

# RAPPORT

SINFRA

## Dagvatten- och skyfallshantering för Lummerhöjden i Leksand

UPPDRAGSNUMMER 13012560

KONTROLLBERÄKNINGAR FÖR PROJEKTERING AV MARK OCH DAGVATTENSYSTEM FÖR  
DETALJPLANEN LUMMERHÖJDEN I LEKSAND KOMMUN



2021-03-25

FALUN VA-SYSTEM

ANDERS WESTERFORS  
MARIE LARSSON  
MALIN KÄLLGÅRDEN

## Sammanfattning

Sweco har fått i uppdrag av Dala Vatten och avfall AB och Leksand kommun, att upprätta en hydraulisk ledningsnätmodell över Lummerhöjden i Leksand. Modellen tas fram i syfte att kontrollera projekterad höjdsättning och dagvattensystem vid nederbörd med 10- och 100 års återkomsttid. Vid beräkningar tas hänsyn till framtida klimatförändringar med en klimatkfaktor om 1,3.

Resultat av genomförda beräkningar visar att det projekterade ledningssystemet i förhållande till dagens rekommenderade funktionskrav för nya dagvattenanläggningar har en god kapacitet. Enstaka förändringar i projekteringen har föreslagits. Förändringarna omfattar vattengångar, ledningsdimensioner samt förstärkning av diken.

I händelse av skyfall (i detta sammanhang har ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,3 studerats) medför inte planförslaget några risker för befintliga eller planerade byggnader. Risk för begränsad framkomlighet har påträffats i infarten till Leksand sommarland. För att säkerställa att risken inte orsakas av avrinning från planområdet dimensioneras diken så att planområdet avleds till planerad översvämningsyta.

## Innehållsförteckning

|           |                                                       |           |
|-----------|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2</b>  | <b>Inledning</b>                                      | <b>3</b>  |
| 2.1       | Bakgrund                                              | 3         |
| 2.2       | Uppdragets omfattning                                 | 4         |
| 2.3       | Förutsättningar                                       | 5         |
| 2.4       | Underlag                                              | 5         |
| <b>3</b>  | <b>Riktlinjer och rekommendationer</b>                | <b>6</b>  |
| 3.1       | Kapacitet i dagvattensystem                           | 6         |
| 3.2       | Skyfallshantering                                     | 8         |
| <b>4</b>  | <b>Metod</b>                                          | <b>9</b>  |
| <b>5</b>  | <b>Områdesbeskrivning</b>                             | <b>10</b> |
| <b>6</b>  | <b>Beskrivning av planområdet i hydraulisk modell</b> | <b>11</b> |
| <b>7</b>  | <b>Resultat</b>                                       | <b>14</b> |
| 7.1       | Uppfyllelse av funktionskrav i ledningssystem         | 14        |
| 7.2       | Skyfallskartering                                     | 18        |
| 7.2.1     | Maximalt översvämningsdjup och utbredning             | 18        |
| 7.2.2     | Ytvattenflöden                                        | 20        |
| 7.2.3     | Översvämningsvaraktighet                              | 22        |
| 7.2.4     | Risikanalys                                           | 22        |
| <b>8</b>  | <b>Slutsatser och rekommendationer</b>                | <b>24</b> |
| 8.1       | Dagvattensystem                                       | 24        |
| 8.2       | Skyfallshantering                                     | 26        |
| 8.3       | Fortsatt arbete                                       | 29        |
| <b>9</b>  | <b>Leverans</b>                                       | <b>29</b> |
| <b>10</b> | <b>Referenser</b>                                     | <b>31</b> |

## Bilagor

Bilaga 1 Modellteknisk beskrivning

Bilaga 2 Kartbilagor:

- A. Översiktskarta dagvattensystem med ledningsdimensioner och vattengångar
- B. Översiktskarta med resultat för trycknivåer och översvämningsdjup vid 10-årsregn
- C. Översiktskarta med resultat för trycknivåer och översvämningsdjup vid 100-årsregn
- D. Översiktskarta med resultat för flöden vid 100-årsregn
- E. Översiktskarta med resultat för översvämningsvaraktighet vid 100-årsregn
- F. Riskanalys för skyfall
- G. Terränganalys för höjdmodell version E (använt vid modellering)
- H. Terränganalys för höjdmodell version F (senaste version, ej modellerat)

## 2 Inledning

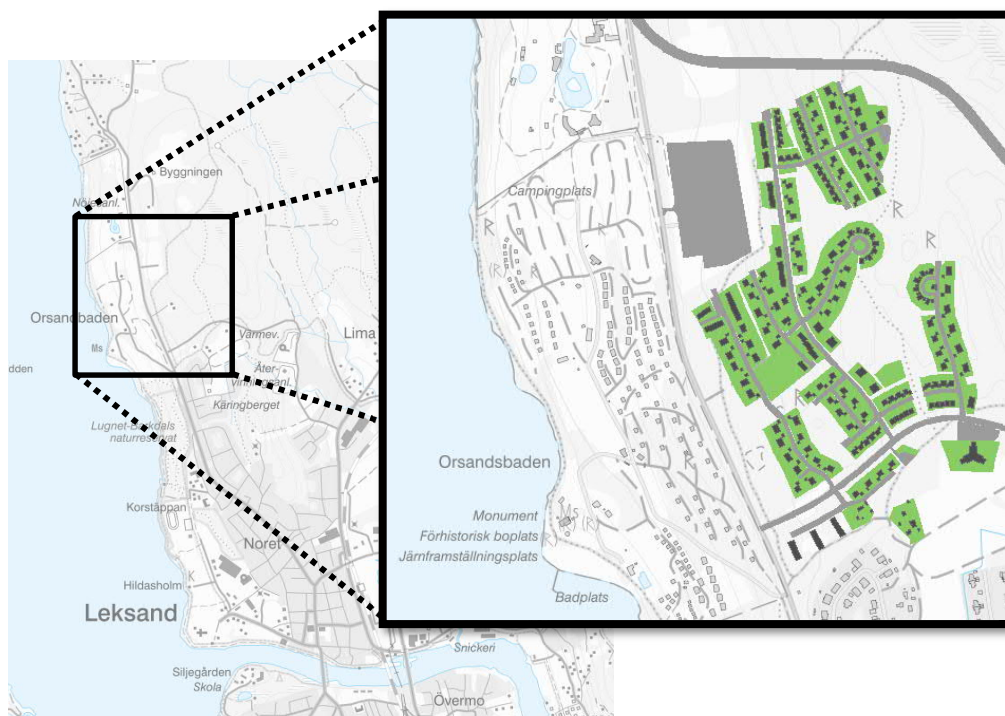
### 2.1 Bakgrund

I samband med exploatering av Lummerhöjden önskar Leksand kommun och Dalavatten kontrollera detaljplanens dagvatten- och skyfallshantering.

Utredningen har två syften;

- att säkerställa att det projekterade dagvattensystemet (ledningar och diken) uppfyller funktionskrav för nya dagvattensystem enligt Svenskt Vatten P110
- att säkerställa att den projekterade höjdsättningen i samspel med dagvattensystemet inte medför risk för översvämning av planerade byggnader eller gator vid skyfall.

Detaljplanens geografiska läge framgår av Figur 1.



Figur 1 Översiktsskarta över detaljplanen för Lummerhöjden.  
Bakgrundskarta: Lantmäteriet.

## 2.2 Uppdragets omfattning

Uppdraget omfattar ett upplägg i fem moment.

### 1. Markmodell

Upprättande av markavinningsmodell (i programvara Mike 21 FM). I detta moment ingår att upprätta en höjdmodell, beskriva markytans råhet (Mannings tal) utifrån markanvändning, beskriva markens infiltrationskapacitet utifrån jordartskarta samt nederbördsbelastning utifrån statistiska nederbördsdata.

### 2. Ledningsnätsmodell

Upprättande av ledningsnätsmodell (i programvara Mike Urban+). I detta moment ingår bl.a. att beskriva projekterat ledningsnät och diken, ta fram delavrinningsområden som belastar ledningssystemet och beräkna koncentrationstider.

### 3. Koppling av modeller

Koppling av ledningsnäts- och markavrinningsmodell (i programvara Mike Urban Flood) och beräkning av nederbörd med 10- och 100 års återkomsttid med klimatfaktor 1,3.

### 4. Analys och redovisning av resultat

#### a. Kapacitet i dagvattensystem:

- i. Ledningsprofiler med maximala trycknivåer i ledningsnätet vid 10-årsregn (inkl. klimatfaktor 1,3)
- ii. Utpekande av eventuella ledningssträckor som inte uppfyller dimensioneringskrav

#### b. Skyfallskartering:

- i. Maximalt vattendjup på markytan vid 100-årsregn (inkl. klimatfaktor 1,3)
- ii. Ytliga flödesvägar
- iii. Översvämningsvaraktighet
- iv. Utpekande av eventuella riskområden/riskpunkter för skyfall med hänsyn till skador på byggnader och framkomlighet på gator och till/från byggnader.

### 5. Rapport och modellbeskrivning

Uppdraget levereras i form av rapport med kartbilagor i PDF, modellfiler samt resultatfiler. Leverans av resultat kommer även ske i shape-lager.

4(31)

RAPPORT  
2021-03-25

DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERING FÖR  
LUMMERHÖJDEN I LEKSAND

## 2.3 Föresättningar

Nedan listas föresättningar som legat till grund för utredningen. För övriga modelltekniska antaganden hänvisas till bilaga 1.

- Enligt kommunens policy ska varje fastighet fördröja första 10 mm av regnet. Detta har enligt överenskommelse ej dragits av från regnbelastningen med hänsyn till att denna kapacitet är svår att tillgodoräkna sig i ett längre tidsperspektiv utan rådighet över anläggningarna.
- För att ta höjd för framtida klimatförändringar i form av ökande nederbörd har en klimatfaktor om 1,3 adderats till regnbelastningen. Klimatfaktor har valts baserat på kapitel 5.8 i SMHI:s analys av framtida klimat i Dalarnas län (SMHI, 2015), som anger att korttidsnederbörden för 100-årsregnet procentuellt förväntas öka i medel ca 20% med RCP4.5 och 30% för RCP8.5 fram till perioden 2069-2098. Klimatfaktor 1,3 har valts utifrån det mer negativa klimatscenarioet RCP8.5.

## 2.4 Underlag

Utredningen har genomförts baserat på följande underlag:

- Projekterad markmodell, Version E
- Laserscannad höjddata för befintliga marknivåer i avrinningsområdet (Lantmäteriet GSD-Höjddata, grid 2+, hämtad via Scalgo 2020-12-22)
- Planerad markanvändning
  - o Byggnader: A-P100\_KvarterTomterBebyggelse\_201101.dwg
  - o Tomter och vägar: A-P100\_strukturplan\_200623.dwg
- Befintligt dagvattennät, "Befintliga VA-ledningar.dwg", hämtad från iBinder 2021-02-03
- Projekterade diken, "M02DI-Diken-Ver-B\_2020-12-03.dwg"
- Projekterat VA, "VA Karingberget 201015.dwg"
- Jordartskarta från SGU, tillhandahållen av kommunen 2020-12-11

### 3 Riktlinjer och rekommendationer

I följande avsnitt redogörs för gällande riktlinjer och rekommendationer för dagvatten- och skyfallshantering.

#### 3.1 Kapacitet i dagvattensystem

Nya dagvattensystem dimensioneras för att uppfylla rekommenderade funktionskrav i Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Funktionskraven i P110 (se Tabell 1) är angivna som minimikrav på återkomsttider för regn. Begreppet återkomsttid används för att beskriva säkerhetsnivån för en viss händelse, dvs. ju längre återkomsttid som väljs desto mer sällan inträffar händelsen. Återkomsttiden för en viss regnhändelse bestäms utifrån statistisk analys av historiska regndata. Vilken återkomsttid som blir dimensionerande för ett område väljs utifrån vilka funktioner/verksamheter som finns i området och hur allvarliga konsekvenser som kan accepteras. För centrum- och affärsområden rekommenderas t.ex. högre återkomsttider än för områden med tät bostadsbebyggelse. Till vald återkomsttid adderas även en klimatfaktor, vanligen 1,2-1,3, som kompenserar för den förväntade ökade nederbörden i framtiden. Klimatfaktorn innebär alltså ett antagande om att nederbörds mängden vid ett skyfall kommer att öka med mellan 20-30 % i ett framtida klimat.

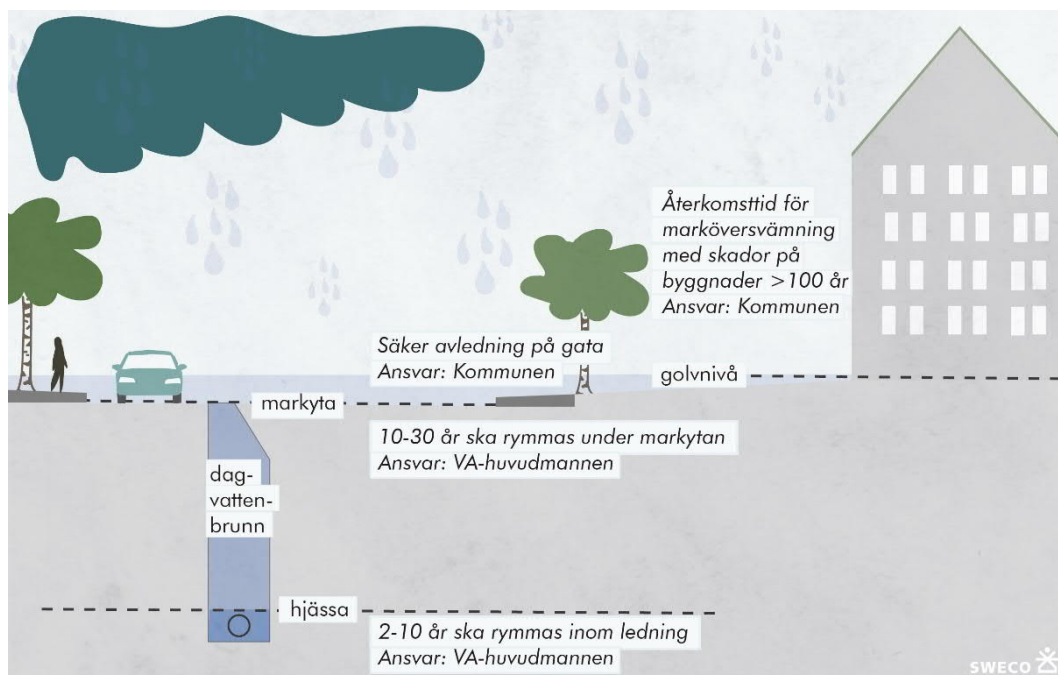
Tabell 1. Rekommenderade funktionskrav enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016). Dimensionerande regn skall ökas med en klimatfaktor.

|                            | VA-huvudmannens ansvar                                             |                                                                   | Kommunens ansvar                                                                     |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | <i>Funktionskrav 1:</i><br>Återkomsttid för regn vid fylld ledning | <i>Funktionskrav 2:</i><br>Återkomsttid för trycklinje i marknivå | <i>Funktionskrav 3:</i><br>Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader |
| <b>Nya duplikatsystem</b>  |                                                                    |                                                                   |                                                                                      |
| Gles bostadsbebyggelse     | 2                                                                  | 10                                                                | minst 100                                                                            |
| Tät bostadsbebyggelse      | 5                                                                  | 20                                                                | minst 100                                                                            |
| Centrum- och affärsområden | 10                                                                 | 30                                                                | minst 100                                                                            |

6(31)

RAPPORT  
2021-03-25

DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERING FÖR  
LUMMERHÖJDEN I LEKSAND



Figur 2. Illustration av funktionskrav enligt P110.

Kontrollberäkningar för projektering av Lummerhöjden har gjorts för nederbörd med 10 års återkomsttid (motsvarande funktionskrav 2 för gles bostadsbebyggelse), med en inkluderad klimatfaktor om 1,3 (se kapitel 2.3). Det är denna återkomsttid som dagvattensystemet kommer att dimensioneras för.

Det nya dagvattensystemet för Lummerhöjden ansluter till befintligt dagvattensystem vid korsningen Siljansvägen-Limhagsvägen. Generellt bör det vid nya exploateringar säkerställas att det för dagvattenavrinning inte sker en ökad belastning på befintliga dagvattensystem som kan orsaka problem för nedströms bebyggelse. Det nya dagvattensystemet för Lummerhöjden har utformats och dimensionerats för att fördröjning ska ske inom planområdets öppna dikessystem och i en större uppsamlade fördröjnings- och infiltrationsyta norr om korsningen Siljansvägen-Limhagsvägen. För området söder om Limhagsvägen har fördröjningsytor föreslagits.

### 3.2 Skyfallshantering

Skyfall kan få konsekvenser för både privat och allmän mark. På nationell nivå saknas i dagsläget en tydlig ansvarsfördelning gällande skyfallshantering, särskilt i den redan byggda miljön. Nedan ges kortfattad beskrivning av tillgängliga råd och rekommendationer.

#### Kommunens ansvar

Kommunen är enligt plan- och bygglagen (PBL) ansvariga för att bedöma ett områdes lämplighet med hänsyn till risk för översvämning samt att planera markanvändningen utifrån detta. Kommunen kan komma att bli skadeståndsskyldiga mot fastighetsägare om bebyggelse tillåts på olämplig mark, eller om kommunen låter bli att inhämta tillräcklig kunskap. Skadeståndsansvaret preskriberas 10 år efter att planen har antagits.

Enligt Boverkets rekommendationer riktade till Länsstyrelsen, som är tillsynsmyndighet för nya eller ändrade detaljplaner, bör ny sammanhållen bebyggelse planläggas så att den årliga sannolikheten för att bebyggelse tar skada vid översvämning är mindre än 1/100 till följd av skyfall. Till detta ska effekten av ett förändrat klimat under bebyggelsens förväntade livslängd beaktas. Mer information finns i PBL Kunskapsbanken (Boverket, 2020).

Länsstyrelserna i Stockholms och Västra Götalands län har tagit fram ett faktablad med rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall som stöd i fysisk planering (Länsstyrelserna i Stockholms och Västra Götalands län, 2018). Faktabladet gäller för ny bebyggelse. Utöver Boverkets rekommendationer ovan rekommenderar Länsstyrelserna även att framkomligheten till och från planområdet bedöms och ska vid behov säkerställas.

I faktabladet påpekas även att kommunen behöver säkerställa att den nya bebyggelsen inte ökar översvämningens risk för omkringliggande befintlig bebyggelse.

#### Fastighetsägarens ansvar

En fastighetsägare är ansvarig för att vidta förebyggande åtgärder och skydda egendomen från översvämningar. Fastighetsägaren är enligt plan- och bygglagen (PBL) också skyldig till att hålla tomten i vårdat skick så att risken för olycksfall begränsas och betydande olägenheter för omgivningen inte uppkommer. Mer information om fastighetsägarens ansvar och förebyggande åtgärder återfinns i rapporten "Fastighetsägarnas ansvar och möjlighet att förebygga översvämningsskador" (Svenskt Vatten Utveckling, 2016).

## 4 Metod

Metodbeskrivning för uppbyggnad och genomförande av modellberäkningar ges i modellteknisk beskrivning i bilaga 1.

Inom ramen för uppdraget har följande planeringsunderlag tagits fram:

- Kapacitet i dagvattensystem (se kapitel 3.1, 8.1 samt kartbilaga 2B)
  - a. Ledningssträckor med trycknivå över mark vid regn med återkomsttid på 10 år inklusive klimatfaktor 1,3 (funktionskrav 2 enligt Tabell 1)
- Skyfallskartering (se kapitel 7.2, 8.2-8.3 samt kartbilaga 2C-F)
  - a. Maximalt översvämningsdjup och översvämningsutbredning, som visar var vatten kan förväntas uppstå och till vilka maximala vattendjup.
  - b. Ytvattenflöden, angiven i storleksordning 1-4, där 4 är högst flöde
  - c. Flödesriktning där ytvattenflödet överstiger 2 l/s/m
  - d. Översvämningsvaraktighet
- Terränganalys (se kartbilagor 2G och 2H)

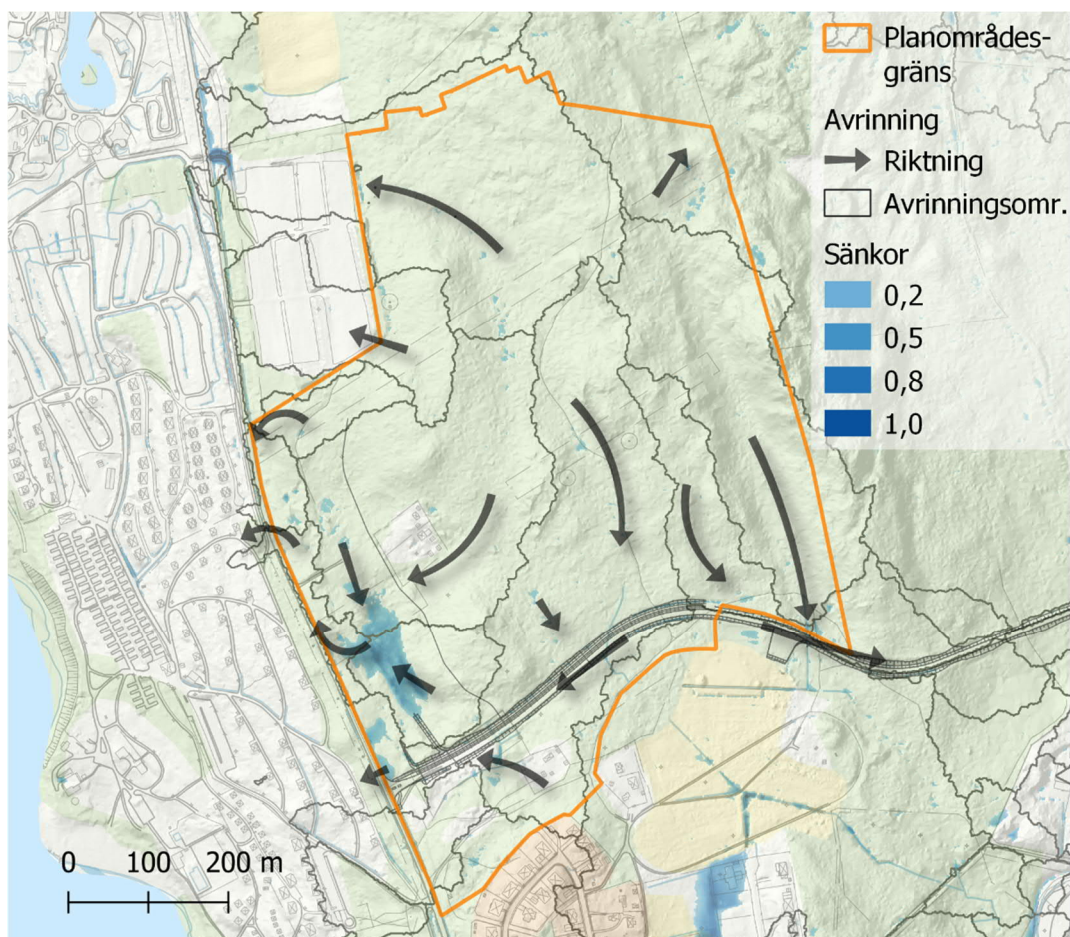
Framtagna skyfallskartor har tolkats och översvämningsrisk utvärderats enligt följande:

- Framkomlighet till och från byggnader och på gator
- Skador på byggnader

Riskområden har pekats ut i bilagd karta (bilaga 2F). Vid bedömning om översvämningsrisk föreligger har kriteriet varit att översvämningsdjupet ska överstiga 20 cm på väg eller intill byggnader.

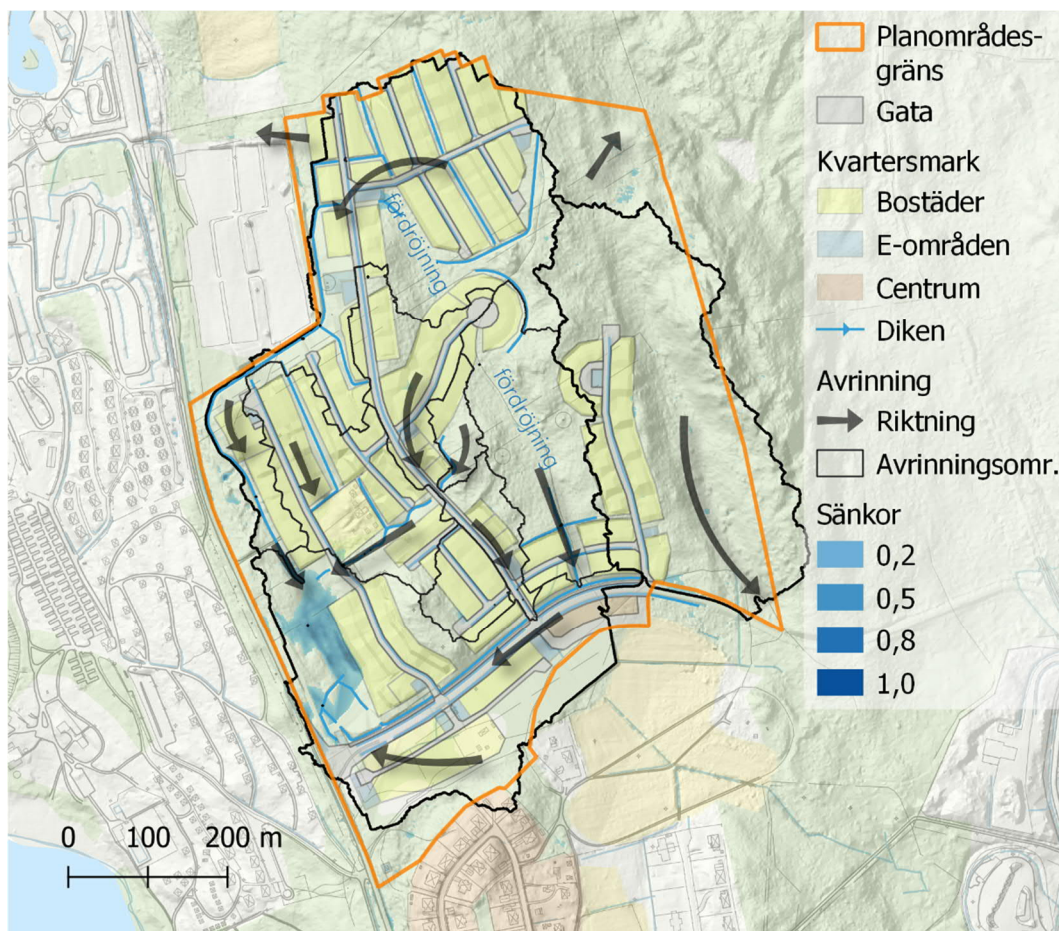
## 5 Områdesbeskrivning

Lummerhöjdens detaljplaneområde omfattar kuperad skogsmark som avvattnas till större delen mot Siljansvägen i väster och vidare mot Siljan. Ett mindre område på östra sidan avvattnas österut längs Limhagsvägen.



Figur 3. Terräng och ytvavrinning idag.

Vid planerad exploatering kommer ytvavrinningsområdena att påverkas, Figur 4 visar översiktligt planerad exploatering samt ytvattendelare enligt den terrängmodell som tagits fram i samband med framtagande av detaljplanen. Terrängmodellen har uppförts i flera steg, den version som här modellerats är benämnd version E.

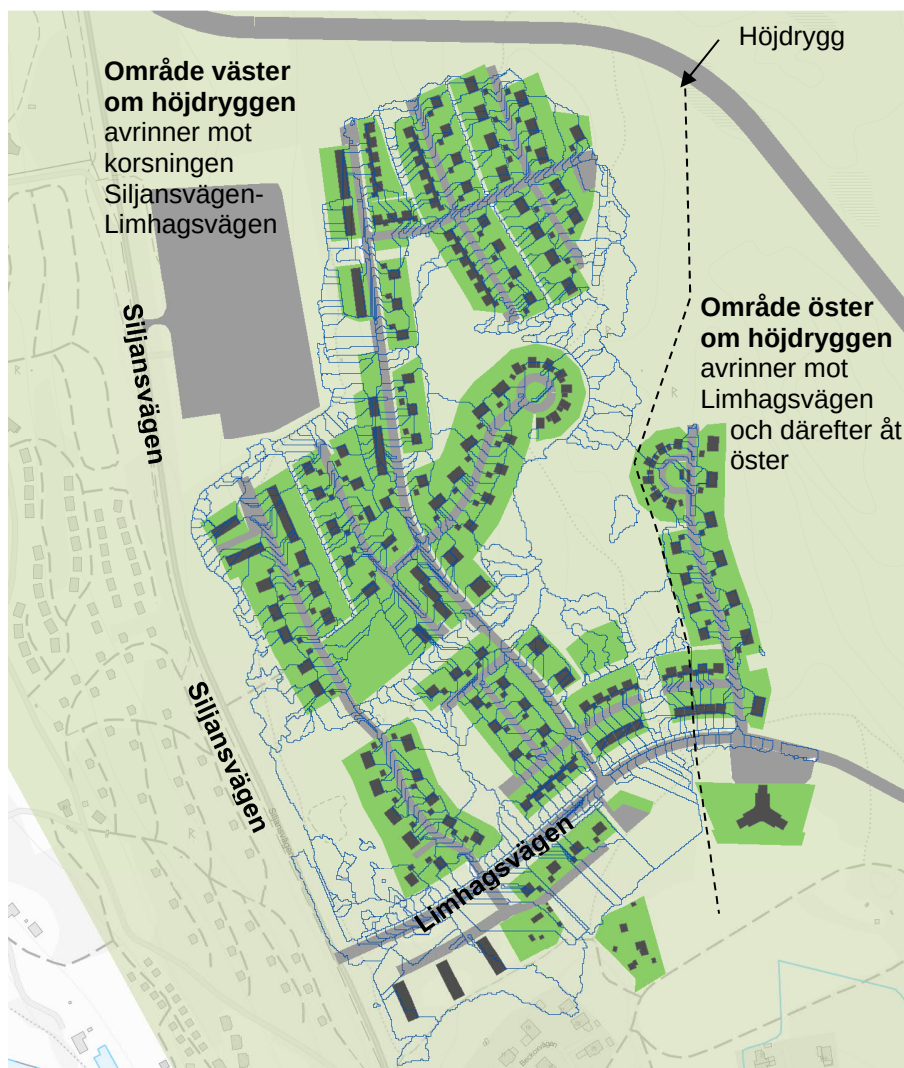


Figur 4. Avrinning med planerad markanvändning och höjdsättning (version E).

Arbetet med detaljplanen har pågått parallellt med det modellarbete som beskrivs i denna rapport. I Figur 4 visas den version av planen som kommer att gå ut på samråd. Modelleringen är dock gjord utifrån tidigare utformningsskisser och mindre skillnader föreligger därför. En jämförelse har dock gjorts mellan antagna avrinningskoefficienter vid modelleringen och planutformning i samrådsskede, se vidare i avsnitt 8.1.

## 6 Beskrivning av planområdet i hydraulisk modell

I Figur 5 visas hur markanvändningen inom planområdet samt uppströms och nedströmsliggande områden har tolkats och klassificerats i modelluppbyggnaden. Området har en höjdrygg som delar området i två avrinningsområden (se svartstreckad linje). Det östra området avrinner mot korsningen Siljansvägen-Lindhagsvägen och det västra mot Lindhagsvägen.



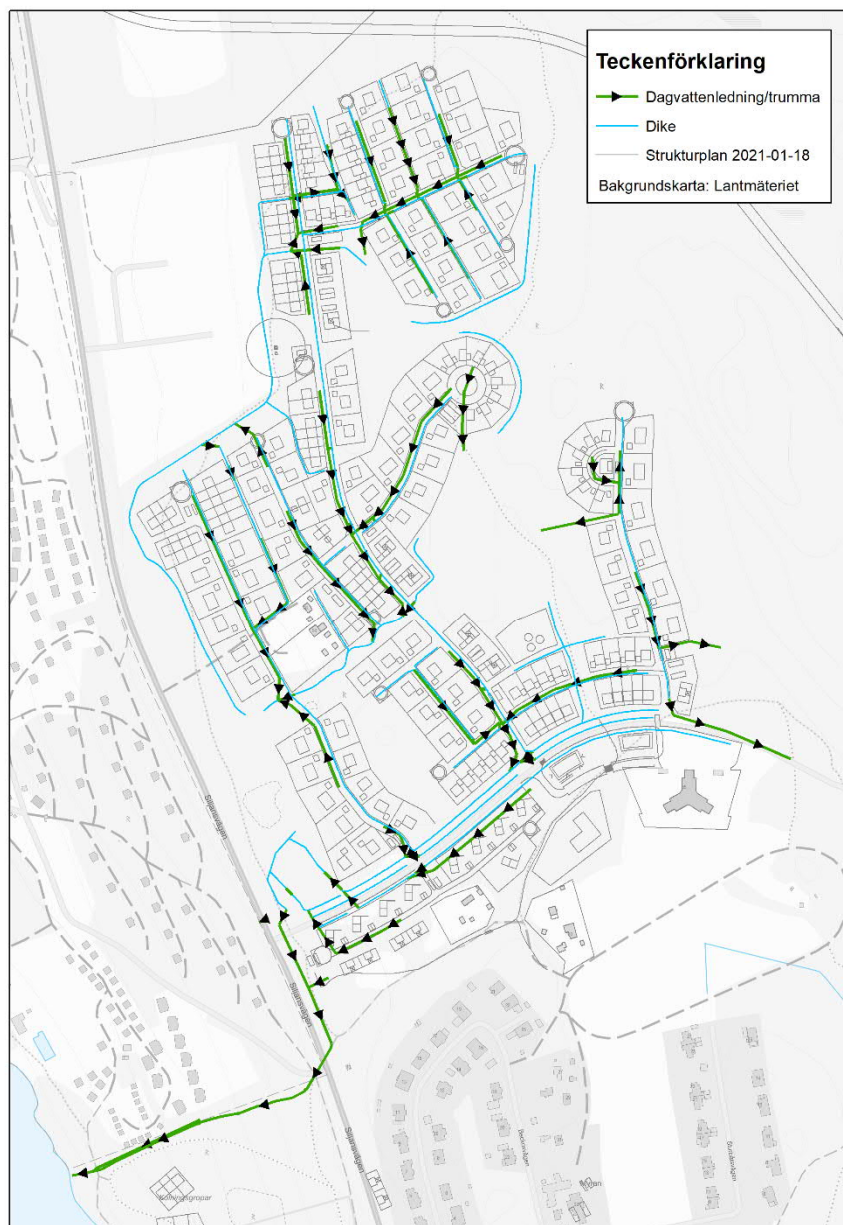
#### Teckenförklaring

- Delavrinningsområde anslutet till ledningsnät
- Tak: 90%
- Väg och asfalt: 80%
- Tomt: 30%
- Övrigt: 10%



Figur 5. Delavrinningsområden och klassificering av markanvändning

Figur 6 visar en översikt över det modellerade dagvattensystemet. I bilaga 2A redovisas även ledningsnätets dimensioner och vattengångar.



Figur 6. Översikt över modellerat dagvattenledningssystem. Gröna linjer representerar ledningar och trummor och blå linjer representerar diken.

## 7 Resultat

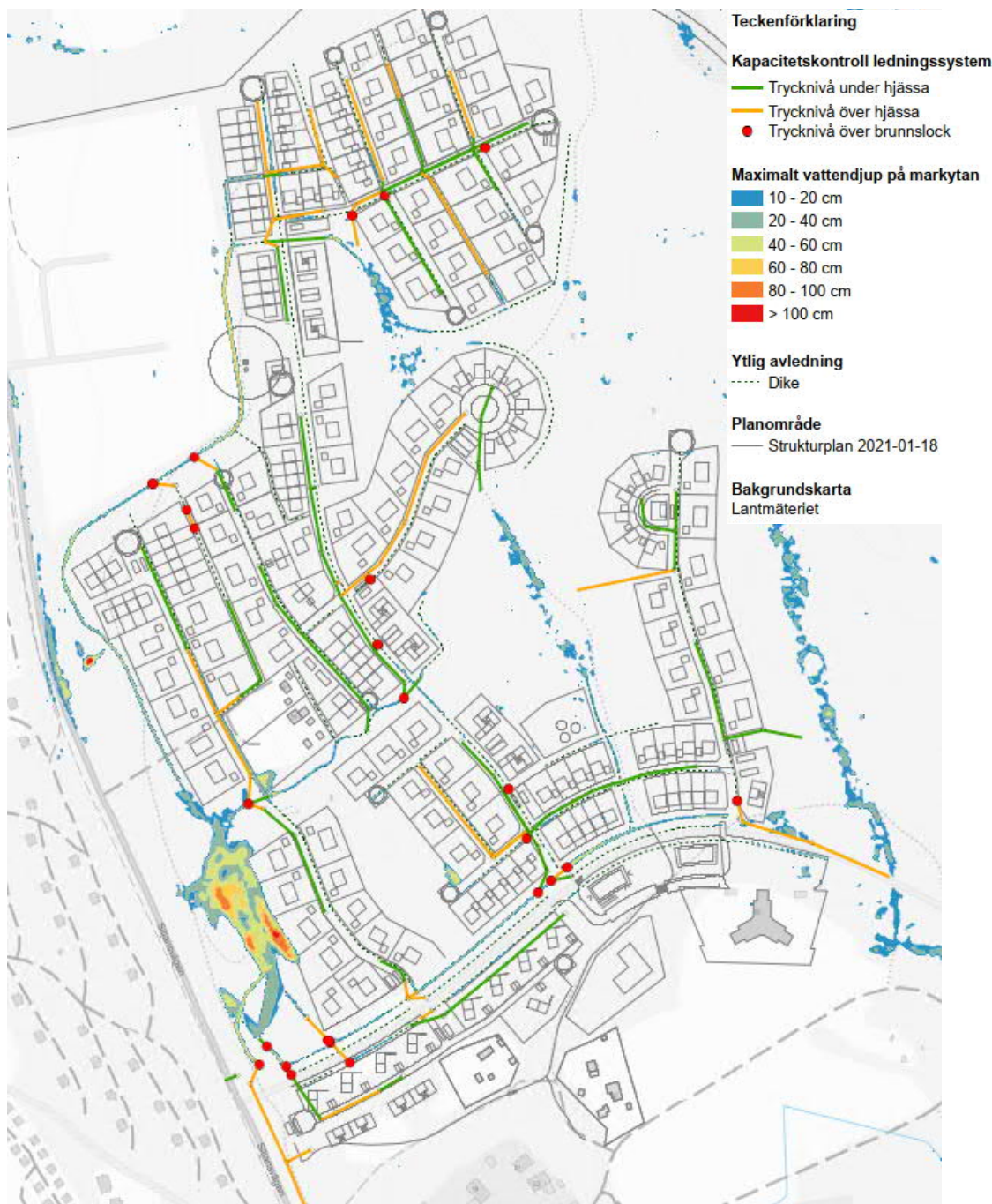
Följande kapitel 7.1 och 7.2 redovisar resultaten av genomförda modellberäkningar. Åtgärdsförslag presenteras därefter i kapitel 8.

### 7.1 Uppfyllelse av funktionskrav i ledningssystem

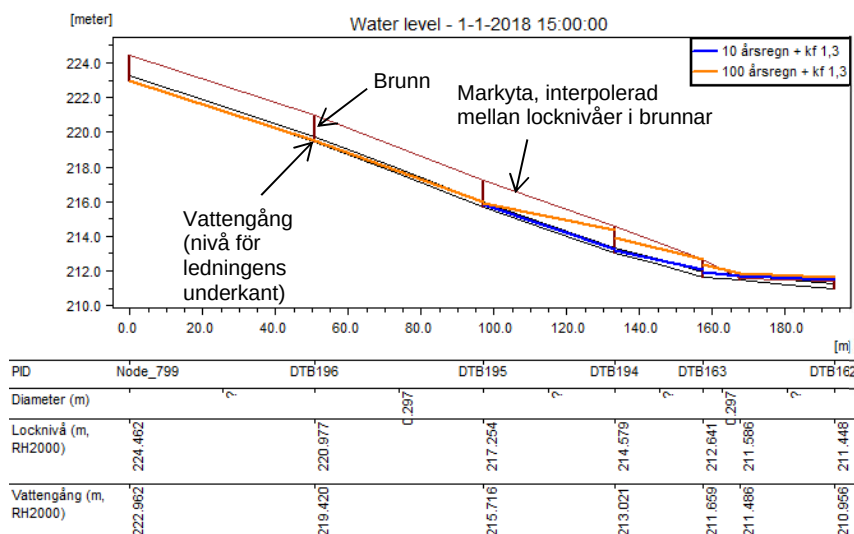
Funktionskravet för det nya dagvattensystemet i Lummerhöjden, enligt tolkning av Svenskt Vattens P110 i kapitel 2, är att trycknivån ej ska överstiga marknivån vid minst ett 10-årsregn, med en adderad klimatkoefficient om 1,3.

Figur 7 visar en översiktsbild av trycknivåerna vid 10-årsregnet (mer detaljerad figur återfinns i bilaga 2B). Grönmarkerade ledningssträckor indikerar att trycknivån är under ledningshjässa och gulmarkerade ledningssträckor visar att trycknivån överstiger ledningshjässa. I rödmarkerade punkter överstiger trycknivån marknivån, vilket innebär att marken översvämmas av vatten från ledningsnätet. På dessa ställen kan funktionskravet generellt inte anses vara uppfyllt. Av figuren framgår dock att marköversvämningar främst uppträder vid in- eller utlopp ovan mark, vilket inte nödvändigtvis behöver medföra problem.

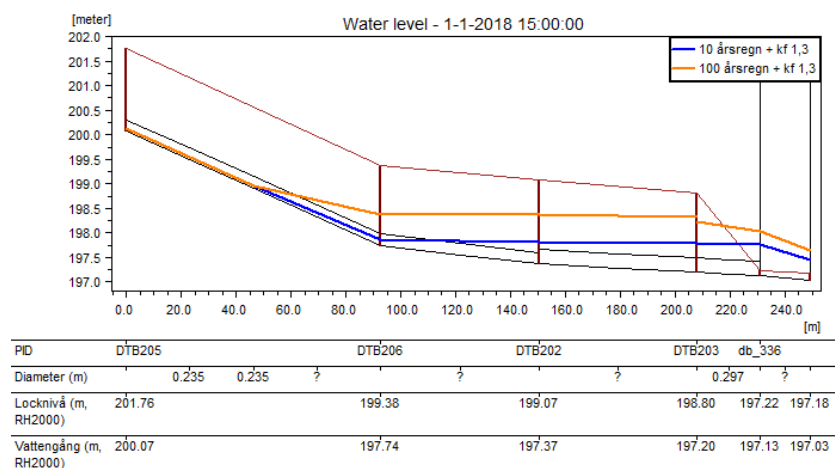
Ledningsprofiler redovisas för de sträckor där marköversvämning sker vid 10-årsregn (dvs för ledningssträckor som har röda punkter i Figur 7). I ledningsprofilerna redovisas trycknivåer för 10- och 100-årsregn. Notera dock att det inte föreligger några krav på ledningsnät kopplat till 100-årsregnet.



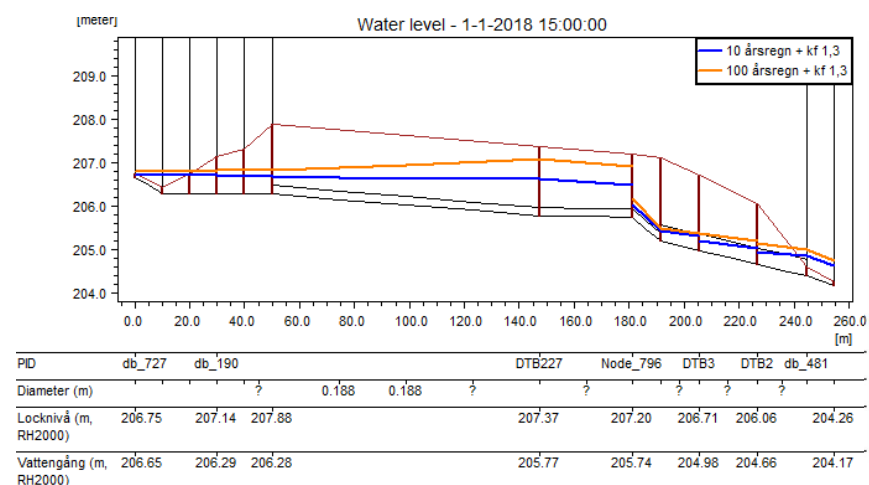
Figur 7. Trycknivåer och översvämningsdjup vid 10-årsregn med klimatfaktor 1,3 (mer detaljerad figur återfinns i bilaga 2B).



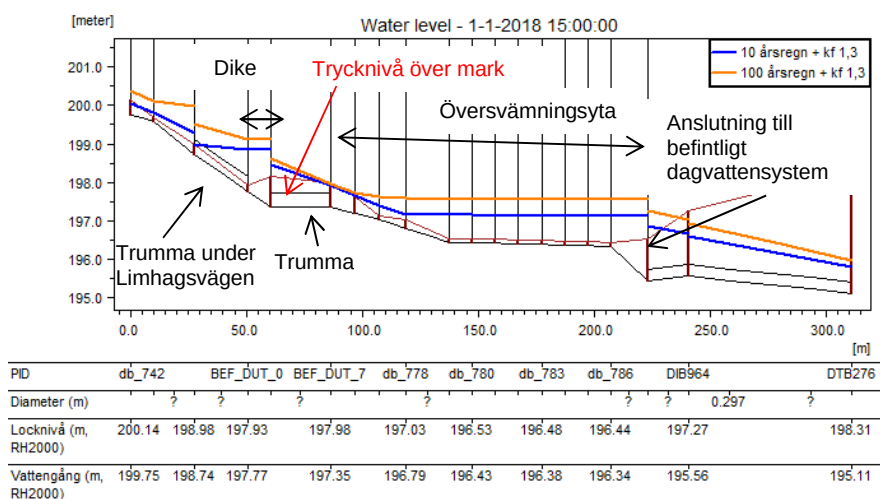
Figur 8. Ledningsprofil på sträckan Node\_66 till DTB162 (gulmarkerad ledningssträcka i översiktsfigur till höger). Profilen påvisar marköversvämning i utloppet vilket är förväntat då det mynnar ut i ett öppet dike.



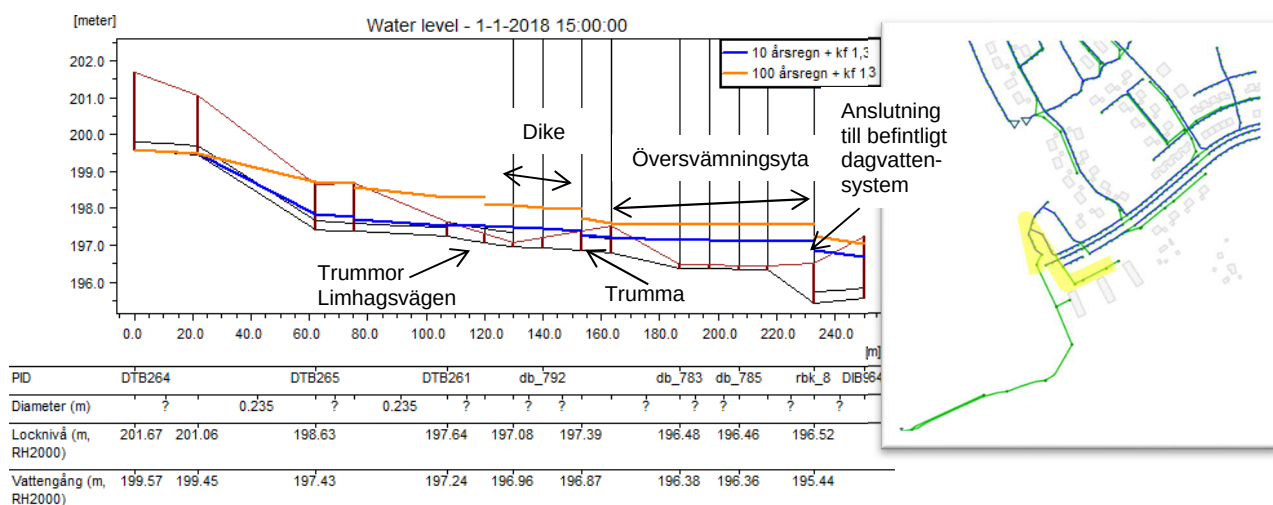
Figur 9. Ledningsprofil på sträckan DTB205 till db\_335 (gulmarkerad ledningssträcka i översiktsfigur till höger). Profilen påvisar marköversvämning i utloppet vilket är förväntat då det mynnar ut i ett öppet dike.



Figur 10. Ledningsprofil på sträckan db\_727 till db\_481 (gulmarkerad ledningssträcka i översiktsfigur till höger). Figuren visar en god kapacitet längs sträckan.



Figur 11. Ledningsprofil på sträckan db\_742 till DTB276 (gulmarkerad ledningssträcka i översiktsfigur till höger). Figuren visar att trycknivå överstiger markyta i trumma som ansluter norra diket till översvämningsytan. Åtgärdsförslag ges i kapitel 8.



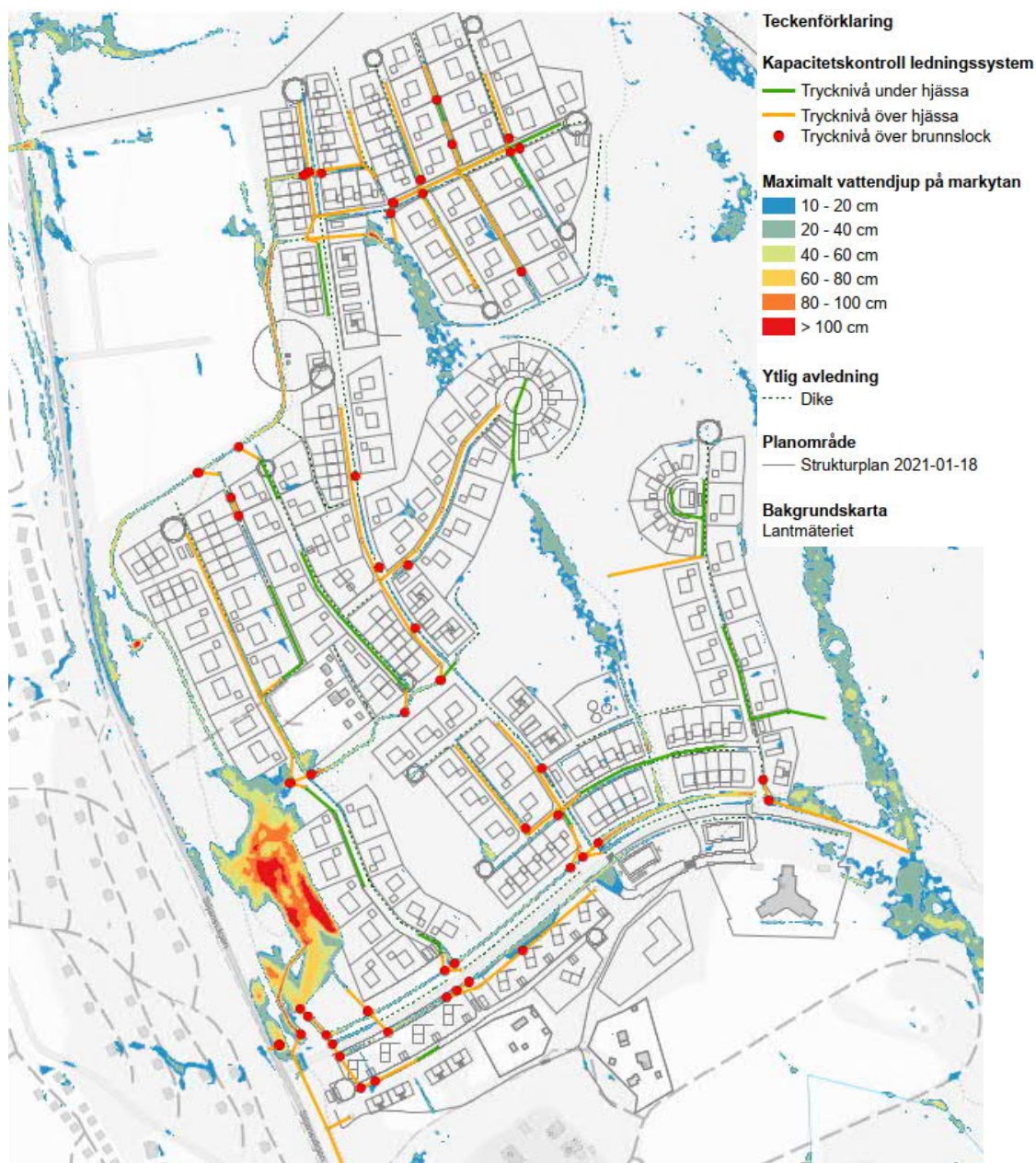
Figur 12. Ledningsprofil på sträckan DTB264 till DIB964 (gulmarkerad ledningssträcka i översiktsfigur till höger).

## 7.2 Skyfallskartering

### 7.2.1 Maximalt översvämningsdjup och utbredning

Figur 13 visar en översiktsbild av trycknivåer och översvämningsutbredning vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 (mer detaljerad figur återfinns i bilaga 2C). Översvämning från ledningssystem till markyta sker i rödmarkerade punkter i figuren.

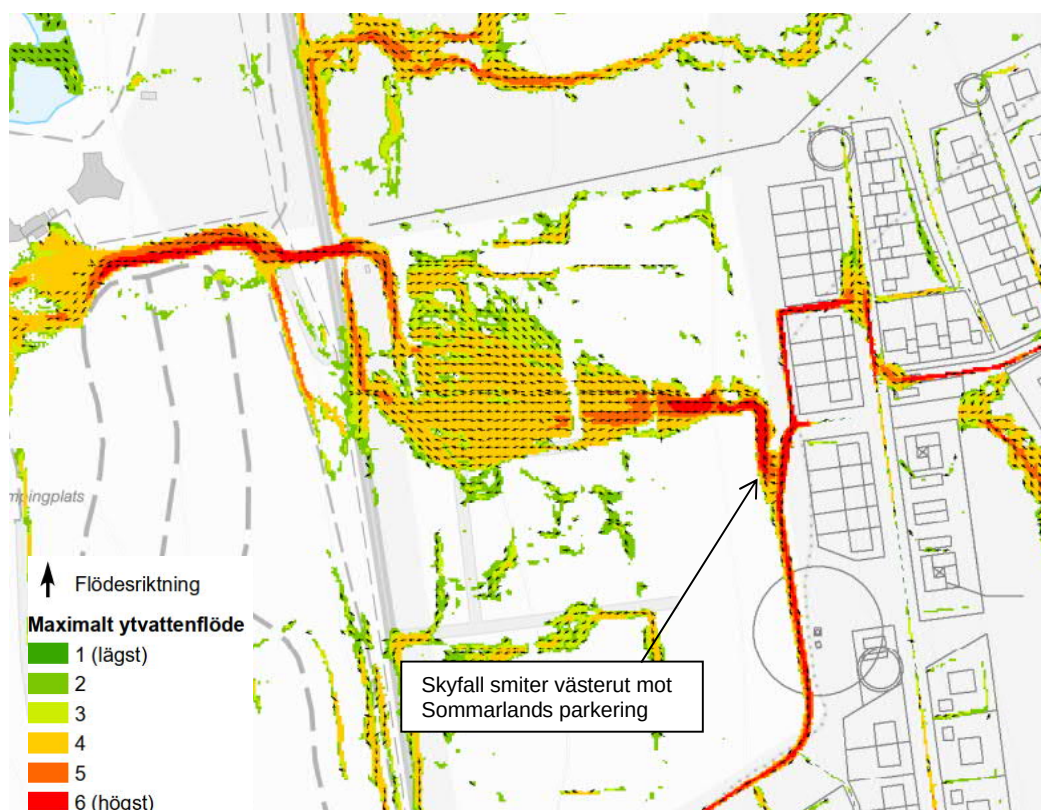
Ett regn med 100 års återkomsttid är mycket sällsynt och inget som dagvattensystem normalt dimensioneras för. Dock är dagvattensystem, särskilt av typen öppna anläggningar såsom diken och ytliga magasin, viktiga även för fördröjning och avledning av skyfall. Eftersom kommunen är ansvariga för skydd av ny bebyggelse för händelser med minst 100 års återkomsttid bör det i samband med projektering av nya dagvattensystem kontrolleras att dämning inte sker till golvnivåer samt att viktiga transportvägar inte översvämmas vid 100-årsregnet.



Figur 13. Trycknivåer och översvänningsdjup vid 100-årsregn med klimatkfaktor 1,3

### 7.2.2 Ytvattenflöden

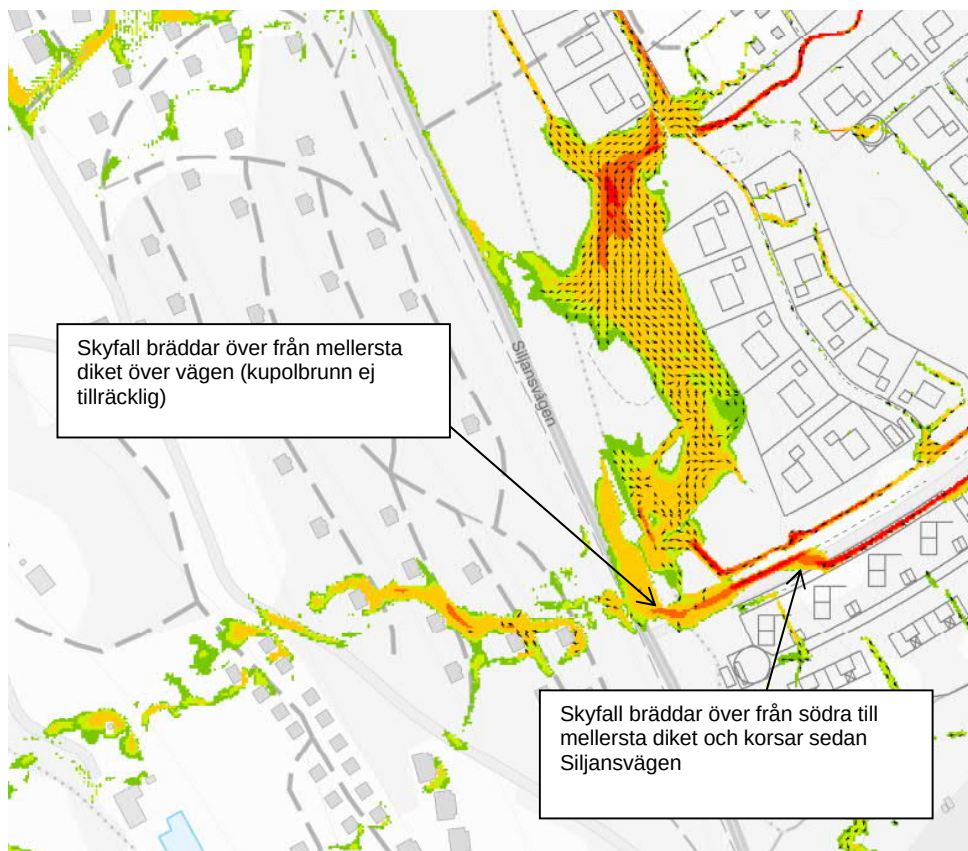
I kartbilaga 2D redovisas maximala ytvattenflöden vid studerat 100-årsregn. Ytvattenflödet, som har enheten  $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ , kan ibland upplevas som något abstrakt och svårgripbart i planeringssammanhang. Resultatet har därför förenklats genom att ytvattenflödet istället för med enheter presenteras i storleksordningen 1-6, där 1 motsvarar lägst flöde. Resultatet används för att analysera var vatten rinner och för att särskilja storleken mellan flödesvägar.



Figur 14. Ytvattenflöden i norra delen av planområdet. Figuren visar att skyfallsavrinningen smiter västerut mot Leksand Sommarland.



Figur 15. Ytvattenflöden i västra delen av planområdet. Figuren visar att skyfallsavrinningen även här smiter västerut mot Siljansvägen.



Figur 16. Ytvattenflöden i södra delen av planområdet. Figuren visar att skyfallsavrinningen fortsätter över Siljansvägen och vidare genom Leksandsstrands camping.

### 7.2.3 Översvämningsvaraktighet

I kartbilaga 2E redovisas varaktigheten för översvämningar vars djup överstiger 10 cm. Varaktigheten presenteras i det antal timmar det tar för översvämningsytan att tömmas via ledningsnätet eller infiltration. Resultatet kan användas för att bedöma om en åtgärd är motiverad eller för att prioritera mellan åtgärder, till exempel om översvämningen av en väg förväntas vara i en timme eller i ett dygn.

### 7.2.4 Riskanalys

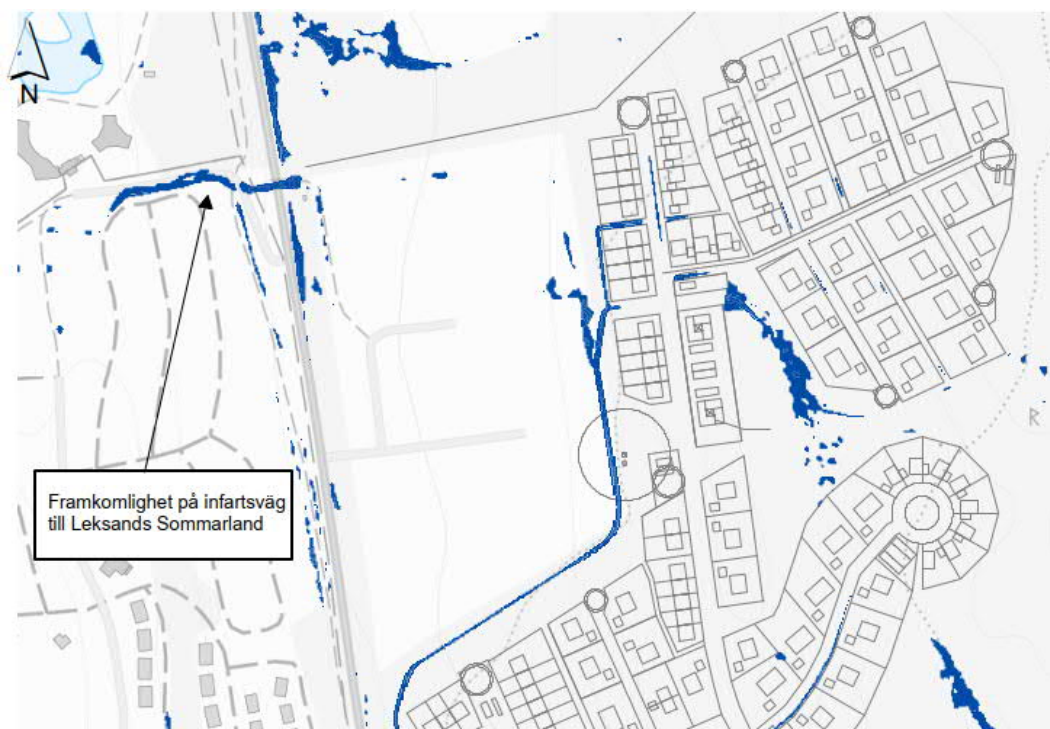
I Figur 17 (samt kartbilaga 2F) redovisas genomförd riskanalys vid skyfall, där påverkan på framkomligheten till och från byggnader har bedömts utifrån kriteriet att översvämningsdjupet ej ska överstiga 20 cm på vägar. Samma djup används för att bedöma risk för vattenskador för byggnader. Av analysen har enbart en möjlig risk utifrån ovanstående kriterier kunnat identifieras. Huruvida risken finns redan idag eller är något som tillkommit av planområdet har inte utretts. I övrigt bedöms det inte föreligga någon

22(31)

RAPPORT  
2021-03-25

DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERING FÖR  
LUMMERHÖJDEN I LEKSAND

risk för skador på byggnader eller påverkan på framkomlighet inom eller i anslutning till detaljplanen.



Figur 17. Vid riskanalys för skyfall identifierades att framkomligheten till sommarlandet kan påverkas. Huruvida detta är en befintlig risk eller något som tillkommit av detaljplanen har inte utretts.

## 8 Slutsatser och rekommendationer

### 8.1 Dagvattensystem

Genomförda kontrollberäkningar visar en generellt god kapacitet i det projekterade dagvattensystemet med hänsyn till funktionskravet om maximal trycknivå under markytan vid 10-årsregn, klimatjusterat med faktor 1,3. I en trumma som sammankopplar det norra vägdiket för Limhagsvägen med översvåmningsytan överstiger trycknivån markytan vilket indikerar att kapaciteten i trumman inte har kapacitet att avleda flödet (se Figur 11). Detta bedöms dock inte innebära några bekymmer då vägdiket har en sekundär avledning åt sydväst till en nedströms liggande trumma.

Systemet kan anses vara mycket robust för dagvattenhantering då de dimensioner som föreslås väljas i ledningsnätet tillsammans med ytliga avrinningsstråk i stort sett klarar att avleda upp till ett 100-års regn med klimatkoefficient 1,3. De punkter där 100-årsregnet inte klaras att avledas har beskrivits i kapitel 5.2. Analys och åtgärdsförslag för skyfallshantering beskrivs i nedan kapitel 8.2 respektive 8.3.

I samrådsversionen av planen har en del justeringar av kvarter och gator gjorts och bestämmelser för högsta andel av fastigheten som får bebyggas samt största tillåtna andel som får hårdgöras (n) har definierats. Följande jämförelse har gjorts för att bedöma om justeringarna av planen medför någon påtaglig skillnad jämfört med antaganden som gjordes i modellen utifrån de tidigare skisserna.

Medelavrinningskoefficient för kvartersmark var i modellen 0,41.

Tabell 2. Andel nederbörd som avrinner från kvartersmark i modellen

|                      | Yta (ha)    | $\phi$ (-)  |
|----------------------|-------------|-------------|
| Byggnader            | 3,0         | 0,9         |
| Parkering            | 0,05        | 0,8         |
| Tomtyta exkl byggnad | 13,1        | 0,3         |
| <b>Totalt/medel</b>  | <b>16,2</b> | <b>0,41</b> |

Det konservativa antagandet gjordes att fastighetsägarna bebygger så stor yta som tillåtet och asfalterar upp till högsta tillåtna andel hårdgjord yta ( $\phi=0,8$ ). Den i planen tillåtna graden av hårdgörande samt vilka ytor det berör återfinns i tabell 3.

Tabell 3. Bestämmelser om hårdgörande i planen

|                | Andel som får hårdgöras | Yta (ha) |
|----------------|-------------------------|----------|
| n <sub>1</sub> | 0,35                    | 6,8      |
| n <sub>2</sub> | 0,55                    | 7,2      |
| n <sub>2</sub> | 0,75                    | 1,0      |
| -              | -                       | 0,6      |

Avrinningskoefficienten ( $\phi$ ) för den mark inom fastigheten som inte får vara hårdgjord antas ligga inom intervallet för skog, odlad mark, gräsyta, ängsyta mm dvs mellan 0 och 0,1 och beräkning gjordes för övre och undre gränsen på intervallet.

Tabell 4. Beräkning av andel som avrinner med maximal bebyggelse och maximalt hårdgörande

| Markanvändning                            | Yta (ha)       | $\phi_1$ (-) | $\phi_2$ (-) |
|-------------------------------------------|----------------|--------------|--------------|
| Byggnader                                 | 4,8            | 0,9          | 0,9          |
| Hårdgjort exkl byggnader                  | 2,8            | 0,8          | 0,8          |
| Får ej hårdgöras                          | 7,9            | 0            | 0,1          |
| Övrigt (E-omr samt bostadsområden utan n) | 1,1            | 0,3          | 0,3          |
| <b>Totalt/medel</b>                       | <b>16,6 ha</b> | <b>0,41</b>  | <b>0,46</b>  |

Undre delen av intervallet motsvarar precis den i modellen antagna medelavrinningen från kvartermark. Att anta att all yta som inte hårdgörs till fulla kan infiltrera 10-årsregnet är kanske en överdrift liksom antagandet att alla fastighetsägare hårdgör i största tillåtna utsträckning.

Även storleken på ytorna för gatemark och naturmark har förändrats något under projektets gång. Tabell 5 visar jämförelse av beräknad sammanvägd avrinning för hela detaljplanen.

Tabell 5. Sammanvägda avrinningskoefficienter för hela planen.

| Markanvändning      | Yta skisser (ha) | $\phi$ (-)  | Ytor DP granskning (ha) | $\phi_1$ (-) | $\phi_2$ (-) |
|---------------------|------------------|-------------|-------------------------|--------------|--------------|
| Kvartersmark        | 16,2             | 0,41        | 16,5 ha                 | 0,41         | 0,46         |
| Gata                | 4,0              | 0,8         | 4,9 ha                  | 0,8          | 0,8          |
| Natur               | 25,4             | 0,1         | 24,2 ha                 | 0,1          | 0,1          |
| <b>Totalt/medel</b> | <b>45,6 ha</b>   | <b>0,27</b> | <b>45,6 ha</b>          | <b>0,29</b>  | <b>0,31</b>  |

Med tanke på de osäkerheter som finns generellt i ansatta avrinningskoefficienter bedöms skillnaderna i antagen avrunnen volym inte vara så påtagliga att de påverkar de slutsatserna som här dras av utförda modelleringar.

## 8.2 Skyfallshantering

Skyfallskarteringen visar att höjdsättningen och dagvattensystemet är ändamålsenliga. Inga byggnader inom planområdet bedöms påverkas negativt vid skyfall.

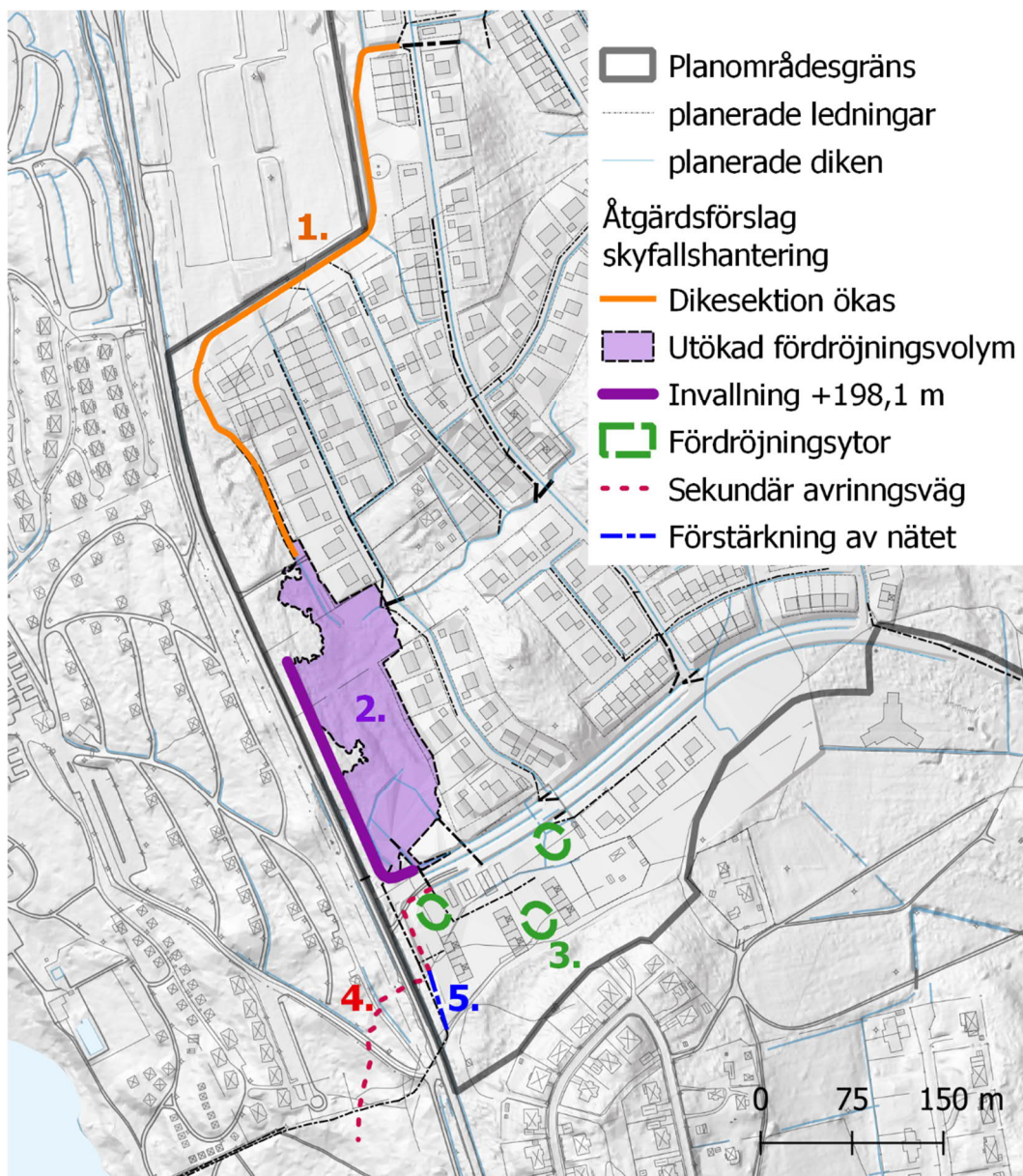
Karteringen visar dock även att avrinning från planområdet vid skyfall riskerar rinna västerut mot Siljansvägen och vidare över denna ner mot Leksands sommarland och Leksandstrands camping. Dels smiter vatten innan det når fram till fördröjningsytan, dels sker bräddning från fördröjningsytan se figur 14, figur 15 och figur 16. Det beror på att systemen inte är dimensionerade för skyfall utan för de flöden som VA-huvudmannen ansvarar för, se tabell 1.

I syfte att säkra skyfallshantering rekommenderas:

1. Förstärkning av diket längs planområdets västra sida
2. Ökning av fördröjningsvolymen i planområdets västra del
3. Reservation av ytor för anordnande av fördröjningsvolymen även på östra sidan om Limhagsvägen
4. Anordnande av sekundär avrinningsväg för bräddning
5. Förstärkning av kapaciteten i nätet nedströms fördröjningsytan

Förslagen illustreras i figur 18 och beskrivs närmare i kommande avsnitt.

Sammanfattningsvis bedöms höjdsättningen och dagvattensystemet kunna ge en god hantering av skyfall med låg risk för skada på befintliga byggnader vid skyfall, förutsatt att rekommenderade kompletterande justeringar kan genomföras.



Figur 18. Översikt åtgärdsförslag.

### Åtgärd 1 - förstärkning av dike

Föreslagen ny utformning: bottenbredd 1 m, släntlutning 1:2,5 eller flackare samt djup 0,75 m. Kapaciteten för föreslagen tvärsektion har beräknats med Mannings formel och motsvarar drygt 2 m<sup>3</sup>/s vilket baserat på modellresultaten antas motsvara belastningen vid ett framtida 100-årsflöde. Hänsyn till det smitande vattnet har tagits

27(31)

genom att differensen mellan flödet uppströms och nedströms smitpunkten lagts till flödet i nedströms liggande punkter vilket bedöms ge en rimlig skattning.

### Åtgärd 2 – ökning av fördröjningsvolymen

Enligt modellen avrinner cirka 22 000 m<sup>3</sup> vatten från detaljplaneområdet ner till fördröjningsytan vid ett 100-årsregn efter att hänsyn tagits till lagring och infiltration i uppströms liggande områden. I modellen hade fördröjningsytan en lagringskapacitet på 6 500 m<sup>3</sup>. Under den simulerade perioden på 13 timmar avbördades 4 600 m<sup>3</sup> via utloppsledningen. Därtill kommer utflöde via infiltration. Att bedöma det verkliga bidraget från infiltration är svårt då det beror på egenskaper och djup i underliggande jordlager samt den aktuella mark- och grundvattensituationen. Generellt kan sägas att infiltrationskapaciteten i området bedömts vara mycket god med ledning av geotekniska undersökningar.

Genom att höja invallningen på södra sidan av fördröjningsytan till +198,1 m, vilket är högsta möjliga nivån innan Limhagsvägen översvämmas, kan en utjämningsvolym på 13 800 m<sup>3</sup> erhållas på en yta av 1,6 ha. I och med att en högre vattennivå och därmed ett högre vattentryck erhålls samt att större yta översvämmas kommer både utflöde via ledningar och via infiltration att öka.

### Åtgärd 3 – fördröjningsvolym öster om Limhagsvägen

Vid ett skyfall förmår inte trummor och kupolbrunnar leda hela flödet från östra sidan av Limhagsvägen till fördröjningsytan på den västra. En omläggning av de befintliga vägtrumorna kan vara möjlig men det krävs generellt stora dimensioner för att hantera ett 100-årsregn och därför föreslås att flödet från östra delen minskas genom att fördröjning anordnas inom området. Fördröjningen kan till exempel bestå av torrdammar utformade som skålade gräsytor där vattenspegel bildas kortvarigt vid större regn.

För att fördröja 100-årsregnet till ett utflöde motsvarande nuläget beräknas överslagsmässigt cirka 600–700 m<sup>3</sup> vatten behöva fördröjas. Motsvarande volym för 10-årsregnet beräknas till omkring 350 m<sup>3</sup>. Utformningen av området är dock vid denna utrednings genomförande preliminär och kommer troligtvis att förändras. Volymerna behöver därför beräknas noggrannare då förutsättningarna är bättre kända.

### Åtgärd 4 – sekundär avrinningsväg

Ett bräddike föreslås anläggas längs planområdets södra gräns och öster om Limhagsvägen. Syftet med diket är dels att fånga upp vatten som inte kan ledas under Limhagsvägen till fördröjningsytan, dels att utgöra brädd från fördröjningsytan. Det senare uppnås genom att vatten vid höga nivåer i fördröjningsytan dämmer baklänges genom den södra trumman under Limhagsvägen. För att vatten inte ska rinna förbi trummans inlopp vid normalflöden föreslås att bräddiket skiljs från vägdiket av en tröskel.

28(31)

RAPPORT  
2021-03-25

DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERING FÖR  
LUMMERHÖJDEN I LEKSAND

Bräddiket dras bort till en befintlig trumma under Siljansvägen. I syfte att nyttja den utjämningsvolym som det djupa diket ger läggs lägsta tröskel ut från diket vidare till vägdiket och trumman så högt som möjligt.

Sett till topografin finns goda möjligheter att skapa en säker avrinningsväg från Siljansvägen söderut mot skogsområdet mellan Leksandstrands camping och Barkdals naturreservat men det kan behövas åtgärder i form av trummor under vägar och dikesanvisning för att säkerställa att vattnet tar önskad väg.

#### **Åtgärd 5 – förstärkning av nätet**

Utfödet via ledning från området kan ökas genom att anlägga en parallell utloppsledning från bräddiket till befintlig utloppsledning strax uppströms dess korsning med Siljansvägen. Utloppsledningens kapacitet (vid trycknivån i hjässa) ökar vid korsningen med Siljansvägen från 70–80 l/s till 165–175 l/s då dess lutning blir större vilket medför att uppemot 100 l/s ytterligare kan avledas.

### **8.3 Fortsatt arbete**

Sekundär avrinningsväg nedströms Siljansvägen behöver i ett första steg inventeras och därefter utifrån behov planeras och eventuellt projekteras. Valt stråk behöver sedan säkras upp genom avtal, ledningsrätt eller liknande.

Ansvarsfördelning kan behöva förtydligas för öppna delar av avvattningsystemet där till exempel vägdiket både avvattnar vägen och avleder dagvatten. På samma sätt utgör en del diken både del av dagvattensystemet och väg för avledningen av skyfall. Fördröjningsytan utgör en del av dagvattensystemet men kommer i och med den höjda vallen även att utgöra en viktig del av skyfallshantering.

En plan behöver upprättas för underhåll och skötsel av dagvattenanläggningar samt av viktiga sekundära avrinningsstråk. Nivåer på trösklar och skyddsvallar behöver kontrolleras både efter anläggning och sedan med jämna mellanrum för sättningar och erosionsskador som riskerar att skapa nya oönskade flödesvägar.

## **9 Leverans**

Utöver föreliggande rapport med tillhörande kartbilagor levereras följande digitala filer:

- Modellfiler (tillhörande modellteknisk beskrivning i bilaga 1)
- Modellresultat i original
- Bearbetade och GIS-kompatibla modellresultat (se filförteckning i Tabell 6)

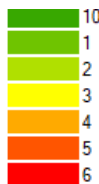
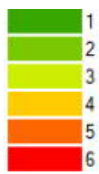
Tabell 6. Leverans av GIS-filer.

| Filnamn                                       | Beskrivning                                                                                                                 | Symbologi                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10yCF13_depth.SHP<br>100yCF13_depth.SHP       | Översvämnings-<br>utbredning och djup                                                                                       | <p>"gridcode" = 10 -&gt; 10-20 cm<br/>djup</p> <p>"gridcode" = 20 -&gt; 20-30 cm<br/>djup</p> <p>... OSV</p> <p>Exempel:</p> <p>10 - 20 cm<br/>20 - 40 cm<br/>40 - 60 cm<br/>60 - 80 cm<br/>80 - 100 cm<br/>&gt; 100 cm</p> |
| 10yCF13_Flood.SHP<br>100yCF13_Flood.SHP       | Punkter där<br>marköversvämning sker<br>till följd av att trycknivån<br>i ledningsnätet<br>översliger<br>locknivån/markytan | <p>"TsValue" &lt;= 0 -&gt; Trycknivå<br/>under mark</p> <p>"TsValue" &gt; 0 -&gt; Trycknivå över<br/>mark</p> <p>Exempel:</p>                                                                                               |
| 10yCF13_Pressure.SHP<br>100yCF13_Pressure.SHP | Ledningar där<br>trycknivån i<br>ledningsnätet översliger<br>hjässa                                                         | <p>"Reclass" = 0 -&gt; Trycknivå<br/>under hjässa</p> <p>"Reclass" = 1 -&gt; Trycknivå över<br/>hjässa</p> <p>Exempel:</p>                                                                                                  |
| 100yCF13_direction.TIF                        | Flödesriktning (grader)<br>där ytvattenflödet<br>översliger 2 liter/sekund                                                  | Raster med värden i grader                                                                                                                                                                                                  |
| 100yCF13_duration.SHP                         | Översvämnings-<br>varaktighet                                                                                               | <p>"gridcode" = 10 -&gt; 10 min-1 h</p> <p>"gridcode" = 1 -&gt; 1-2 h</p> <p>"gridcode" = 2 -&gt; 2-3 h</p> <p>... OSV</p>                                                                                                  |

30(31)

RAPPORT  
2021-03-25

DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERING FÖR  
LUMMERHÖJDEN I LEKSAND

|                   |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |                                                                                                                 | <p>Exempel:</p>  <p>10 min - 1 h<br/>1 - 2 h<br/>2 - 3 h<br/>3 - 4 h<br/>4 - 5 h<br/>5 - 6 h<br/>&gt; 6 h</p>             |
| 100yCF13_flux.SHP | <p>Ytvattenflöden som överstiger 2 liter/sekund.<br/>Klassificerade i storleksordningen 1-6 där 1 är lägst.</p> | <p>“gridcode” = 1 -&gt; 1 (lägst)<br/>... osv</p> <p>Exempel:</p>  <p>1 (lägst)<br/>2<br/>3<br/>4<br/>5<br/>6 (högst)</p> |

## 10 Referenser

- Boverket. (2020). *Översvämningsrisk vid planläggning*. Hämtat från PBL Kunskapsbanken: [https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning\\_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/utgangspunkter/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/utgangspunkter/)
- Länsstyrelserna i Stockholms och Västra Götalands län. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall - stöd i fysisk planering. Faktablad 2018:5*.
- SMHI. (2015). *Framtidsklimat i Dalarnas län - enligt RCP-scenarier*. Hämtat från SMHI: <https://www.smhi.se/publikationer/framtidsklimat-i-dalarnas-lan-enligt-rcp-scenarier-1.96093>
- Svenskt Vatten. (2016). *Publikation P110. Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*.
- Svenskt Vatten Utveckling. (2016). *Fastighetsägarnas ansvar och möjlighet att förebygga översvämningsskador*. Hämtat från [https://www.svensktvatten.se/contentassets/99463fd3db2e446e9f91a36b8eb0c94e/svu-rapport\\_2016-11.pdf](https://www.svensktvatten.se/contentassets/99463fd3db2e446e9f91a36b8eb0c94e/svu-rapport_2016-11.pdf)

## BILAGA 1 – MODELLTEKNISK BESKRIVNING

DALA VATTEN OCH AVFALL AB

### Utredning av dagvatten- och skyfallshantering för Lummerhöjden i Leksand

UPPDRAGSNUMMER 13012560

#### MODELLTEKNISK BESKRIVNING FÖR HYDRAULISK LEDNINGSNÄTS- OCH MARKAVRINNINGSMODELL ÖVER LUMMERHÖJDEN I LEKSAND



2021-03-25

SWECO ENVIRONMENT AB

UPPDRAGSLEDARE: ANDERS WESTERFORS

HANDLÄGGARE: MARIE LARSSON, MALIN KÄLLGÅRDEN

KVALITETSGRANSKARE: DANIEL LUNDQVIST

(MODELLERING), ANDERS WESTERFORS (RAPPORT)



## Innehållsförteckning

|          |                                                             |           |
|----------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning</b>                                            | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Modelluppbyggnad – Ledningsnätsmodell (MIKE Urban+)</b>  | <b>1</b>  |
| 2.1      | Brunnar, in- och utlopp                                     | 1         |
| 2.1.1    | Dimension                                                   | 1         |
| 2.1.2    | Vattengångar                                                | 2         |
| 2.1.3    | Locknivåer                                                  | 2         |
| 2.1.4    | Punktförluster                                              | 2         |
| 2.2      | Ledningar och diken                                         | 2         |
| 2.2.1    | Ledningsdimension                                           | 2         |
| 2.2.2    | Råhet i ledningar och diken                                 | 3         |
| 2.3      | Avrinningsområden och markanvändning                        | 3         |
| 2.3.1    | Koncentrationstider                                         | 3         |
| 2.3.2    | Markanvändning                                              | 3         |
| 2.4      | Randvillkor                                                 | 6         |
| 2.4.1    | Nederbördsbelastning (Catchment loads)                      | 6         |
| <b>3</b> | <b>Modelluppbyggnad – Markavrinningsmodell (MIKE 21 FM)</b> | <b>6</b>  |
| 3.1      | Beräkningsnät                                               | 6         |
| 3.2      | Höjdmodell                                                  | 6         |
| 3.3      | Markens råhet/strömningsmotstånd                            | 8         |
| 3.4      | Infiltration                                                | 9         |
| 3.5      | Nederbördsbelastning                                        | 12        |
| 3.6      | Modellsetup                                                 | 12        |
| <b>4</b> | <b>Sammankoppling av modeller</b>                           | <b>14</b> |
| 4.1      | 2D-koppling mellan ledningsnät och markyta                  | 14        |
| 4.2      | Fördelning av regn                                          | 15        |
| <b>5</b> | <b>Osäkerheter i modelluppbyggnad</b>                       | <b>17</b> |
| 5.1      | Höjdmodell                                                  | 17        |
| 5.2      | Ledningsnät                                                 | 17        |
| 5.3      | Hydrologi                                                   | 18        |
| 5.4      | Infiltrationsparametrar                                     | 18        |
| 5.5      | Koppling mellan ledningsnät och markyta                     | 18        |
| <b>6</b> | <b>Referenser</b>                                           | <b>18</b> |



## 1 Inledning

Föreliggande rapport beskriver uppbyggnaden av en hydraulisk dagvatten- och skyfallsmodell över Lummerhöjden i Leksand. Modellen är framtagen i syfte att kontrollera funktionen i planerat dagvattensystem samt att höjdsättningen i området inte medför marköversvämningar i framtiden.

Modellen är uppbyggd som en kombinerad 1- och 2-dimensionell hydraulisk modell (programvara MIKE 2021), där ledningsnätet beskrivs av en 1-dimensionell MIKE Urban Plus-modell och avledning över markyta beskrivs av en 2-dimensionell MIKE 21 FM-modell. Transporten mellan 1D- och 2D-modellen sker genom punkter på ledningssystemet, fiktiva kopplingspunkter i diken, samt genom in- och utlopp. Då rännstensbrunnar inte modelleras explicit tas hänsyn till hur de fördelas i det befintliga nätet genom att brunnarna i beräkningsmodellen utgör samlande punkter för transport mellan modellerna.

Modellerna är upprättade i koordinatsystemet SWEREF 99 15 00 och med höjdsystemet RH2000.

## 2 Modelluppbyggnad – Ledningsnätmodell (MIKE Urban+)

Det modellerade ledningsnätet och dikessystem baseras på:

- Befintligt dagvattennät, "Befintliga VA-ledningar.dwg", hämtad från iBinder 2021-02-03
- Projekterade diken, "M02DI-Diken-Ver-B\_2020-12-03.dwg"
- Projekterat VA, "VA Karingberget 201015.dwg"

### 2.1 Brunnar, in- och utlopp

Brunnar, in- och utlopp och övriga punkter i ett ledningsnät benämns fortsättningsvis "noder".

#### 2.1.1 Dimension

Tabell 1. Dimensioner (invändig) för noder.

| Typ av nod                                   | Dimension (invändig)                                          |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Projekterade in- och utlopp                  | Samma dimension som anslutande ledning                        |
| Projekterade brunnar                         | 1 m                                                           |
| Befintliga brunnar/punkter på ledningssystem | Enligt underlag, eller 1 meter om dimension saknas i underlag |
| Fiktiva noder i projekterade diken           | 1 meter. Obs att ingen punktförlust beräknas i dessa noder.   |

## 2.1.2 Vattengångar

Tabell 2. Vattengångar i noder.

| Typ av nod                                   | Vattengång                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projekterade noder                           | Enligt underlag "va-modell.txt" från VA-proj, levererat av Andreas Strömstedt 2020-11-27, med viss manuell justering/anpassning till höjdmodell |
| Befintliga brunnar/punkter på ledningssystem | Enligt underlag, eller interpolerat mellan kända VG om vattengång saknas i underlag                                                             |
| Fiktiva noder i projekterade diken           | 0,1 meter under mark, med viss manuell justering/anpassning till höjdmodell                                                                     |

## 2.1.3 Locknivåer

Locknivåer i noder har hämtats från marknivåer i följande höjdmodell:

- Projekterad markmodell Version E (se förutsättningar för höjdmodell i avsnitt 3.2)

## 2.1.4 Punktförluster

Tabell 3. Punktförluster i noder.

| Typ av nod                                   | Brunnsförlust                                                                                        |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projekterade in- och utlopp                  | "Weighted Inlet Energy"                                                                              |
| Projekterade brunnar                         | "Weighted Inlet Energy"                                                                              |
| Befintliga brunnar/punkter på ledningssystem | "Weighted Inlet Energy" vid ändrad dimension eller flödesriktning, annars "No Cross Section Changes" |
| Fiktiva noder i projekterade diken           | "No Cross Section Changes"                                                                           |

## 2.2 Ledningar och diken

### 2.2.1 Ledningsdimension

Ledningars dimension beskrivs i modellen med innerdiameter.

Projekterade ledningars ytterdimension har hämtats från underlag, och därefter omvandlats till innerdimensioner enligt Tabell 4.

2(18)

BILAGA 1 – MODELLTEKNISK BESKRIVNING  
2021-03-25

UTREDNING AV DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERING  
FÖR LUMMERHÖJDEN I LEKSAND

Tabell 4. Ledningsdimensioner.

| Angiven ytterdimension [m] enligt underlag | Tolkad innerdimension [m] som används i modell |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 0.2                                        | 0.188                                          |
| 0.25                                       | 0.235                                          |
| 0.315                                      | 0.297                                          |
| 0.4                                        | 0.377                                          |
| 0.63                                       | 0.593                                          |

### 2.2.2 Råhet i ledningar och diken

I Tabell 5 redogörs för antagna Mannings tal för olika material i modellen.

Tabell 5. Mannings tal för ledningar och diken.

| Material                  | Mannings tal |
|---------------------------|--------------|
| Betong                    | 85           |
| Plast, PE, PVC, ULTRA RIB | 80           |
| Gräs (diken)              | 10           |

## 2.3 Avrinningsområden och markanvändning

Delavrinningsområden till respektive nod har genererats utifrån höjdmodellen (version dem\_verD.dfs2).

### 2.3.1 Koncentrationstider

För varje delavrinningsområde har koncentrationstiden beräknats baserat på längsta sträckan samt att avrinnande vatten har en medelhastighet på 0,3 m/s. Lägsta koncentrationstiden för ett delavrinningsområde har ansatts till 1 minut.

### 2.3.2 Markanvändning

För varje delavrinningsområde har den bidragande ytan som antas belasta ledningsnätet beräknats genom att vikta avrinningskoefficienter utifrån rekommendationer i Svenskt Vattens publikation P110. Följande avrinningskoefficienter har tillämpats: takyta 90%, väg- och asfaltsyta 80%, tomtor 30% och övriga ytor (som till största andel utgörs av naturmark) 10%.

Figur 1 illustrerar genomförd analys av markanvändningen och motsvarande avrinningskoefficient som har ingått i modelleringen. Analysen genomfördes utifrån underlagen:

- A-P100\_strukturplan\_200623.dwg
- A-P100\_KvarterTomterBebyggelse\_201101.dwg



### Teckenförklaring

- Delavrinningsområde anslutet till ledningsnät
- Tak: 90%
- Väg och asfalt: 80%
- Tomt: 30%
- Övrigt: 10%



Figur 1. Översikt över avrinningsområden och avrinningskoefficienter för marktyper.

## **2.4 Randvillkor**

### **2.4.1 Nederbördsbelastning (Catchment loads)**

Delavrinningsområden i ledningsnätsmodellen (s.k. catchments), har belastats med nederbörd enligt metodbeskrivning i avsnitt 4.2.

Regnen som belastar ledningsnätet är av typen CDS-regn med totalt 6 timmars varaktighet. Intensiteten vid regnets intensivaste 10 minuter har ansatts till maximalt volymen av ett 5-års blockregn med 10 min varaktighet (10,88 mm). Överskottsvolymen belastar markytan. För detaljerad information, se avsnitt 4.2.

## **3 Modelluppbyggnad – Markavrinningsmodell (MIKE 21 FM)**

### **3.1 Beräkningsnät**

Markavrinningsmodellen är uppbyggd i MIKE 21 FM och har ett rektangulärt beräkningsnät på 1 x 1 m.

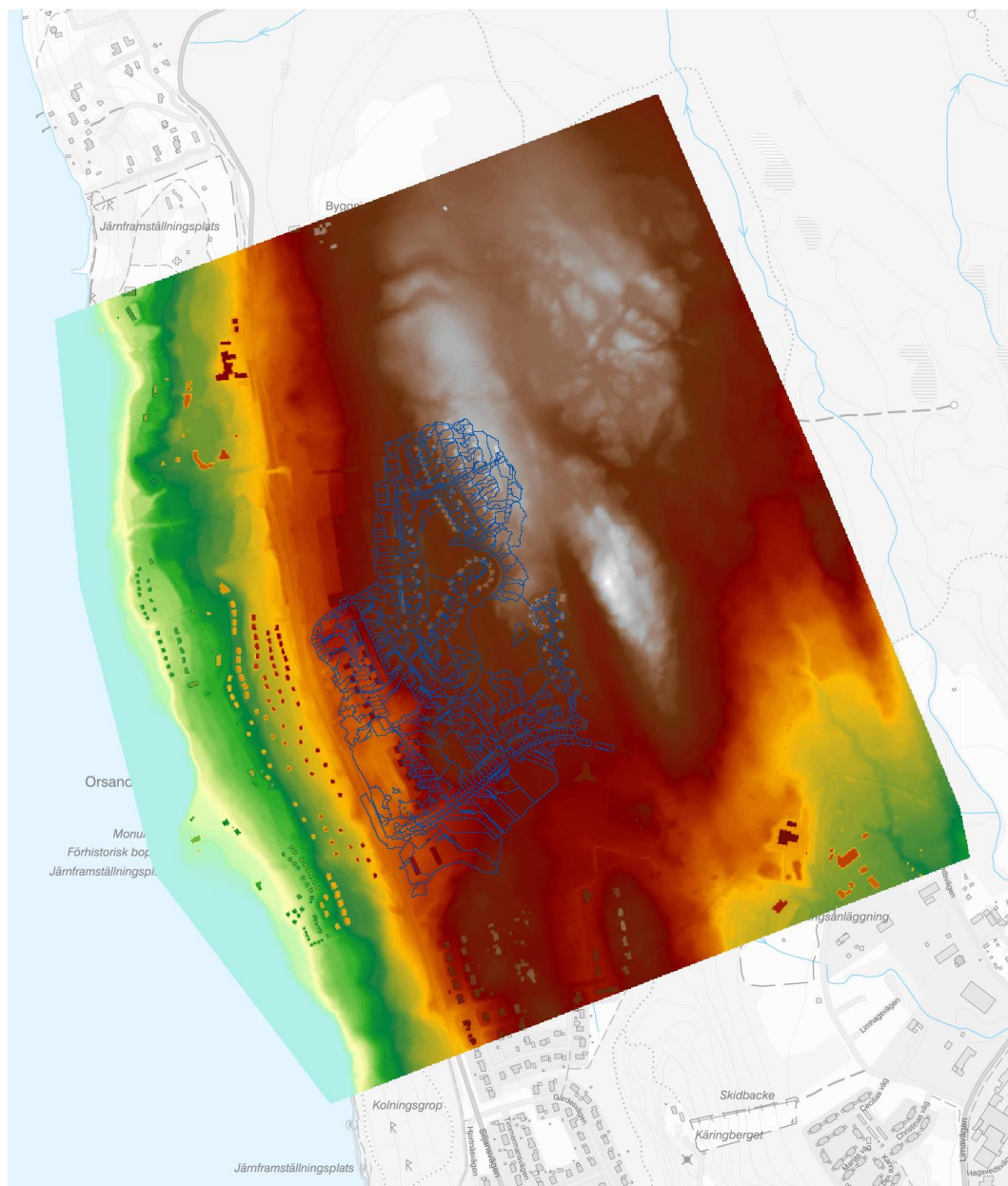
### **3.2 Höjdmodell**

Höjdmodellen har upprättats utifrån följande underlag:

- Projekterad markmodell, Version E
- Laserscannad höjddata för befintliga marknivåer (Lantmäteriet GSD-Höjddata, grid 2+, hämtad via Scalgo 2020-12-22)

I höjdmodellen har byggnader integrerats så att avrinningen beräknas runt byggnaderna istället för igenom. Byggnaderna är upphöjda 4 m.

I Figur 2 visas höjdmodellen.



### Teckenförklaring

#### Höjdmodell



 Delavrinningsområde anslutet till ledningsnät

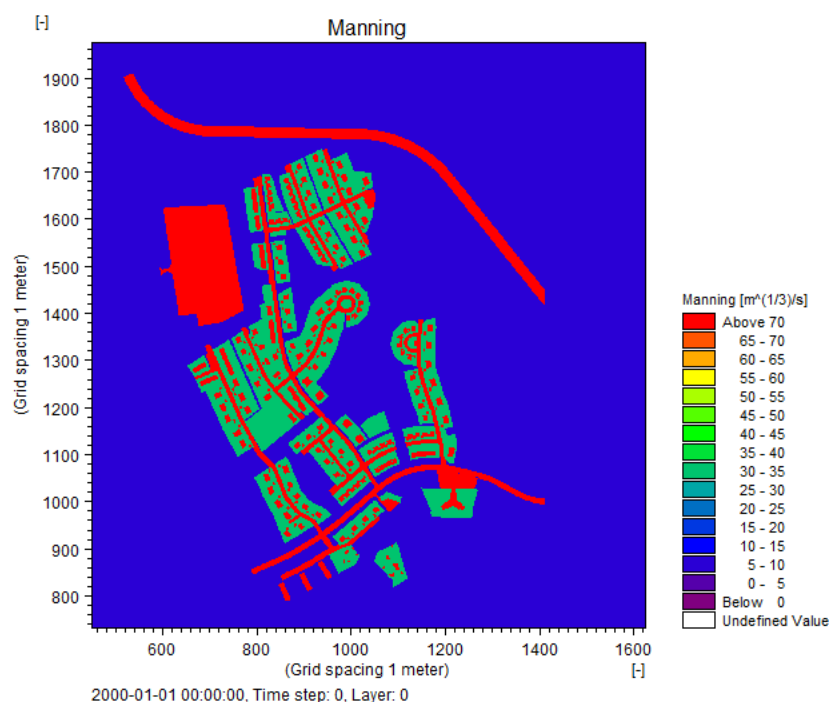
Figur 2. Höjdmodellens utbredning.

### 3.3 Markens råhet/strömningsmotstånd

I den hydrauliska modellen inkluderas en karta som beskriver markens råhet/strömningsmotstånd, uttryckt i Mannings tal M. Hur Mannings tal varierar med markanvändningen inom modellområdet har bestämts genom att ansätta värden enligt Tabell 6. Figur 3 visar hur Mannings tal varierar inom modellområdet.

Tabell 6. Mannings tal för olika markanvändning.

| Markanvändning     | Klass | Mannings tal M [ $m^{1/3}/s$ ] | Kommentar                                                                                                                                                                   |
|--------------------|-------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tak                | 1     | 75                             | Bedömt värde baserat på tabellvärden för olika material i Bilaga 5 till SV:s riktlinjer för spillvattenförande system och dagvattensystem (Svenskt Vatten Utveckling, 2016) |
| Vägar och asfalt   | 2     | 70                             | Baseras på rekommendation för asfalt: 70 – 85 enligt VVMB310 (Trafikverket, 2008)                                                                                           |
| Tomter             | 3     | 30                             | Baseras på rekommendation för gräs: 25 – 35 enligt VVMB310 (Trafikverket, 2008)                                                                                             |
| Vattenyta          | 4     | 70                             | Bedömt värde. Inga vattenytor ingår i aktuellt modellområde.                                                                                                                |
| Övriga ytor (skog) | 5     | 5                              | Baseras på rekommendation för naturmark åkrar med buskar enligt P110 tabell 4.16 (Svenskt Vatten, 2016)                                                                     |



Figur 3. Mannings tal inom modellområdet.

### 3.4 Infiltration

Markens infiltrationsförmåga har beskrivits med en metod där man ansätter fem olika parametrar för varje marktyp och/eller jordart. De fem parametrarna som används visas i Tabell 7.

Tabell 7. Infiltrationsparametrar som använts i beräkningsmodellen.

| Infiltrationsparameter                   | Enhet |
|------------------------------------------|-------|
| Infiltrationshastighet genom markytan    | mm/h  |
| Porositet i översta jordlagret           | %     |
| Mäktighet översta jordlagret             | m     |
| Läckagehastighet till grundvattenakvifer | mm/h  |
| Initial vattenmängd i översta jordlagret | %     |

Genom en studie av SGU:s jordartskarta har fem primära infiltrationsklasser definierats. Till dessa fem har sedan även hårdgjorda ytor och vattenförekomster lagts till, vilka har andra parameterinställningar än själva jordarterna. Tabell 9 visar en sammanställning över de parametervärden som använts i modellen. Figur 4 är ett exempel som visar ett

urklipp ur infiltrationsklassindelningen inom modellområdet. Då jordartskartan är framtagen med relativt grova metoder och markutfyllnad inte går att urskilja, ansätts en klassindelning som samlar flertalet liknande jordarter inom samma infiltrationsklass. Jordmäktigheten sätts till 0,3 m för samtliga klasser där markinfiltration sker, vilket antyder att det översta jordlagret är av denna mäktighet och att läckage till grundvattnet kan ske under detta markdjup.

För detaljplanen har en geoteknikutredning genomförts vid vilken markens genomsläpplighet uppmättes i 4 st punkter (SWECO, 2020-11-27). En jämförelse har genomförts för provgrop nr 2001 i geoteknikutredningen och tillämpade värden i modellen i samma punkt (se Tabell 8). Utifrån jämförelsen beslutas att inte göra några justeringar i infiltrationsmodulen i markavrinningsmodellen med hänsyn till provtagningen. Detta främst med anledning av att provtagning skett vid gynnsamma förhållanden (torrväder sommartid) samt att det inte går att bedöma utifrån en provtagningspunkt hur utbredd egenskaperna som uppmätts kan antas gälla. Istället väljs det mest konservativa alternativet att utgå från schablonvärdena för jordarterna.

Tabell 8. Jämförelse av modellerade och uppmätta värden i översvämningsytan.

| Egenskap                | Modellerat<br>(klass 4 i aktuell punkt) | Uppmätt i provgrop nr 2001 |
|-------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|
| Infiltration [mm/h]     | 100                                     | 284.52                     |
| Porositet [%]           | 40                                      | 30%                        |
| Mäktighet [m]           | 0.3                                     |                            |
| Läckage [mm/h]          | 20                                      |                            |
| Initial vattenmängd [%] | 20                                      | 0 (torr)                   |

Tabell 9. Infiltrationsparametrar.

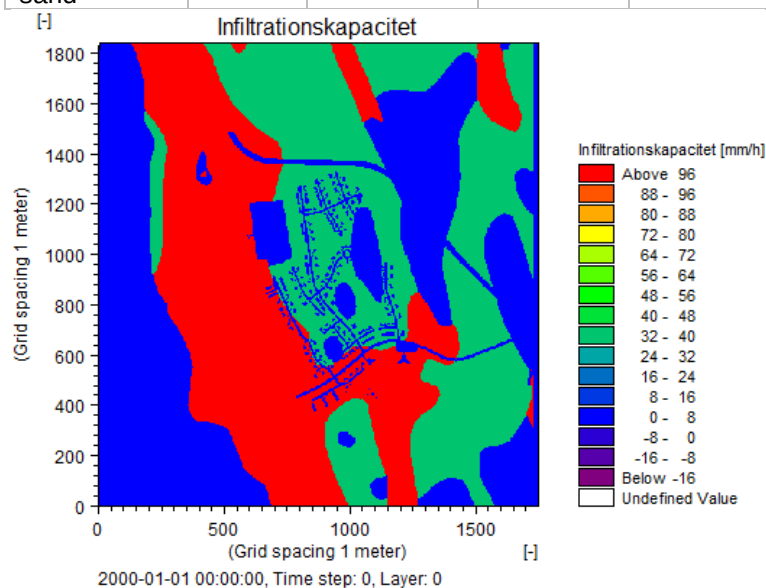
| Jordart             | Klass | Infiltration<br>[mm/h] | Porositet<br>[%] | Mäktighet<br>[m] | Läckage<br>[mm/h] | Initial<br>vatten-<br>mängd<br>[%] |
|---------------------|-------|------------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|
| Vatten              | 1     | 0                      | 40               | 0,01             | 0                 | 0                                  |
| Vatten              | 1     | 0                      | 40               | 0,01             | 0                 | 0                                  |
| Urberg              | 1     | 0                      | 40               | 0,01             | 0                 | 0                                  |
| Glacial silt        | 2     | 3,6                    | 40               | 0,3              | 0,36              | 45                                 |
| Mossetorv           | 2     | 3,6                    | 40               | 0,3              | 0,36              | 45                                 |
| Mossetorv           | 2     | 3,6                    | 40               | 0,3              | 0,36              | 45                                 |
| Postglacial<br>sand | 4     | 100                    | 40               | 0,3              | 20                | 20                                 |
| Postglacial<br>sand | 4     | 100                    | 40               | 0,3              | 20                | 20                                 |

10(18)

BILAGA 1 – MODELLTEKNISK BESKRIVNING  
2021-03-25

UTREDNING AV DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERING  
FÖR LUMMERHÖJDEN I LEKSAND

|                       |   |     |    |      |      |    |
|-----------------------|---|-----|----|------|------|----|
| Isälvs sediment, sand | 4 | 100 | 40 | 0,3  | 20   | 20 |
| Urberg                | 1 | 0   | 40 | 0,01 | 0    | 0  |
| Urberg                | 1 | 0   | 40 | 0,01 | 0    | 0  |
| Urberg                | 1 | 0   | 40 | 0,01 | 0    | 0  |
| Urberg                | 1 | 0   | 40 | 0,01 | 0    | 0  |
| Urberg                | 1 | 0   | 40 | 0,01 | 0    | 0  |
| Urberg                | 1 | 0   | 40 | 0,01 | 0    | 0  |
| Mossetorv             | 2 | 3,6 | 40 | 0,3  | 0,36 | 45 |
| Vatten                | 1 | 0   | 40 | 0,01 | 0    | 0  |
| Sandig morän          | 3 | 36  | 40 | 0,3  | 3,6  | 30 |
| Postglacial sand      | 4 | 100 | 40 | 0,3  | 20   | 20 |
| Isälvs sediment, sand | 4 | 100 | 40 | 0,3  | 20   | 20 |
| Sandig morän          | 3 | 36  | 40 | 0,3  | 3,6  | 30 |
| Postglacial sand      | 4 | 100 | 40 | 0,3  | 20   | 20 |
| Postglacial sand      | 4 | 100 | 40 | 0,3  | 20   | 20 |



Figur 4. Infiltrationshastighet i modellen.

### 3.5 Nederbördsbelastning

Markavrinningsmodellen har belastats med nederbörd enligt metodbeskrivning i avsnitt 4.2. Regnen som belastar markytan är av typen CDS-regn med totalt 6 timmars varaktighet. Regnet har equidistanta tidssteg med 15 min-intervall. Nederbördsbelastningen varierar med marktyp. För detaljerad information, se avsnitt 4.2.

### 3.6 Modellsetup

Tabell 10. Parametrar vid modellsetup i MIKE 21 FM.

| Parameter           |                          | Inställning                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Domain              | Bathymetri               | DEM_VerE.mesh (*)<br><br>(*) Konverterat från VerE_210131_1x1m_sample_hus4m_extended.tif till mesh med 1x1 m kvadratisk beräkningsnät.                                                                                                                                                                                                                                   |
|                     |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Time                | No. of time steps        | 10-årsregn: 90 000<br>100-årsregn: 187 200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                     | Time step interval [sec] | 0,25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                     | Simulation start data    | 2018-01-01 15:00:00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                     | Simulation end date      | 10-årsregn: 2018-01-01 21:15:00<br>100-årsregn: 2018-01-02 04:00:00                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Hydrodynamic module | Module selection         | Hydrodynamic<br>Inland Flooding                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                     | Solution Technique       | <b>Shallow water equations</b><br><br>Time integration: Low order, fast algorithm<br><br>Space discretization: Low order, fast algorithm<br><br>Minimum time step: 0,0001 s<br><br>Maximum time: 0,25 s<br><br>Critical CFL number: 0,8<br><br><b>Transport equations</b><br><br>Minimum time step: 0,0001 s<br><br>Maximum time: 0,25 s<br><br>Critical CFL number: 0,8 |
|                     | Depth                    | Depth correction type: Specified bed level change (**)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

12(18)

BILAGA 1 – MODELLTEKNISK BESKRIVNING  
2021-03-25

UTREDNING AV DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERING  
FÖR LUMMERHÖJDEN I LEKSAND

|  |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                             | <p>Format: Varying in space, constant in time</p> <p>Data file: VerE_bed level change.dfs2</p> <p>(**) Kräver även avancerad redigering av modellberäkningsfilen (.m21fm) utanför GUI för att korrekt implementering ska ske.</p>                                                                                                                                |
|  | Flood and dry               | <p>Type: Flood and dry</p> <p>Drying depth: 0,002 m</p> <p>Flooding depth: 0,004 m</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|  | Density                     | Density type: Barotropic                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|  | Eddy viscosity              | <p>Eddy type: Constant eddy formulation</p> <p>Format: Constant</p> <p>Constant value: 0,33 m<sup>2</sup>/s (***)</p> <p>(***) För inland flooding rekommenderas att konstanten E är</p> <p><math>E = 0,02 \cdot l^2 / dt</math>, där <math>l</math> = element length och <math>dt</math> = time step</p> <p><math>E = (0,02 \cdot 1^2) / 0,06 = 0,33</math></p> |
|  | Bed resistance              | <p>Resistance type: Manning number</p> <p>Format: Constant in time, varying in domain</p> <p>Data file: Manning.dfs2</p>                                                                                                                                                                                                                                         |
|  | Coriolis type               | No coriolis force                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|  | Wind forcing                | Ej använt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|  | Ice coverage                | Ej använt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|  | Tidal potential             | Ej använt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|  | Precipitation – Evaporation | <p>Precipitation: Net precipitation</p> <p>Format: Varying in time and domain</p> <p>Data file: M21_100yCF13.dfs2</p> <p>Soft start interval: 0</p>                                                                                                                                                                                                              |
|  | Infiltration                | <p>Infiltration type: Constant infiltration with capacity</p> <p>Format: Constant in time, varying in domain</p> <p>Infiltration zone given as: Depth</p>                                                                                                                                                                                                        |

|                     |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                    | Initial water volume in infiltration zone given as:<br>Percentage of the capacity<br><br>Data file: <i>infiltration_201214.dfs2</i>                                                                                                                                                                                                                                     |
|                     | Wave radiation     | <i>Ej använt</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                     | Sources            | <i>Ej använt</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Structures          | Structures         | <i>Ej använt</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Initial conditions  | Initial conditions | Type: Constant<br><br>Surface elevation: +162,20 m (en bit över lägsta nivå i DEM på 162,12 m)                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Boundary conditions | Land boundary      | Type: Land (zero normal velocity)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Decoupling          |                    | <i>Ej använt</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Outputs             |                    | <i>[Återkomsttid]yCF13_inundation.dfsu</i><br><br>Depth threshold value: 0,1 m<br><br><i>[Återkomsttid]yCF13_flux.dfsu</i><br><br><i>[Återkomsttid]yCF13_current.dfsu</i><br><br><i>[Återkomsttid]yCF13_depth.dfsu</i><br><br><i>[Återkomsttid]yCF13_CFL.dfsu</i><br><br><i>[Återkomsttid]yCF13_infiltration.dfsu</i><br><br><i>[Återkomsttid]yCF13_massbudget.dfs0</i> |

## 4 Sammankoppling av modeller

### 4.1 2D-koppling mellan ledningsnät och markyta

Transporten mellan 1D- och 2D- modellerna sker genom brunnar, in- och utlopp. Då dagvattenbrunnar (rännstensbrunnar) inte modelleras explicit tas hänsyn till hur de fördelas i det befintliga nätet genom att brunnarna i beräkningsmodellen utgör samlande punkter för transport mellan modellerna. I Tabell 11 redovisas inställningar i 2D-kopplingar.

Tabell 11. Inställningar i 2D-kopplingar.

| Parameter         | Noder på ledningsnätet                                                                                                                     |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ekvation</b>   | Orifice equation vid vertikala in-/utflöden till/från ledningsnät<br><br>Weir equation vid horisontella in-/utflöden till/från ledningsnät |
| <b>Max Flow</b>   | Obegränsad                                                                                                                                 |
| <b>Inlet Area</b> | Beräknas utifrån nodens dimension                                                                                                          |
| <b>QdH-factor</b> | 0,1 meter                                                                                                                                  |

## 4.2 Fördelning av regn

I en kopplad modell kan nederbördsbelastning förläggas direkt till ledningsnätet, på markytan eller en kombination av båda. Den senare metoden har använts eftersom det minskar risken för att antingen under- eller överskatta belastningen på markytan respektive i ledningsnätet. Fördelningen görs utifrån antagandet att ledningsnätets kapacitet motsvarar ca ett 5 års blockregn med 10 minuters varaktighet.

Modellteknisk sker fördelningen genom att de avrinningsområden som belastar ledningsnätet får en fördelning där regnets mest intensiva del reduceras till intensiteten av ett 5 års blockregn med 10 minuters varaktighet. Resterande volym förläggs på markytan i 2D-modellen. För övriga ytor sker all nederbördsbelastning i 2D-modellen, där hänsyn också tas till infiltrationskapaciteten i marken. Ett exempel på fördelningen av ett 100-årsregn illustreras i Figur 5.

NEDERBÖRDSBELASTNING  
I KOPPLADE MODELLER



EJ ANSLUTNA YTOR  
"Genomsläppliga"

Dfs2: 100-årsregn + kf 1,25

Ingen belastning

ANSLUTNA YTOR  
"Hårdgjorda"

Dfs2: Avdrag enligt avrinningskoefficienter för 100-årsregn + kf1,25 kapat för 5-års blockintensitet vid 10 min (utan kf) + 5-årsblockregn (utan kf) vid peaken (det som ej får plats i ledningsnätet)

Tak 10%  
Väg 20%  
Vatten 100%  
Tomter < 5ha 70%  
Övriga 90%

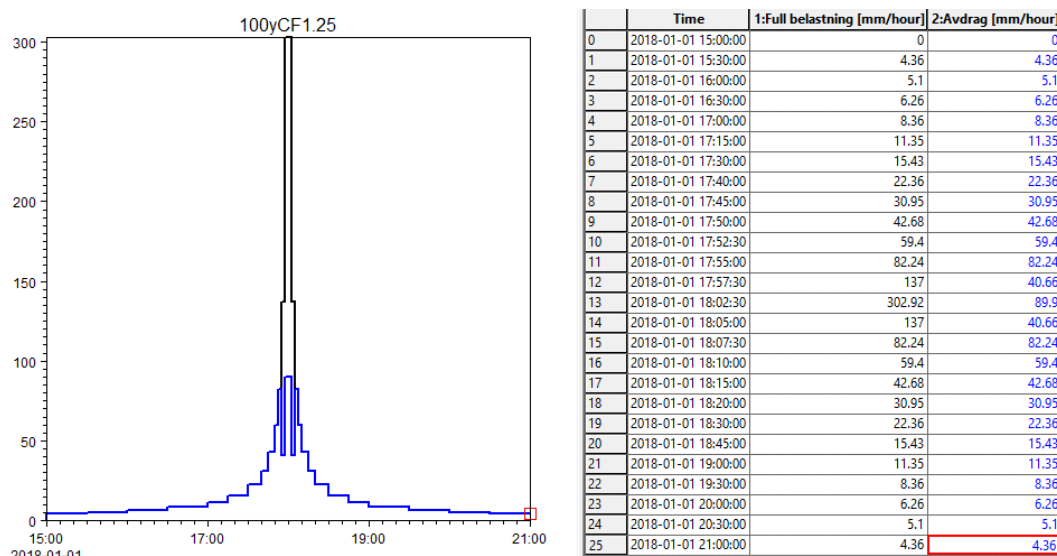
Andel av  
nederbörds-  
belastningen som  
antas **stanna på  
markytan**

Dfs0: Avdrag enligt avrinningskoefficienter för 100-årsregn + kf1,25 kapat för 5-års blockintensitet vid 10 min (utan kf)

Tak 90%  
Väg 80%  
Vatten 0%  
Tomter < 5ha 30%  
Övriga 10%

Andel av  
nederbörds-  
belastningen som  
antas **avledas till  
ledningsnät**

Figur 5. Illustration av princip för fördelning av 100-årsregn. Kolumnen till vänster visar att för ytor som inte är anslutna till ledningsnätet (tex skog och åker), sker all nederbördsbelastning på markytan i markavrinningsmodellen (MIKE 21). Kolumnen till höger visar hur fördelning av nederbörd sker för ytor som är anslutna till ledningsnätet, där avrinningskoefficienter tillämpas för att flytta en viss del av nederbörden från ledningsnätet till markytan. Vidare har ytterligare en volym motsvarande 5-årsregn flyttats från regnets mest intensiva peak som belastar ledningsnätet, för att istället belasta markytan.



Figur 6. Exempel på hur ett CDS-regn med 100-års återkomsttid och klimatfaktor 1,25 (svart linje överst och som belastar genomsläppliga ytor i 2D-modellen), har reducerats under regnets intensivaste period till att maximalt motsvara intensiteten för ett 5-års blockregn med 10 min varaktighet (blå linje som belastar hårdgjorda ytor som kopplas till ledningsnätmodellen). Det innebär i det här fallet att under för- och efterregnet belastas ledningsnätet med hela 100-årsregnet. Differensen mellan den svarta och den blå linjen adderas för hårdgjorda ytor till 2D-modellen.

För de ytor som belastas med regn i ledningsnätmodellen (dvs blå kurva i figur ovan) har regnet ytterligare reducerats med avrinningskoefficienter som viktats för varje delområde utifrån markanvändning, se avsnitt 2.3. Motsvarande volym som reducerats med avrinningskoefficienter har därefter lyfts över till nederbördsbelastningen i 2D-modellen.

## 5 Osäkerheter i modelluppbyggnad

Hydrauliska modeller är förknippade med en viss osäkerhet eftersom resultaten endast återspeglar det underlag och tolkningar av dessa som modellen upprättas efter. De huvudsakliga osäkerheterna kopplat till modelluppbyggnaden har sammanfattats nedan och ligger inom vad som kan anses vara normalt för dagvatten- och skyfallsmodellering. De antaganden som har gjorts inom uppdraget följer aktuella rekommendationer som finns i bl.a. (Svenskt Vatten, 2016), (MSB, 2017) och (Svenskt Vatten Utveckling, 2016).

### 5.1 Höjdmodell

Höjdmodellens upplösning innebär att strukturer i den urbana miljön som kan påverka ytliga avrinningsvägar inte kan beskrivas. Exempel på sådana strukturer är kantstenar, bullervallar, farthinder etc.

### 5.2 Ledningsnät

Uppbyggnaden av ledningsnätmodellen baseras på kartunderlag som krävt manuell tolkning och bearbetning. Det innebär att det föreligger en risk för att objekten i ledningsnätmodellen kan ha fått fel information.

### 5.3 Hydrologi

I modellberäkningar har nederbörd i form av CDS-regn med 6 timmars varaktighet studerats. I urbana områden är det ofta kraftig korttidsnederbörd som medför störst risk. Om avrinningsområdet består av naturmark kan långvariga regn bli dimensionerande.

### 5.4 Infiltrationsparametrar

Metoden för att beskriva markens infiltrationsförmåga (se avsnitt 3.4) innebär att marktyp och/eller jordart har klassats med relativt grova metoder och schablonvärden. Metoden i sig bedöms vara lämplig i förhållande till noggrannheten i underlaget (jordartskartan och tolkningen av markanvändningen). Osäkerheten som föreligger är främst kopplad till schablonvärdena som använts. Vid geoteknikutredning har markens genomsläpplighet provtagits i 4 st punkter, men detta underlag har ej använts då de är framtagna vid gynnsamma förhållanden och bedöms kunna medföra en överskattning av markens infiltrationskapacitet. Provtagningen visar inte heller ut utbredd den uppmätta kapaciteten är i området.

### 5.5 Koppling mellan ledningsnät och markyta

Transport av vatten mellan ledningsnät och markyta sker i punkter på ledningsnätet (nedstignings- och tillsynsbrunnar, inlopp och utlopp, fiktiva punkter i diken). Transporten i kopplingspunkterna begränsas av brunnens diameter eller dimensionen på anslutande ledning, samt vattendjupet vid kopplingspunkten. Det innebär att varje dagvattenbrunn finns representerad med avseende på kapacitet, men inte den geografiska kopplingspunkten. Det innebär att det kan finnas avvikelser mellan redovisade resultat och hur den planerade anläggningen är tänkt att fungera.

## 6 Referenser

- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering*. Hämtat från <https://rib.msb.se/filer/pdf/28389.pdf>
- SWECO. (2020-11-27). *Markteknisk Undersökningsrapport - Geoteknik Karingberget. Uppdragsnummer: 12709471*. Falun Geoteknik.
- Svenskt Vatten. (2016). *Publikation P110. Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*.
- Svenskt Vatten Utveckling. (2016). *Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem*. Hämtat från [http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport\\_2016-15.pdf](http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2016-15.pdf)
- Trafikverket. (2008). *VVMB 310 - Hydraulisk dimensionering*. Hämtat från <https://trafikverket.ineko.se/se/vvmb-310-hydraulisk-dimensionering>

# BILAGA 2A

## Modellerat dagvattensystem

Datum: 2021-03-25

Skala: 1:3 500

Karta framtagen av: Marie Larsson

### Teckenförklaring

- Fiktiv punkt i dike
- Brunn/punkt på ledningsnät
- ▲ Utlopp
- Dagvattenledning/trumma
- - - Dike
- Anslutning av delavrinningsområde till ledningsnät
- Delavrinningsområde anslutet till ledningsnät
- Strukturplan 2021-01-18
- TEXT Vattengång [RH2000]
- TEXT Ledningsdimension [mm]

### Bakgrundskarta Lantmäteriet

# BILAGA 2B

Kapacitetskontroll för dagvattensystem (10-årsregn)

Scenario: 10-årsregn + klimatfaktor 1,3  
Simuleringsdatum: 2020-02-04

Datum: 2021-03-25  
Skala: 1:3 500  
Karta framtagen av: Marie Larsson

## Teckenförklaring

### Kapacitetskontroll ledningssystem

- Trycknivå under hjässa
- Trycknivå över hjässa
- Trycknivå över brunnsock

### Maximalt vattendjup på markytan

- 10 - 20 cm
- 20 - 40 cm
- 40 - 60 cm
- 60 - 80 cm
- 80 - 100 cm
- > 100 cm

### Ytlig avledning

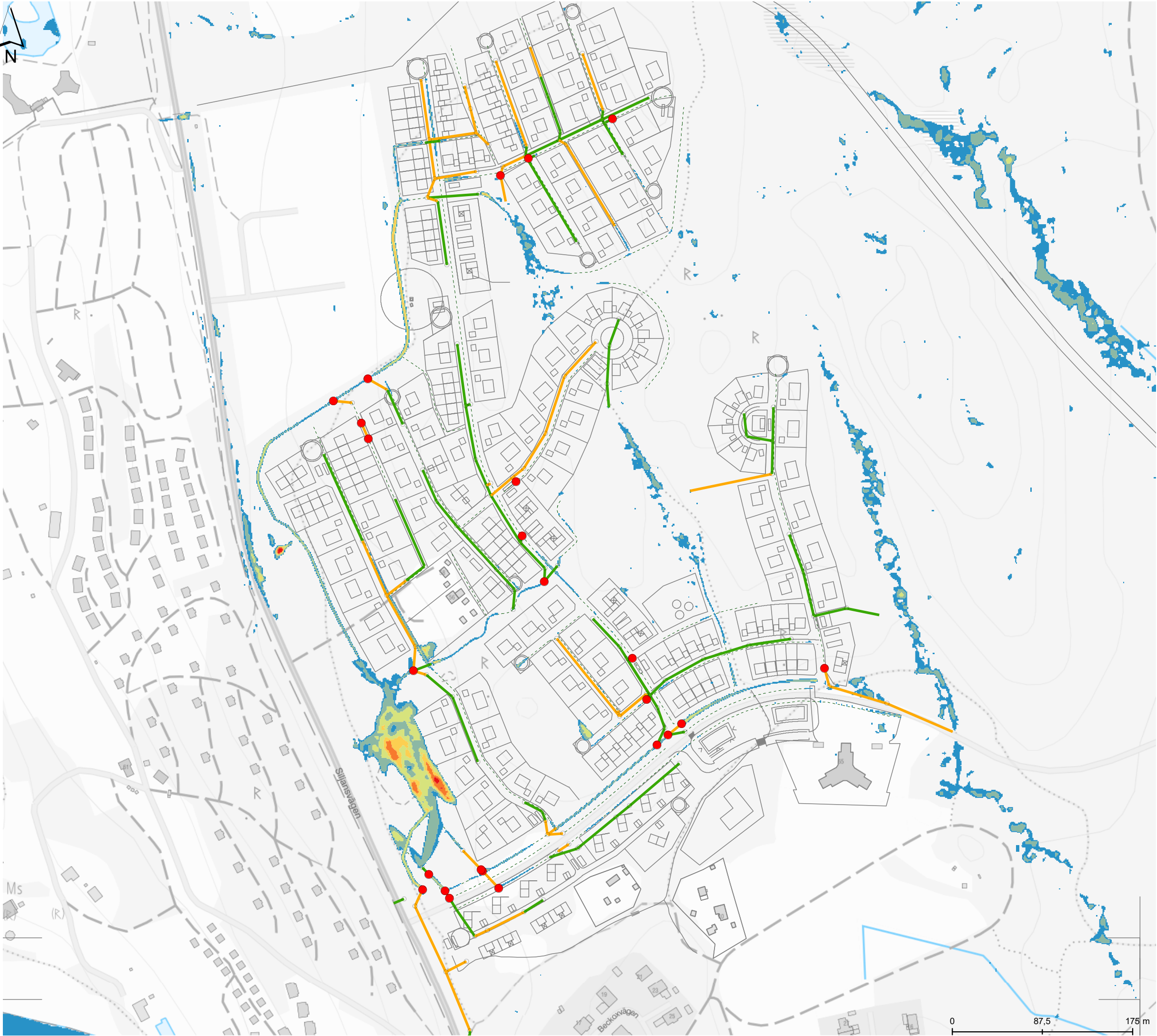
- Dike

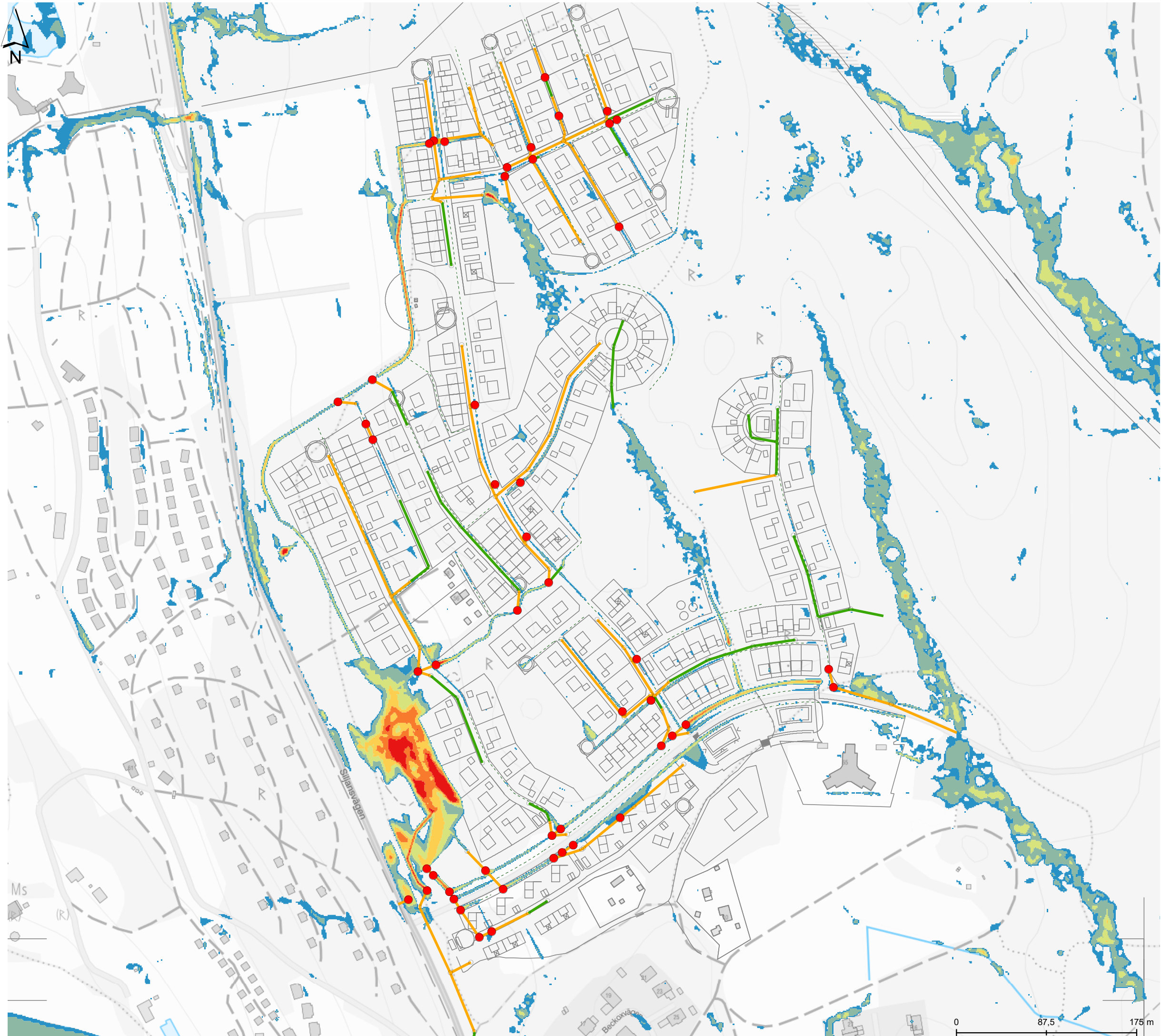
### Planområde

- Strukturplan 2021-01-18

### Bakgrundskarta

- Lantmäteriet





# BILAGA 2C

Skyfallskartering (100-årsregn)

Scenario: 100-årsregn + klimatfaktor 1,3  
Simuleringsdatum: 2020-02-04

Datum: 2021-03-25  
Skala: 1:3 500  
Karta framtagen av: Marie Larsson

## Teckenförklaring

### Kapacitetskontroll ledningssystem

- Trycknivå under hjässa
- Trycknivå över hjässa
- Trycknivå över brunnsock

### Maximalt vattendjup på markytan

- 10 - 20 cm
- 20 - 40 cm
- 40 - 60 cm
- 60 - 80 cm
- 80 - 100 cm
- > 100 cm

### Ytlig avledning

- Dike

### Planområde

- Strukturplan 2021-01-18

### Bakgrundskarta

- Lantmäteriet

# BILAGA 2D

Skyfallskartering (100-årsregn)  
Flödesvägar (utbredning och riktning)

Scenario: 100-årsregn + klimatfaktor 1,3  
Simuleringsdatum: 2020-02-04

Datum: 2021-03-25

Skala: 1:3 500

Karta framtagen av: Marie Larsson

## Teckenförklaring

↑ Flödesriktning

## Maximalt ytvattenflöde

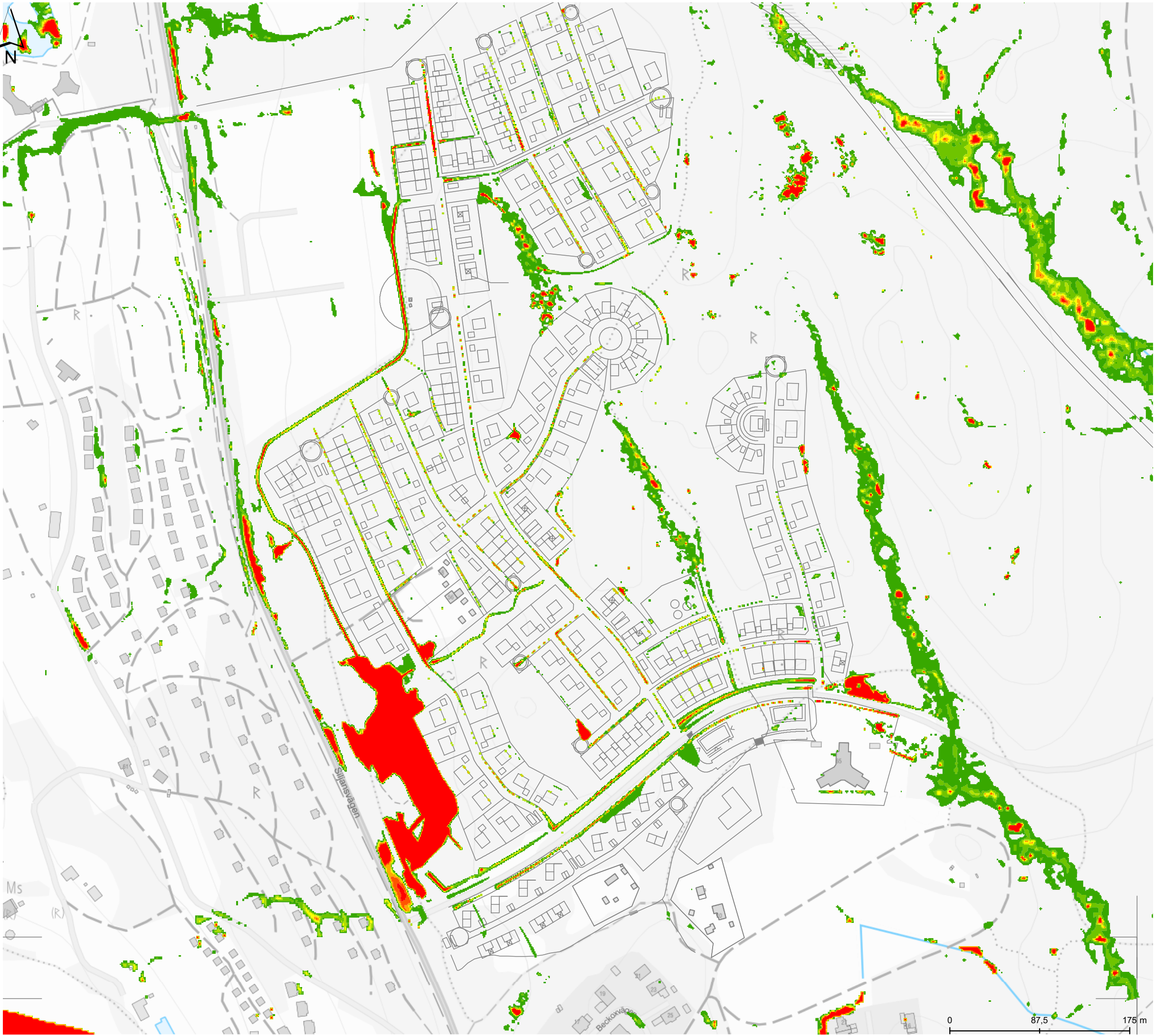
- 1 (lägst)
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6 (högst)

--- Dike

— Strukturplan 2021-01-18

## Bakgrundskarta

Lantmäteriet



# BILAGA 2E

Skyfallskartering (100-årsregn)  
Översvämningsvaraktighet

Scenario: 100-årsregn + klimatfaktor 1,3  
Simuleringsdatum: 2020-02-04

Datum: 2021-03-25  
Skala: 1:3 500  
Karta framtagen av: Marie Larsson

## Teckenförklaring

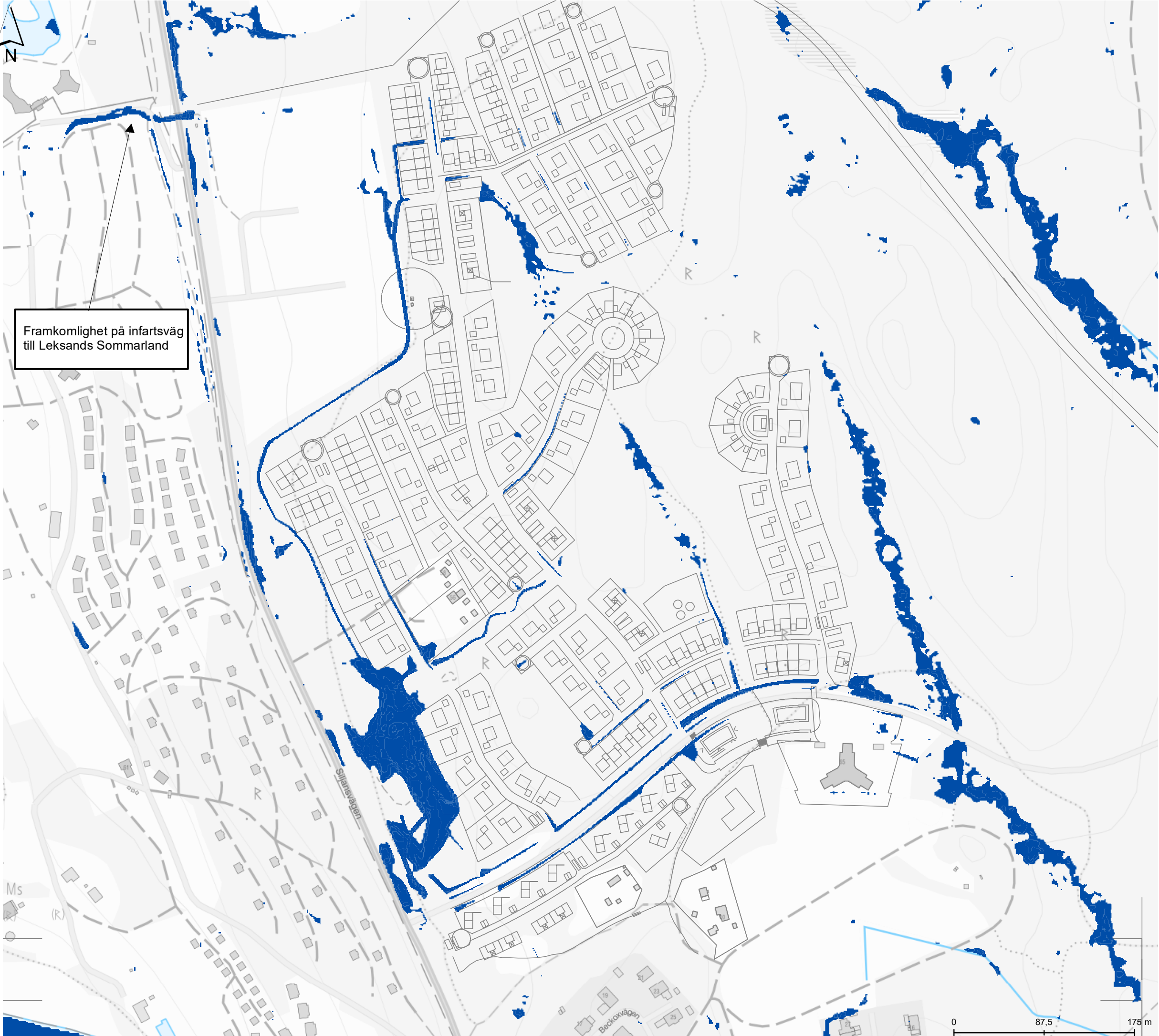
### Översvämningsvaraktighet

- 10 min - 1 h
- 1 - 2 h
- 2 - 3 h
- 3 - 4 h
- 4 - 5 h
- 5 - 6 h
- > 6 h

— Strukturplan 2021-01-18

## Bakgrundskarta

Lantmäteriet



**BILAGA 2F**

**Risikanalyt för 100-årsregn med klimatfaktor 1,3  
enligt kriterium om minst 20 cm djup för bedömd risk**

**Scenario:** 100-årsregn + klimatfaktor 1,3  
**Simuleringsdatum:** 2020-02-04

**Datum:** 2021-03-25  
**Skala:** 1:3 500  
**Karta framtagen av:** Marie Larsson

**Teckenförklaring**

**Maximalt vattendjup**

■ Vattendjup över 20 cm

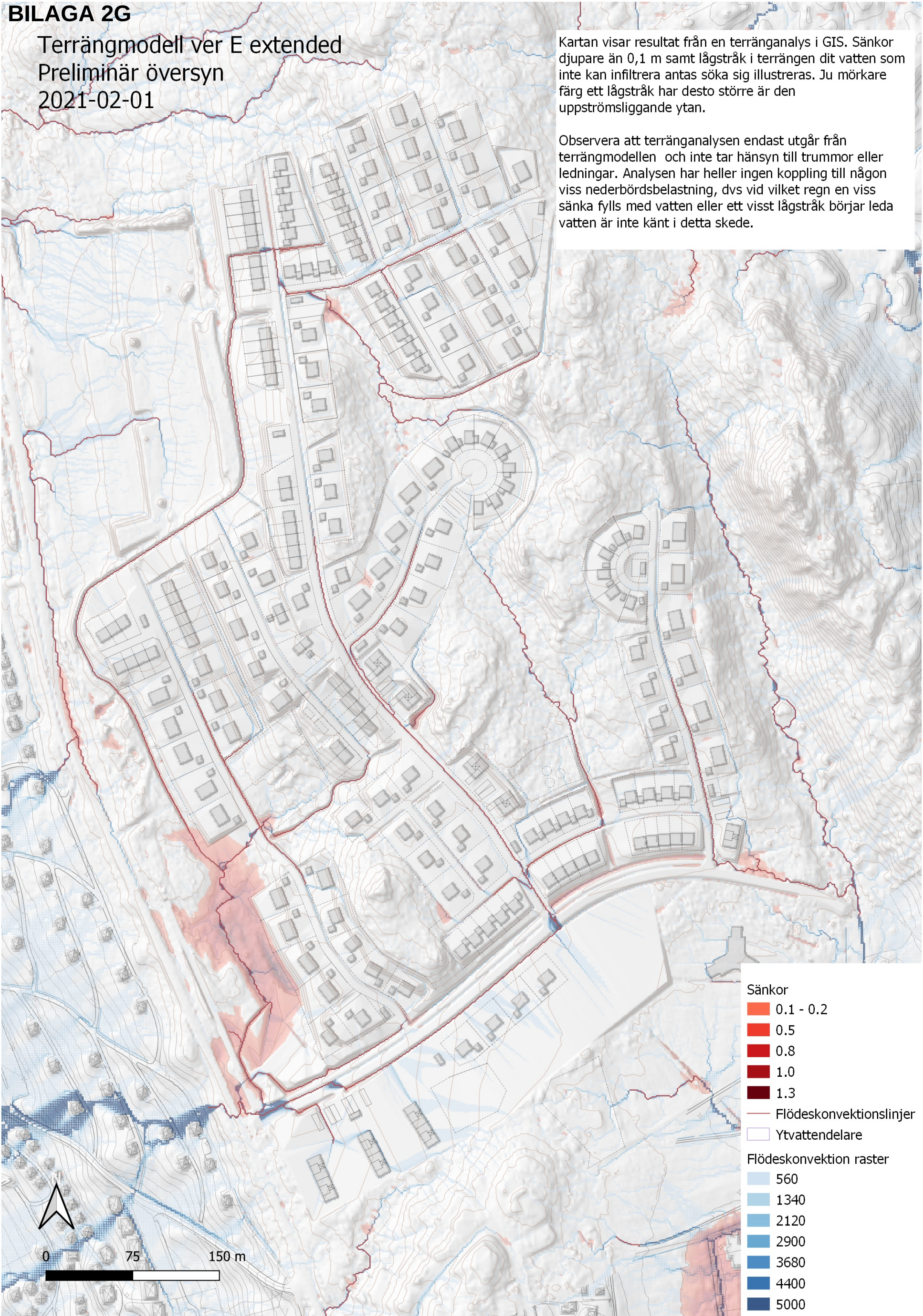
— Strukturplan 2021-01-18

**Bakgrundskarta**  
Lantmäteriet

**BILAGA 2G**  
**Terrängmodell ver E extended**  
**Preliminär översyn**  
**2021-02-01**

Kartan visar resultat från en terränganalys i GIS. Sänkor djupare än 0,1 m samt lågstråk i terrängen dit vatten som inte kan infiltrera antas söka sig illustreras. Ju mörkare färg ett lågstråk har desto större är den uppströmsliggande ytan.

Observera att terränganalysen endast utgår från terrängmodellen och inte tar hänsyn till trummor eller ledningar. Analysen har heller ingen koppling till någon viss nederbördsbelastning, dvs vid vilket regn en viss sänka fylls med vatten eller ett visst lågstråk börjar leda vatten är inte känt i detta skede.



**BILAGA 2G**

Terrängmodell ver F  
Preliminär översyn  
2021-02-25

