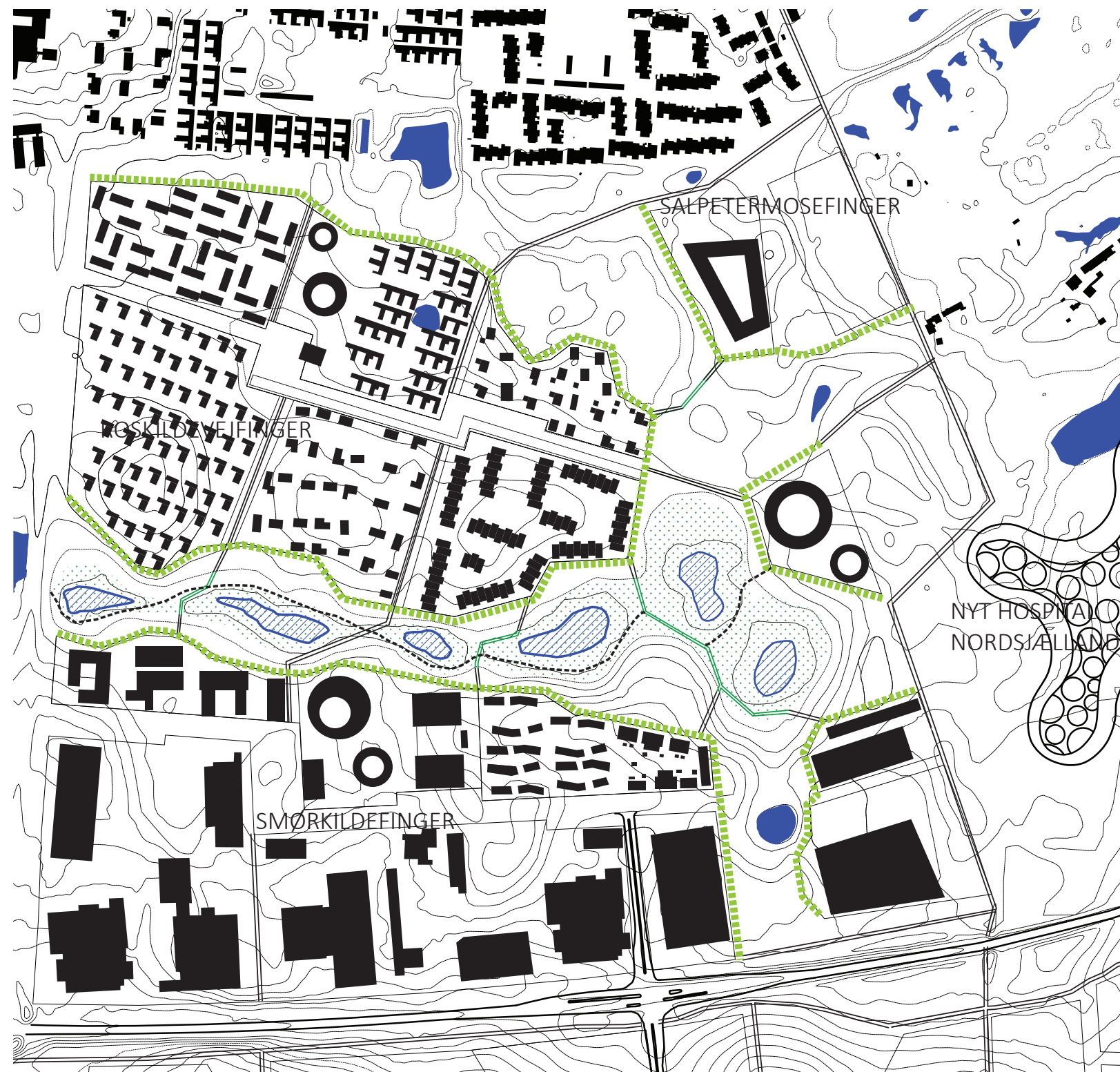




Illustration af landskabskile med kig mod Roskildevej