Rapport Skyfallsutredning

Handläggare
Edgar Fernandez

Tel
+46 10 505 51 60

Mobil
+46 72 200 56 23

E-post
edgar.fernandez@afry.com

Handläggare
Anna Eriksson
Ida Gomez Bergström

Tel
+46 10 505 02 22

Mobil
+46 72 203 51 82

E-post
anna.a.eriksson@afry.com

Teknikansvarig skyfall
Philip Okada

Uppdragsledare
Viktor Persevall Holmstrand

Kund
Lidingö Stad

Datum
2025-09-02

Projekt-ID
D0214064

Skyfallsutredning Rudboda Centrum

Status: Del av systemhandling

Granskad av:
Hedvig Winther

Datum:
2025-06-18

AFRY Infrastructure AB
Sweden

Telefon +46 10 505 00 00
Säte i Stockholm, Sweden
Organisationsnr. 556224-8012
Momsreg.nr. SE556224801201

afry.com

Innehåll

Sammanfattning 4

1 Inledning 5
1.1 Bakgrund och syfte 5
1.2 Områdesbeskrivning 6
1.3 Underlag och programvara 7

2 Skyfallsmodellering 9
2.1 Formler 9
2.2 Programvara 10
2.3 Modelluppbyggnad 11
2.3.1 Beräkningsnätet 11
2.3.2 Höjdmodell 11
2.3.3 Råhet (Mannings tal) 12
2.3.4 Infiltration 12
2.3.5 Ledningsnät 13
2.3.6 Randvillkor 15

3 Resultat 16
3.1 Befintligt scenario 17
3.2 Framtida scenario 27
3.3 Analys av resultat 37

4 Slutsats och rekommendationer 39

Referenser 40

Bilaga 1 41

Sammanfattning

Lidingö stad har tagit fram en detaljplan för Rudboda centrum som ska möjliggöra nybyggnation bebyggelse, torg, parkering och gator, varav stora delar av centrumet kommer bestå av hårdjorda ytor. AFRY har fått i uppdrag att genomföra en skyfallsutredning som en del av en systemhandling för upprättandet av detaljplanen. En dynamisk skyfallsmodell har tagits fram för det befintliga och framtida scenariot för återkomsttiderna 5-, 20- och 100-årsregn. Ny höjdsättning med dagvattenåtgärder och nytt ledningsnät som tagits fram i samband med systemhandlingen har använts i det framtida scenariot. Resultatet och rimligheten av dessa modelleringar undersöks i utredningen.

Resultatet från skyfallsmodelleringen av Rudboda centrum visar på en förbättring i det framtida scenariot jämfört med det befintliga, för samtliga återkomsttider. Då klimatfaktorn på 1,25 är densamma i både det befintliga och det framtida scenariot kan förbättringen härledas till det nya ledningsnätet och den nya höjdsättningen inom planområdet.

I ett framtida 20-årsregn fylls projekterat dagvattensystem över kapacitet. Detta beror på att vatten från anslutningspunkt under korsningen Bosövägen-Norra Kungsvägen saknar kapacitet och dränerande vatten från allmän platsmark därför backar in i systemet under planområdet. Detta kan åtgärdas med en backventil.

Det uppstår inte någon betydande negativ påverkan på majoriteten av bebyggelsen och hastigheterna som uppstår på vägarna är så pass låga att de troligtvis inte utgör ett problem, sett i förhållande till vattendjup enligt MSB:s matris. Enligt MSB:s klassificering finns det ingen fara för människoliv i planområdet.

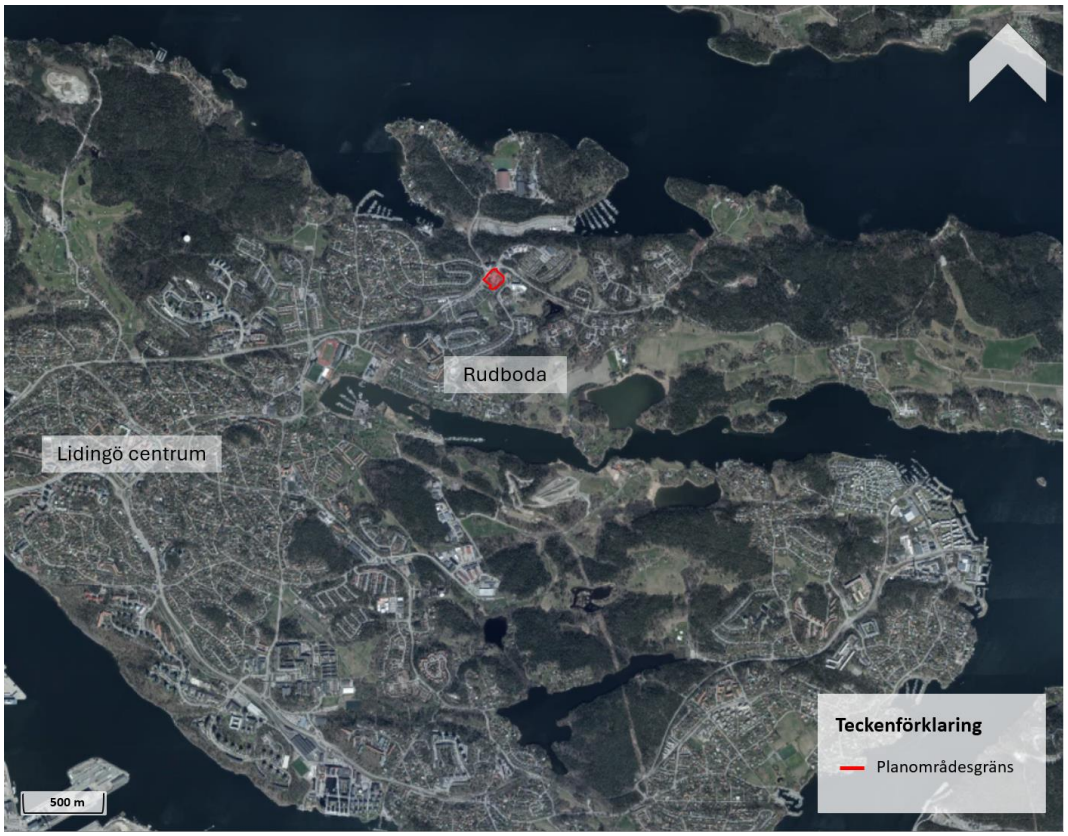
Det finns två utpekade områden inom planområdet som upplever risker, främst vid ett 100-årsregn, vägen mellan torrdammen och regnträdgården och den södra byggnaden.

1 Inledning

I följande avsnitt (1.1, 1.2, samt 1.3) beskrivs bakgrund och syfte till utredningen, en beskrivning av området som utreds samt vilka underlag och programvara som använts i utredningen.

1.1 Bakgrund och syfte

Lidingö stad har tagit fram en detaljplan för Rudboda centrum beläget i kommunens norra delar, se Figur 1-1.



Figur 1-1. Översiktskarta över Lidingö och planområdets lokalisering. Bild tagen från ScalgoLive.

Detaljplanen ska möjliggöra byggandet av nya bostäder, nya lokal- och cykelgator, ett mindre torg, parkeringsytor, samt utbyggnation av den befintliga livsmedelsbutiken.

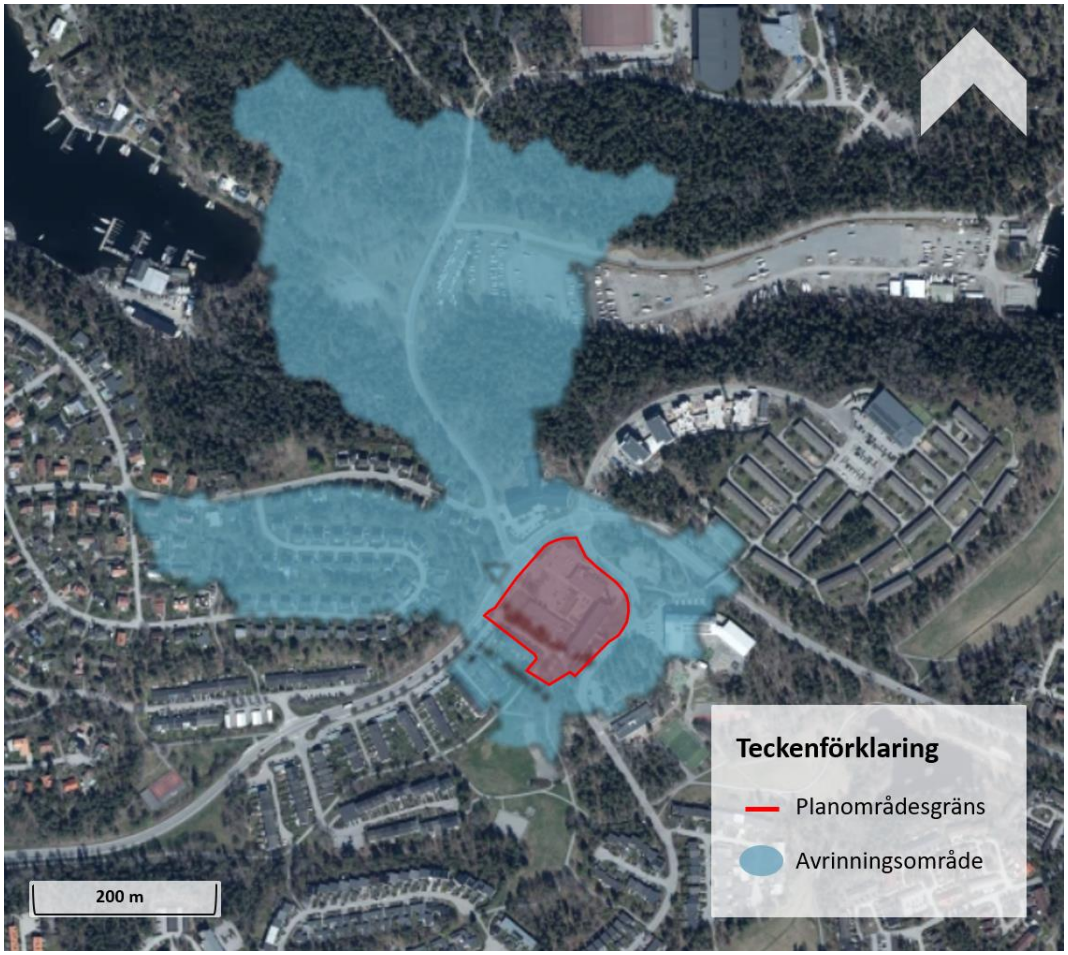
AFRY har fått i uppdrag av Lidingö stad att genomföra en skyfallsutredning som en del av en systemhandling för upprättandet av detaljplanen för Rudboda centrum. Skyfallsutredningen beskriver resultatet av en dynamisk skyfallsmodell för avrinningsområdet som påverkar planområdet som genomförts av AFRY. Modellen använder projekterade höjder och ledningsnät för den framtida scenariot i planområdet. Utredningens syfte är att undersöka markens lämplighet för den planerade byggnationen samt att göra en rimlighetsbedömning av de projekterade underlagen i det framtida scenariot utifrån ett skyfallsperspektiv.

1.2 Områdesbeskrivning

Planområdet Rudboda centrum befinner sig i stadsdelen Rudboda, i de norra delarna av Lidingö stad. Idag finns det en livsmedelsbutik, bostadsbebyggelse samt en verksamhetsbyggnad, se Figur 1-2. Tillsammans med lokalgator, parkeringar och torg består stora delar av marken inom planområdet av hårdgjorda ytor.

Figur 1-2. Planområdet Rudboda centrum, markerat med en röd linje. Bild tagen från ScalgoLive.

Skyfallsmodelleringen omfattar hela avrinningsområdet som påverkar planområdet, se Figur 1-3. Utöver planområdet består avrinningsområdet av ytterligare bostadsbebyggelse i form av radhus och fristående villor, anknytande vägar, samt en stor del skogsmark.



Figur 1-3. Översikt över den geografiska avgränsningen av skyfallskarteringen för planområdet Rudboda centrum, markerat med en röd linje. Avrinningsområde som använts i skyfallsmodellen markerat med en blå figur. Bild tagen från ScalgoLive.

1.3 Underlag och programvara

Nedan redogörs för samtliga underlag och programvara som ligger till grund för utredningen.

Tabell 1-1. Befintliga underlag för utredningen.

Underlag	Upprättat
illustrationsplan250513, Landskap AFRY	2025
Dagvattenutredning Rudboda centrum, SWECO	2024
Planbeskrivning tillhörande detaljplan För Rudboda centrum Fastigheterna Eklövet 1 m.fl.	2024
2024-11-15_Rudboda Systemhandling startmöte	2024
Vägledning för skyfallskartering, MSB	2024
Metod för skyfallskartering av tätorter, MSB	2023

Tabell 1-2. Programvara som använts i utredningen.

Programvara	Utgivare
MIKE+	DHI
Scalgo Live	Scalgo

2 Skyfallsmodellering

En skyfallsanalys görs för att få en uppfattning av hur planområdet påverkas av extrem nederbörd och vilka områden som löper risk att drabbas av stående vatten. Enligt Svenskt Vattens rekommendationer ska inga skador på nybyggda fastigheter ske vid ett 100-årsregn. Det är därför viktigt att undersöka översvämningssituationen vid ett extremt regn så som 100-årsregn.

Denna utredning har utgått från den metodik som MSB tagit fram i *Metod för skyfallskartering av tätorter* (MSB, 2023). Det är ett vägledande dokument vid analyser i dynamiska modellverktyg vars resultat kan ligga till grund för detaljplanearbete. I skyfallsmodelleringen har en fördjupad analys tillämpats, där skyfallskarteringen har genomförts med dynamiska verktyg i modelleringsprogrammet MIKE+. Den dynamiska modellen visualiserar hur vatten inom avrinningsområdet rör sig över tid. (SMHI, u.å.)

En skyfallshändelse definieras enligt SMHI som ett regn på minst 50 mm under en timme (SMHI, u.å.). Enligt rekommendationer från Boverket bör en skyfallshändelse med en återkomsttid på 100 år användas vid planering av ny bebyggelse. Modelleringen i denna utredning har utförts för skyfallssituation (100 års återkomsttid), så väl som för återkomsttiderna 5, 20 år. Detta för att även kontrollera dagvattensystemets lämplighet. Samtliga simulerade scenarion motsvarar en framtida situation (med skillnaden att befintlig struktur bevaras alternativt byts ut mot planförslaget). Med anledning av detta har en klimatfaktor om 1,25 konsekvent tillämpats för samtliga modellkörningar.

I modellen har ett CDS-regn, *Chicago Design Storm,* använts med en varaktighet på 6 timmar. Det simulerade regnet är baserat på ett teoretiskt utformat regnmönster där regnvolymen består av korrekta regnvolymer även vid kortare varaktigheter.

2.1 Formler

Skyfallsmodelleringen bygger på beräkningsforlmerna; Massbalansekvationen, Saint Venant-ekvationerna, och Mannings formel.

Massbalansekvationen baseras på principen om massans bevarande, som säger att massa inte kan skapas eller förstöras. Den allmänna formeln av massbalansekvationen är:

$$INPUT = OUTPUT + ACKUMULATION$$

Input: Mängden massa som kommer in i systemet
Output: Mängden massa som lämnar systemet
Ackumulation: Mängden massa som stannar kvar i systemet

Saint Venant-ekvationerna, även känd som grundvattenekvationen, beskriver vattenflödet i öppna kanaler och härleds från Navier-Stokes ekvationer. De

består av två huvudsakliga ekvationer: kontinuitetsekvationen och rörelsemängdsekvationen.

1. **Kontinuitetsekvationen**: Denna ekvation representerar massans bevarande i flödet.

   $$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \qquad (1)$$

   A: Tvärsnittsarea av flödet
   Q: Flödeshastighet
   t: Tid
   x: Avstånd längs kanalen

2. **Rörelsemängdsekvationen**: Denna ekvation representerar bevarandet av rörelsemängd i flödet:

   $$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q^2}{A} + gAh\right) = gA(S - Sf \qquad (2)$$

   Q: Flödeshastighet
   A: Tvärsnittsarea av flödet
   g: Tyngdacceleration
   h: Vattendjup
   S: Kanalens lutning
   S_f: Friktionslutning

Dessa ekvationer används för att modellera övergående flöde i öppna kanaler och ytavrinning, vilket ger ett sätt att förutsäga hur vatten kommer att röra sig genom kanaler under olika förhållanden.

Friktionslutning (Sf) tar hänsyn till motståndet baserad på kanalens skrovlighet. Friktionslutningen härleds från Mannings ekvation:

$$Sf = \frac{Q^2 n^2}{R^{4/3} A^2} \qquad (3)$$

Q: Flödeshastighet
n: Mannings råhetskoefficient
R: Hydraulisk radie (tvärsnittsarea dividerad med våt omkrets)
A: Tvärsnittsarea av flödet

2.2 Programvara

Den dynamiska skyfallsmodelleringen genomförs i MIKE+, som är den senaste versionen av MIKE-programvaran, utvecklad av DHI Group, som kombinerar funktionerna från MIKE URBAN och MIKE 21. Den hanterar vattenrelaterade utmaningar som vattenmodellering, översvämningsprognoser, kustteknik och miljöanalyser. MIKE+ kan simulera både ytvattenavrinning och flöden i ledningsnätet, samt visualisera effekterna av extrema väderhändelser, som skyfall, i urbana miljöer.

Visualisering av modelleringen görs med hjälp av SCALGO LIVE som är ett GIS-baserat verktyg som används för att utföra översiktlig skyfallsanalys för ett område. Genom att integrera geografisk information och analysera terrängen, möjliggör verktyget en övergripande bedömning av potentiella översvämningsrisker och identifierar områden som är sårbara vid kraftig nederbörd.

Verktyget använder nationella höjddata från Lantmäteriet med en upplösning om 1x1 meter. Med höjddatan kan dagvattnets flödesvägar och lågpunkter vid ett skyfall identifieras och kartläggas. Flödesvägarna representerar lågstråken i terrängen dit dagvattnet avrinner innan det fortsätter vidare genom lägre terräng mot vattendrag, sjöar eller hav. Dagvattnet kan även riktas mot lågpunkter i närliggande låglänta områden.

2.3 Modelluppbyggnad

Skyfallsmodellens uppbyggnad enligt MSB:s vägledande dokument listas nedan.

- Beräkningsnät
- Höjdmodell
- Råhet
- Infiltration
- Ledningsnät
- Randvillkor

2.3.1 Beräkningsnätet

Det är beräkningsnätet som bestämmer var beräkningar utförs i skyfallsmodellen och modellens detaljeringsgrad beror därmed på vilken upplösning beräkningsnätet har (MSB, 2023). Beräkningsnätet bestäms utifrån det geografiska området som modelleringen omfattar (ARO), formen på beräkningscellerna samt upplösningen.

Beräkningsnätet i denna skyfallsmodell består av triangulära beräkningsceller med en högsta upplösning på 4 m^2. En varierande upplösning har använts, vilket optimerar skyfallskarteringen genom att icke-urbana områden har lägre upplösning och tätbebyggda områden har högre upplösning.

2.3.2 Höjdmodell

I det befintliga scenariot har befintliga höjder tagits från ScalgoLive och baseras på Lantmäteriets digitala höjddatamodell grid 1+. Höjdmodellen som använts i det framtida scenariot är en sammanslagning av två höjdmodeller, en höjdmodell projekterad för vägarna och en som projekterats för resterande mark inom planområdet som också inkluderar planerade dagvattenåtgärder. Höjddatan i 3D-modellerna baseras på inmätning och därefter har höjderna justerats utifrån detaljplanebestämmelser.

2.3.3 Råhet (Mannings tal)

Ytans råhet, som mäter flödesmotståndet, påverkar hur snabbt vatten rör sig över en yta och därmed hur översvämningar utvecklas (MSB, 2023). Detta beskrivs med Mannings tal, ju högre det är desto snabbare rör sig vattnet. Vid en fördjupad analys varierar råheten med markanvändningen.

I den befintliga situationen har markanvändningen hämtats från ScalgoLive. För den planerade situationen har markanvändning tagits fram från den planerade markanvändningen i planområdet. De Mannings tal som tilldelades respektive markanvändning ses i Tabell 2-1.

Tabell 2-1. Mannings tal som använts i skyfallsmodellen, baserat på markanvändning från Scalgo Live.

Markanvändning	**Mannings** M [$m_{1/3}/s$]
Öppen yta	20
Berg i dagen	30
Byggnad	50
Tät vegetation	5
Öppet fält	5
Asfaltsyta	70
Asfalterad väg	70
Järnväg	5
Låg vegetation	5
Snö eller is	50
Väg, ej asfalterad	70
Vatten	50

2.3.4 Infiltration

Vid skyfallsmodellering är markens infiltrationskapacitet i den omättade zonen viktig, då vattentransporten sker vertikalt där och horisontellt i den mättade zonen (MSB, 2023). Infiltrationskapaciteten påverkas av en rad faktorer, så som jordarter, markanvändning, växtlighet, topografi, grundvattennivå och årstidsvariationer.

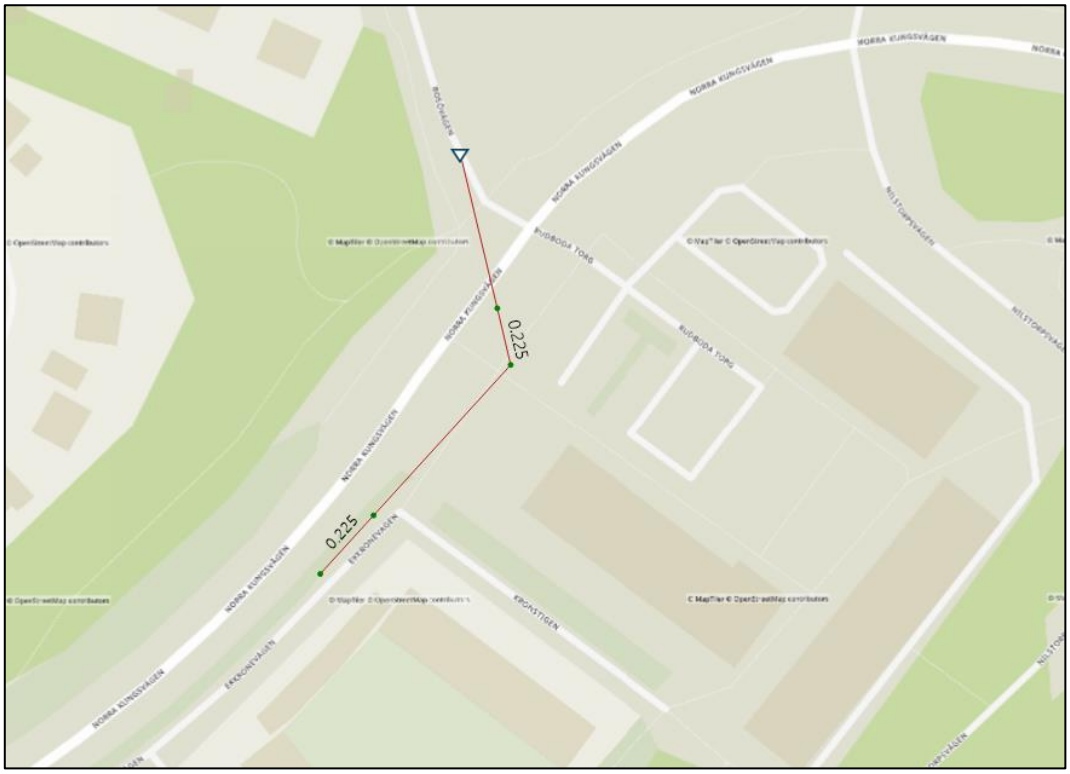
Parametrar som använts för infiltrationen i skyfallsmodellen kan presenteras i Tabell 2-2.

Tabell 2-2. Infiltrationsvärden som använts i modellen.

Typ	**Klass**	**Inf. Rate** *(Infiltrationshastighet genom markytan)* **(mm/hr)**	**Porosity** (Porositet i översta jordlagret) **(%)**	**Inf. Zone Depth** (Mäktighet översta jordlagret) **(m)**	**Leakage Rate** (Läckagehastighet till grundvattenakvifer) **(mm/hr)**	**Initial Percentage** (Initial vattenmängd i översta jordlagret) **(%)**
Älvsediment, grovsilt--finsand	1	3,6	45	0,3	0,36	30
Berg	2	0,001	10	0,001	0,001	10
Fyllning	1	3,6	45	0,3	0,36	30
Lera--silt	1	3,6	45	0,3	0,36	30
Morän	3	36	20	0,3	3,6	20
Postglacial sand	4	100	35	0,3	20	10
Vatten	5	0,001	0,001	0,001	0,001	100
Hårdgjord yta	6	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

2.3.5 Ledningsnät

För befintlig situation har de rör som i dagsläget avleder vatten från korsningen Bosövägen-Norra Kungsvägen simulerats (Figur 2-1).



Figur 2-1: Ledningar som inkluderats i modellen för scenarion motsvarande befintlig struktur.

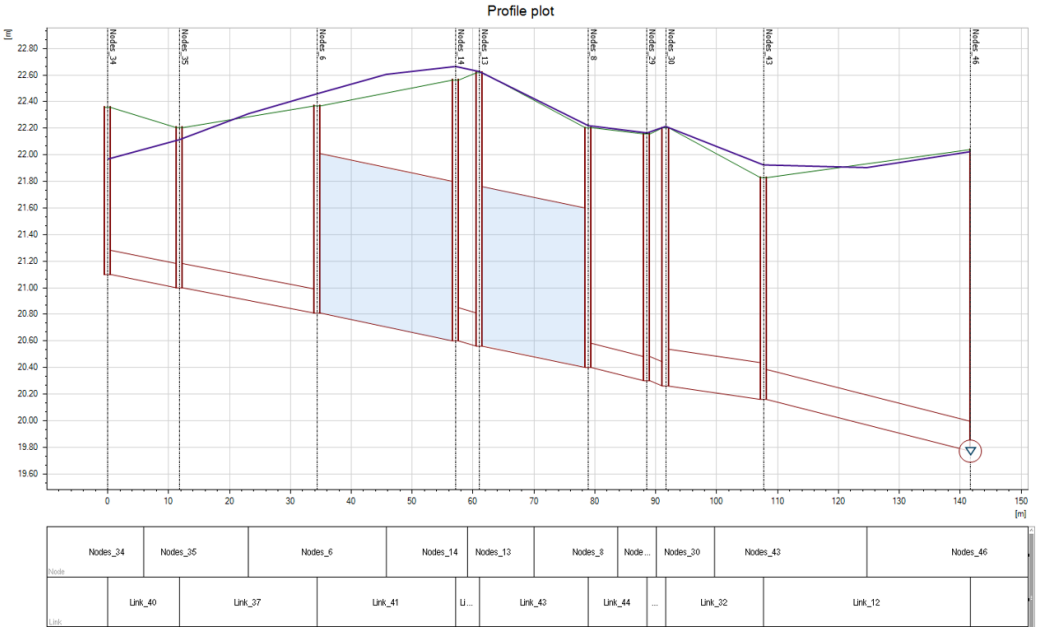
Baserat på det befintliga ledningsnätet togs en ledningsnätsmodell fram för det framtida scenariot, denna presenteras i Figur 2-2. Det projekterade ledningsnätet har dimensionerats för ett framtida 20-årsregn. Det projekterade ledningsnätet ansluter i modellen till den nordvästra

ledningssträckan som är en del av det befintliga ledningsnätet utanför planområdet. I skyfallsmodellen har de planerade fastigheternas tak kopplats på ledningsnätet.

Figur 2-2. Det projekterade ledningsnätet markerat med en röd linje, med samt de nya byggnaderna vars tak kopplas på nätet i modellen. På en sträcka av ledningsnätet finns två rörmagasin, markerat med en blå ruta.

Ledningssträckan som kompletteras av två rörmagasin, också dimensionerade för ett 20-årsregn med en kapacitet på 34 l/s, ses i profil i Figur 2-3.

Rörmagasinen utgör delar av ledningsnätet där rördimensionen tillfälligt utvidgas. I figuren nedan presenteras rörkanter som fasta röda linjer, och den ytterligare volym som magasinen medför redovisas som blå ytor.



Figur 2-3. Profil av ledningssträcka med två rörmagasin dimensionerade för ett 20-årsregn, markerade med ljusblått.

2.3.6 Randvillkor

Randvillkor definierar skyfallsmodellens gränser, vilket innefattar inlopp, utflöde samt vattennivåer.

I skyfallsmodellen finns en endimensionell modell för ledningsnätet och en tvådimensionell modell för ytavrinningen baserat på höjdmodellen. Randvillkoren för den endimensionella modellen utgörs av belastningen som når rören, vilken råhet rören har, samt de relativa höjderna på brunnarna. Randvillkoren för den två- och tredimensionella modellen baseras på Mannings tal, infiltrationsparametrar, och höjdnivåerna vid utflödet på avrinningsområdets gräns. Utflödet i modellen definierades med en *open boundary* i lågpunkterna och kan ses i Figur 2-4.

Figur 2-4. Utflödesgränsen för avrinningsområdet markerad med en röd linje.

3 Resultat

I detta avsnitt presenteras resultatet från skyfallsmodelleringen för det befintliga och framtida scenariot. Båda scenarierna modellerades för de tre återkomsttiderna 5, 20, och 100 år med en klimatfaktor på 1,25. För att undersöka de planerade höjderna samt ledningsnätets påverkan efter exploatering jämförs resultatet av modelleringens vattendjup, hastighet och flux i planområdet i det befintliga och framtida scenariot. Vattendjup har färgkodats för att ge en bild av var vattendjup kan överskrida 30cm, detta djup är nivån vid vilken räddningstjänst kan få problem att forcera översvämmade ytor.

Tabell 3-1. De vattendjup som visualiseras i utredningen, 5–10 cm, 10–30 cm, och djup större än 30 cm. Djup mindre än 5 cm bortfiltrerats.

Vattendjup [cm]
5-10
10-30
>30

I resultatet undersöks också den direkta risken för människoliv som kan bedömas utifrån beräknade vattendjup och vattnets hastighet, en metod utvecklad av DEFRA (MSB, 2017). Genom att kombinera vattendjup och vattenhastighet i en GIS-analys kan ett värde som visar graden av fara erhållas, se Figur 3-1 samt Figur 3-2.

KLASSGRÄNSER FÖR (V+C)*D	BEDÖMD FARA
< 0,75	Ingen fara
0,75 – 1,25	Fara för vissa
1,25 – 2,50	Fara för de flesta
> 2,50	Fara för alla

*Bedömningsvärde = (V+C)*D där V=max hastighet, D=max vattendjup, C=koefficient (0,5)*

Figur 3-1. Bedömd fara vid olika klassgränser enligt vägledning från MSB (MSB, 2017).

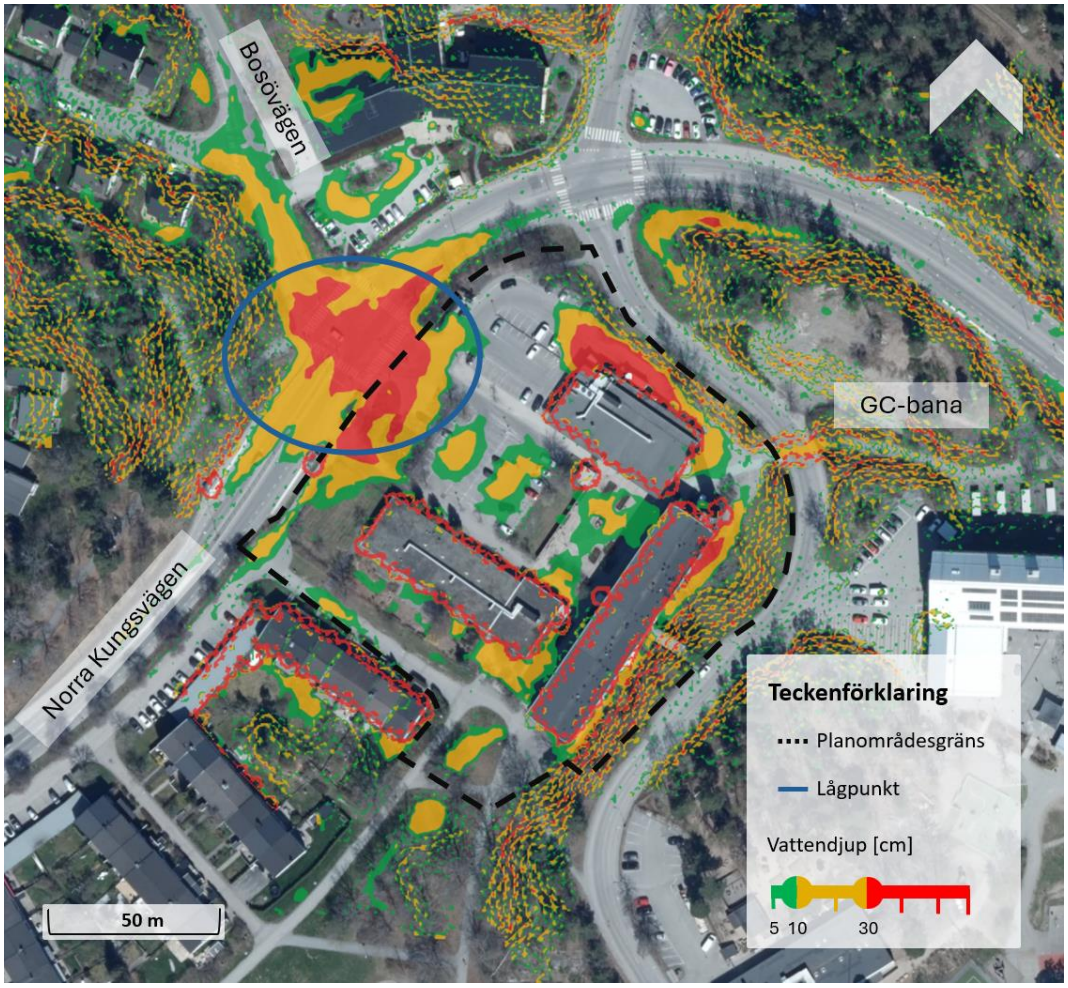
(V+C) *D	Vattendjup									
Vattenhastighet	**0.25**	**0.50**	**0.75**	**1.00**	**1.25**	**1.50**	**1.75**	**2.00**	**2.25**	**2.50**
0.00	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00	1.13	1.25
0.50	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
1.00	0.38	0.75	1.13	1.50	1.88	2.25	2.63	3.00	3.38	3.75
1.50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
2.00	0.63	1.25	1.88	2.50	3.13	3.75	4.38	5.00	5.63	6.25
2.50	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50
3.00	0.88	1.75	2.63	3.50	4.38	5.25	6.13	7.00	7.88	8.75
3.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
4.00	1.13	2.25	3.38	4.50	5.63	6.75	7.88	9.00	10.13	11.25
4.50	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75	10.00	11.25	12.50
5.00	1.38	2.75	4.13	5.50	6.88	8.25	9.63	11.00	12.38	13.75

Figur 3-2. Bedömd fara baserat på vattenhastighet och -djup enligt vägledning från MSB (MSB, 2017).

3.1 Befintligt scenario

Det maximala vattendjupet i det befintliga scenariot med återkomsttid 5 år och klimatfaktor 1,25 kan ses i Figur 3-3. Kartan visar det maximala

vattendjup som uppstått i vardera beräkningscell under simuleringens gång. Notera att det maximala vattendjupet ej inträffar vid samma tidpunkt i modellen. Grön markering indikerar ett vattendjup på 5–10 cm, gul markering 10–30 cm, och röd markering ett vattendjup på 30 cm och uppåt. Observera att vissa artefakter kring huskroppar uppstått under simuleringen som inte visualiserar faktiska resultat.



Figur 3-3. Vattendjup och dess utbredning i befintligt scenario med återkomsttid 5 år med en klimatfaktor 1,25. Grön markering visualiserar ett vattendjup om 5–10 cm, gul 10–30 cm och rött för djup större än 30 cm. Vattendjup under 5 cm är bortfiltrerade.

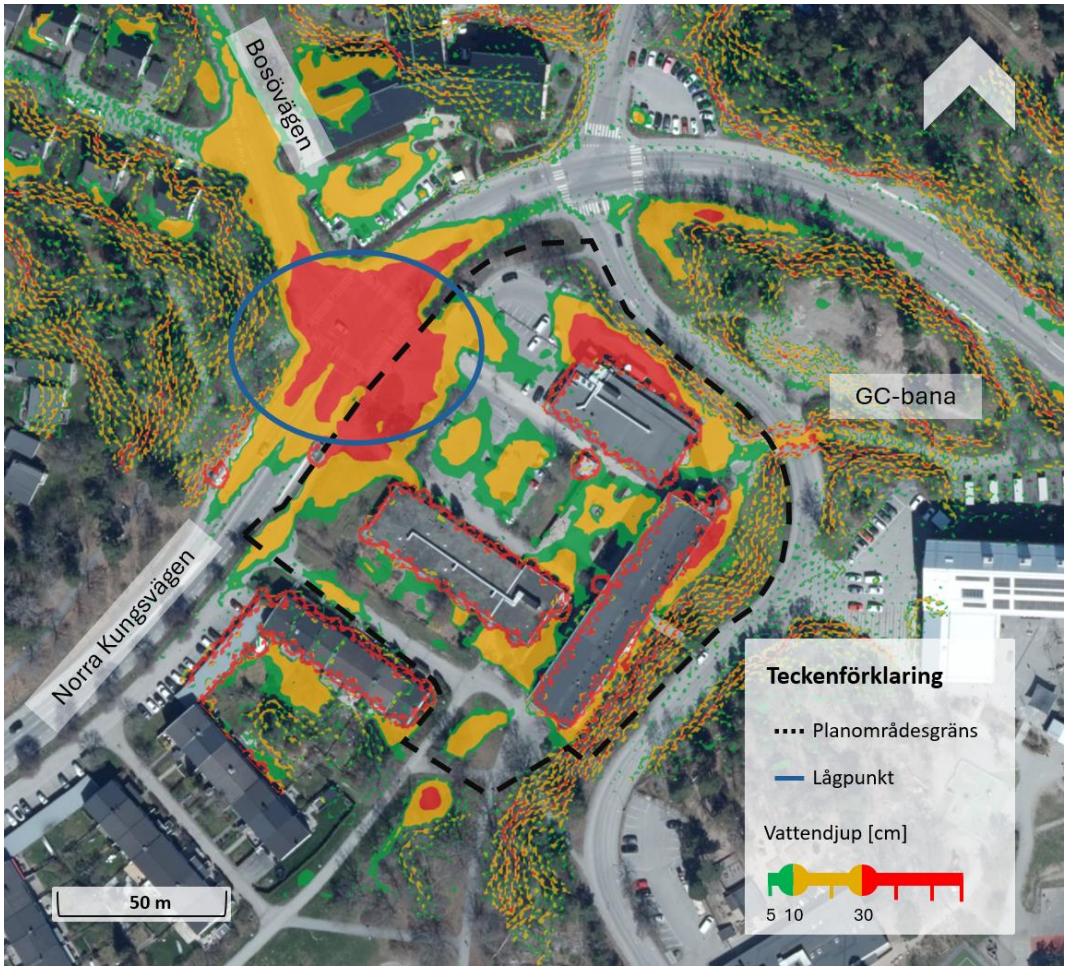
I dagsläget existerar problematik med vattenuppbyggnad inom området redan vid låga återkomsttider. Huvudsakligen rör det sig om vattenuppbyggnad i korsningen Bosövägen-Norra Kungsvägen, se Figur 3-4. Korsningen utgör en lågpunkt i dagsläget. Korsningen dräneras i dagsläget av det kommunala dagvattennätet, men detta begränsas av att det enbart består av ett 225mm betongrör. Ledningar avleder vatten i en nordlig riktning men denna dimensionsbegränsning innebär att ledningar går fulla redan vid lägre återkomsttider än ett femårsregn. Som korsningen ser ut i dagsläget uppträder översvämningsdjup över 30cm vilket kan medföra olägenhet för räddningstjänsters framkomlighet. Maximala vattendjup för fem års återkomsttid ligger på ungefär 41cm (+22,27m).

Figur 3-4. Befintligt scenario där lågpunkten i korsningen Bosövägen - Norra Kungsvägen är markerad med en röd cirkel, detaljhandeln med tillhörande parkering med en gul fyrkant, och GC-bana med grön linje. Bild tagen från ScalgoLive.

Utöver problematiken i korsningen existerar omfattande vattenuppbyggnad bakom detaljvaruhandeln i området redan vid återkomsttider under fem år (70cm vattendjup). Anledningen till detta är att delar av parkeringen utgör en odränerad sänka. Detta i kombination med parkeringens hårdgörandegrad medför att väldigt begränsade infiltrationsmöjligheter existerar. Denna situation väntas förvärras i framtiden där klimatförändringar medför ökade nederbördsvolymer.

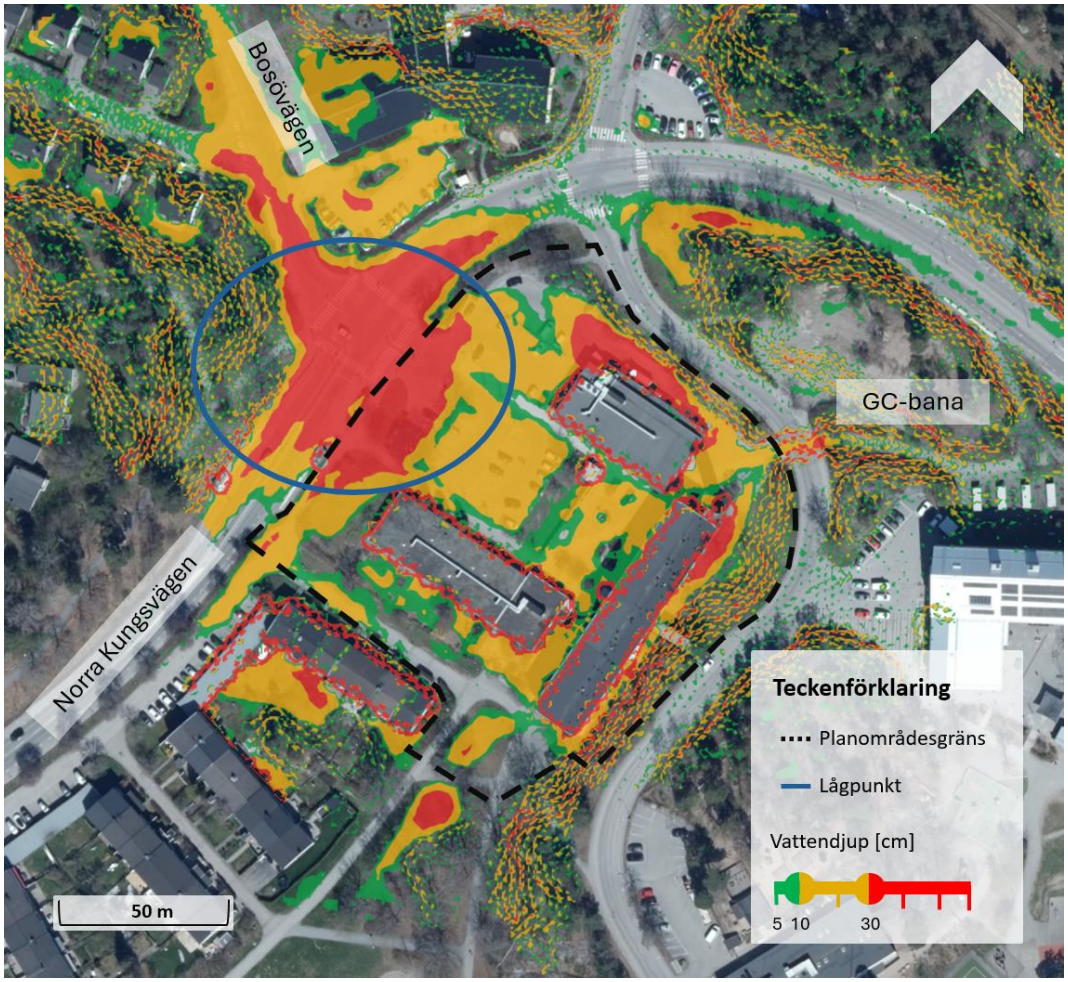
Vid ett femårsregn med befintlig situation börjar dränering redan i sista timmen av simuleringen, sannolikt sjunker vattennivåer under 30cm några timmar efter det att CDS-regnet påbörjats, alltså efter en total tid på 7-8 h.

Det maximala vattendjupet i det befintliga scenariot med återkomsttid 20 år och klimatfaktor 1,25 kan ses i Figur 3-5. Här ökar den översvämmade ytan i korsningen Bosövägen-Norra Kungsvägen sin omfattning, se blå cirkel i Figur 3-3, och maxdjupet ökar till cirka 50cm (+22,36m), samtidigt som den yta vilken överskrider 30cm djup sprider sig in mot planområdet Rudboda Centrum. Även bakom detaljvaruhandeln ökar djupet något till ca 77cm, dock inte fullt så markant som i korsningen. Anledningen till detta är att sänkan bakom detaljvaruhandeln är fullständigt fylld vid detta läge och ytterligare vatten avrinner vidare i en västlig riktning över parkeringsytan.



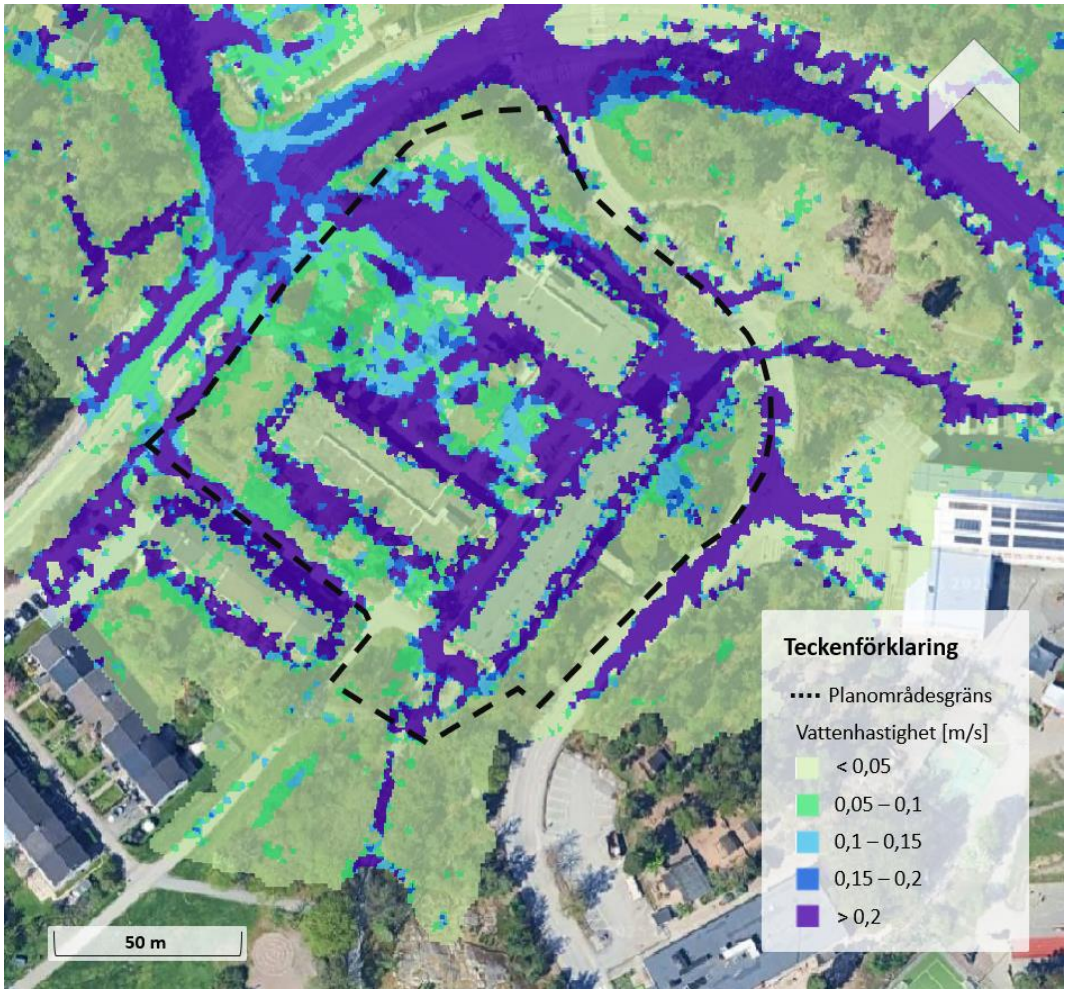
Figur 3-5. Vattendjup och dess utbredning i befintligt scenario med återkomsttid 20 år med en klimatfaktor 1,25. Grön markering visualiserar ett vattendjup om 5–10 cm, gul 10–30 och rött för djup större än 30 cm. Vattendjup under 5 cm är bortfiltrerade.

Det maximala vattendjupet i det befintliga scenariot med återkomsttid 100 år och klimatfaktor 1,25 presenteras i Figur 3-6. Vid extrem nederbörd uppgår vattendjup i korsningen Bosövägen-Norra Kungsvägen till 64cm (+22,47m). Översvämningsytan som överskrider ett djup om 30cm sträcker sig då norrut längs med Bosövägen och även en betydande sträcka in på planområdet Rudboda centrum.



Figur 3-6. Vattendjup och dess utbredning i befintligt scenario med återkomsttid 100 med en klimatfaktor 1,25. Grön markering visualiserar ett vattendjup om 5–10 cm, gul 10–30 och rött för djup större än 30 cm. Vattendjup under 5 cm är bortfiltrerade.

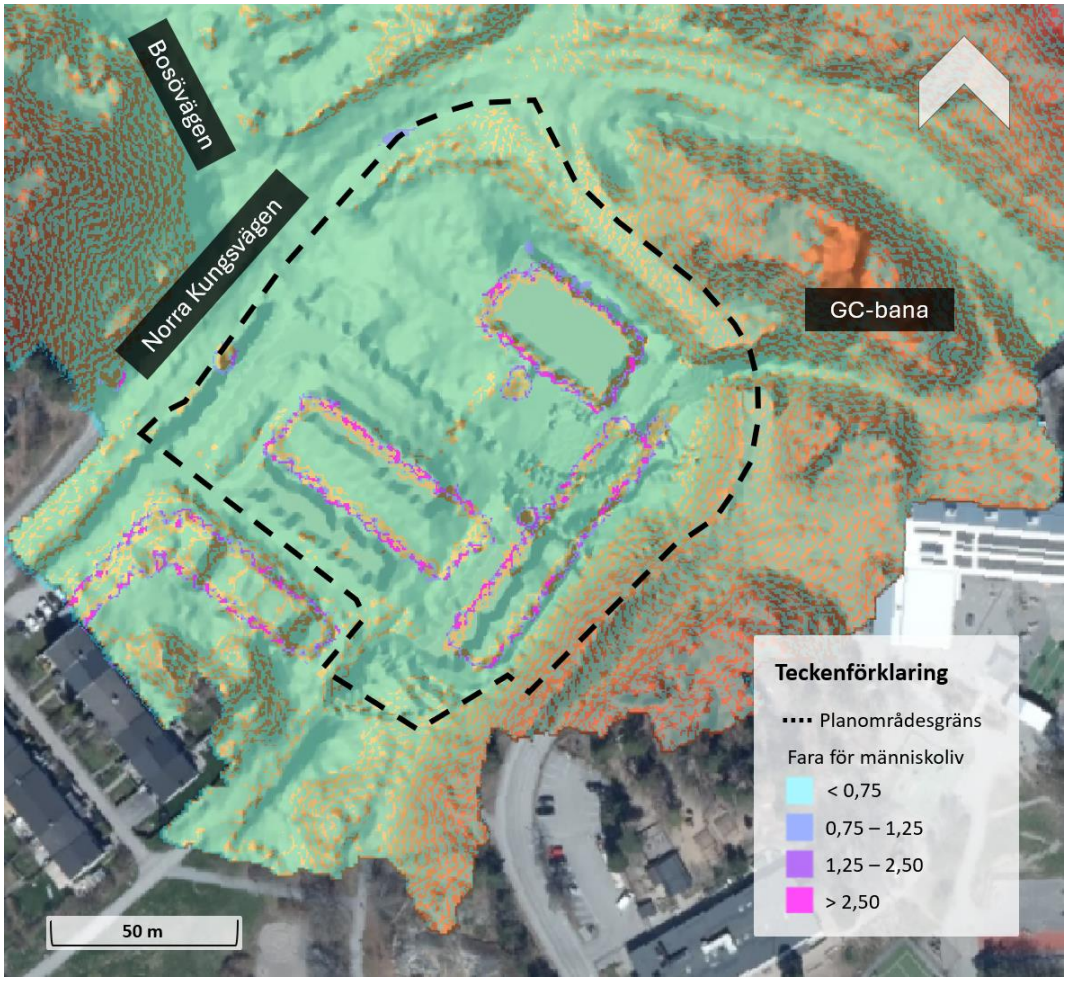
För att bedöma risk för människoliv i enlighet med MSB:s rekommendationer har maximala vattendjup kombinerats med bedömda flödeshastigheter. I Figur 3-7 presenteras den flödeshastighet som väntas uppstå med befintlig gestaltning och en återkomsttid på 100 år med klimatfaktor 1,25. Flödeshastigheterna agerar underlag för vidare bedömning enligt den metod som beskrivs i Figur 3-1.



Figur 3-7. Vattenflödets hastighet i befintligt scenario med återkomsttid 100 år med klimatfaktor 1,25. Gröngul markering visualiserar en hastighet om 0–0,05 m/s, ljusgrön 0,5–1,0 m/s, ljusblå 0,1 – 0,15 m/s, mörkblå 0,5–1,0 m/s, och lila för hastigheter större än 0,2 m/s.

Bedömd fara i det befintliga scenariot vid skyfall med återkomsttid 100 år visas i Figur 3-8.

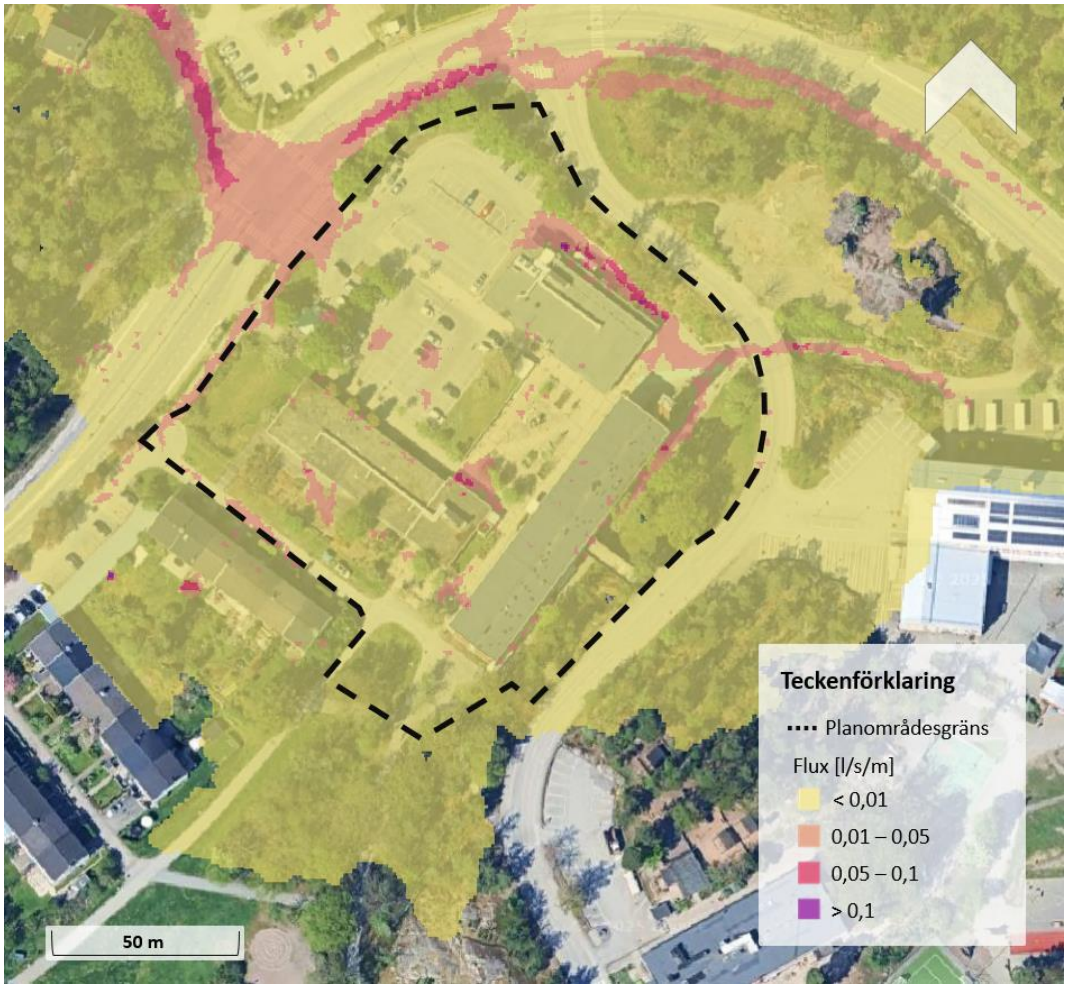
Så som modellerat framgår inga tydliga riskområden för människa och miljö med avseende på flödeshastigheter och vattendjup för planområdet med omnejd så som det gestaltas i dagsläget. Notera att vissa artefakter kring huskroppar uppstått under simuleringen som inte visualiserar faktiska resultat från modelleringen, därav ser det ut som att det är fara för människoliv intill husen fastän så ej är fallet.



Figur 3-8. Riskkarta, bedömd fara för människoliv i befintligt scenario vid 100-års skyfall med en klimatfaktor 1,25. Vit markering visar 0–0,75, gul 0,75–1,50, orange 1,25–2,50, och röd visar värden större än 2,50.

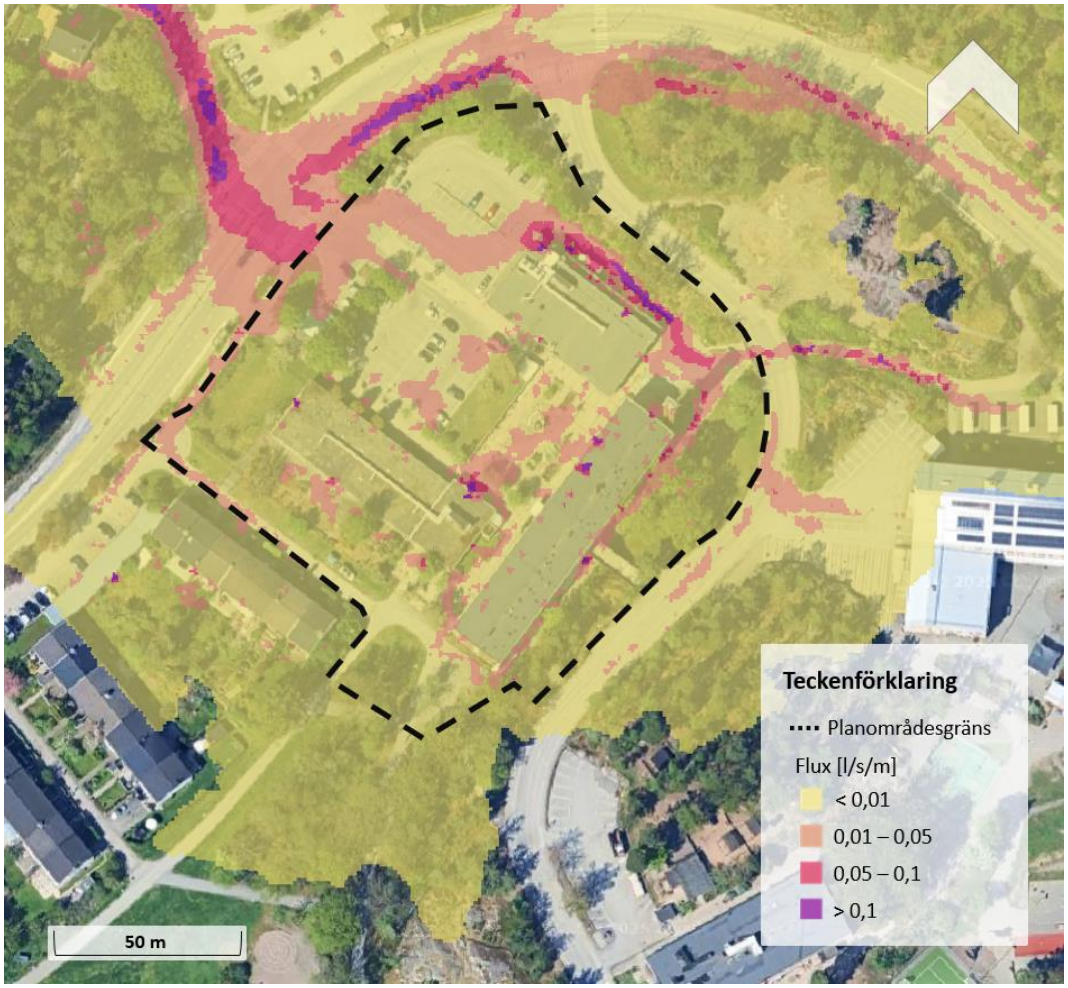
Flödesvolymer presenteras i modellen som flux – med enheten liter per sekund och meter (l/s/m). Denna enhet representerar den volym vatten som väntas passera en given punkt per tidsenhet i modellkörningen. För resultatets skull medför flödesvolymen en fingervisning för var de huvudsakliga rinnstråken uppstår, samt hur stora vattenmassor som kan väntas passera dessa under en given tidsperiod.

För det befintliga scenariot med återkomsttid 5 år (Figur 3-9) uppträder huvudsakliga flödesstråk längs med Norra Kungsvägen så väl som in mot Rudboda centrum från existerande GC-bana österifrån. Små flöden sker i väst längs med Kronstigen men ger inte upphov till betydelsefulla vattensamlingar. Maximala integrerade flödesvolymer uppgår här till 84 liter per sekund längs med GC-bana i öster, samt 360 liter per sekund längs med Norra Kungsgatan.



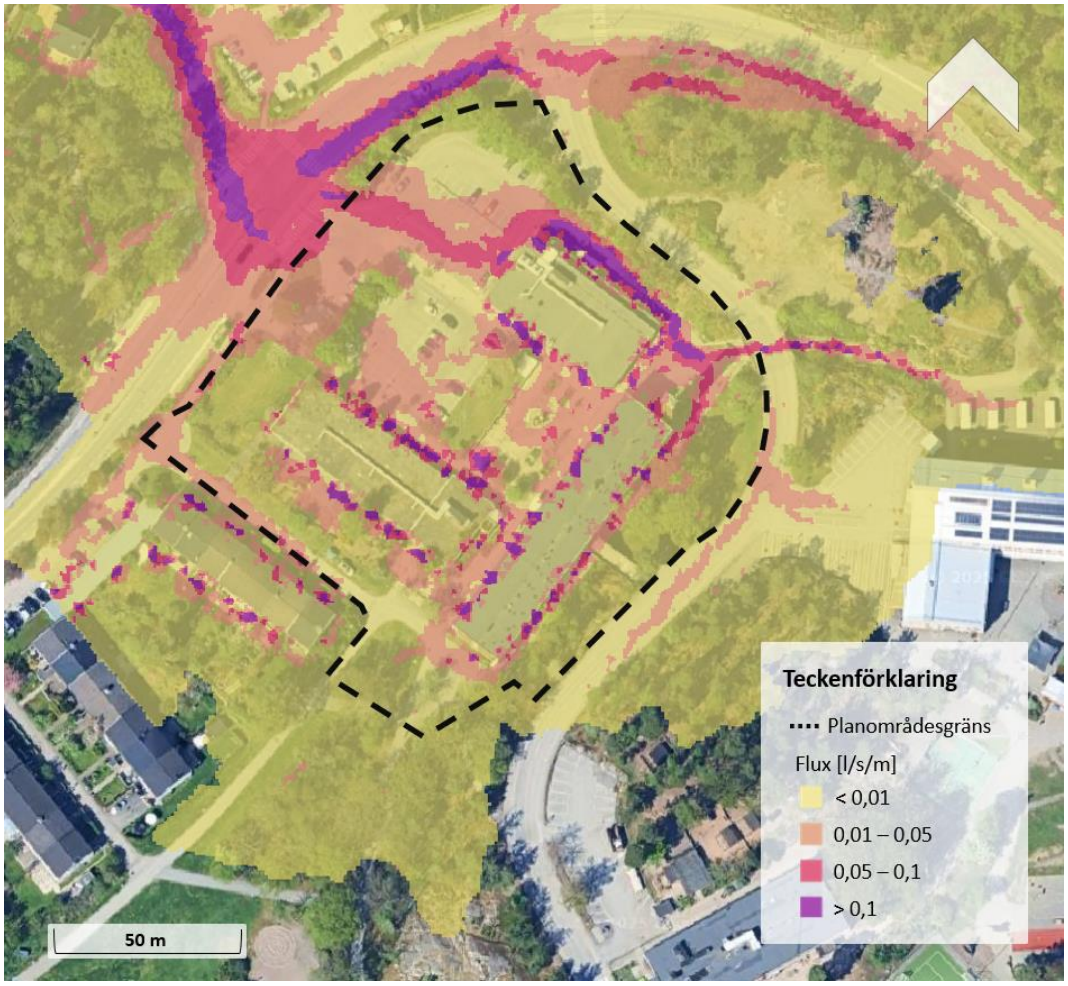
Figur 3-9. Flux i befintligt scenario med återkomsttid 5 år med klimatfaktor 1,25. Gul markering visualiserar flux om 0–0,01 l/s/m, orange 0,01–0,05 l/s/m, röd 0,05 – 0,1 l/s/m, och lila för flux större än 0,1 l/s/m.

Vid 20 års återkomsttid ökar flöden över Norra Kungsgatan så väl som GC-banan öster om planområdet. Även sänkan norr om detaljvaruhandeln fylls vid detta scenario vilket medför flöden över parkeringen (Figur 3-10). Dessa flöden ansluter sedermera till översvämningsytan i korsningen Bosövägen-Norra Kungsgatan. Maximala integrerade flödesvolymer uppgår till 710 l/s över Norra Kungsvägen, 120 l/s över GC-bana öster om planområdet, samt 230 l/s över parkeringsytan väster om detaljhandeln.



Figur 3-10. Flux i befintligt scenario med återkomsttid 20 år med klimatfaktor 1,25. Gul markering visualiserar flux om 0–0,01 l/s/m, orange 0,01–0,05 l/s/m, röd 0,05 – 0,1 l/s/m, och lila för flux större än 0,1 l/s/m.

Flödesvolymer vid befintligt scenario och 100-års återkomsttid presenteras i Figur 3-11. Vid skyfallet är flödesvägar längs med så väl planområde som Norra Kungsvägen fullt etablerade och kontinuerliga. Huvudsakliga rinnstråk kommer generellt österifrån via GC-bana in på planområde, så väl som längs med Norra Kungsvägens östra stråk sett från korsningen Bosövägen-Norra Kungsvägen. Integrerade flöden uppgår här till 680 l/s över parkeringsytan väster om detaljvaruhandeln och 1022 l/s längs med Norra Kungsvägen.



Figur 3-11. Flux i befintligt scenario med återkomsttid 100 år med klimatfaktor 1,25. Gul markering visualiserar flux om 0–0,01 l/s/m, orange 0,01–0,05 l/s/m, röd 0,05 – 0,1 l/s/m, och lila för flux större än 0,1 l/s/m.

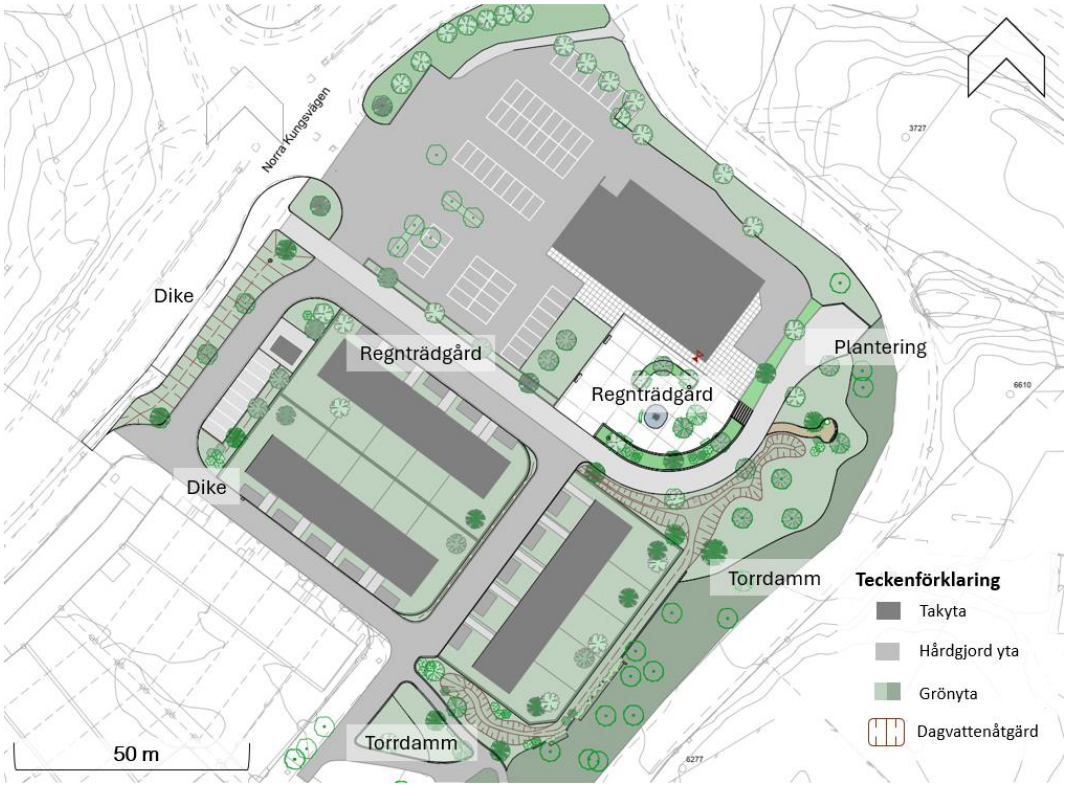
3.2 Framtida scenario

Utformningen av planområdet i det framtida scenariot kan presenteras i Figur 3-12. Den huvudsakliga strukturella skillnaden gentemot befintlig situation består av en torgyta (regnträdgård) vilken ansluter till en omdragen GC-bana. Utöver denna rivs befintliga bostadshus och ersätts av nya vilka erhåller kringliggande gräsbeklädda tomter. Bostadshus räknas som kvartersmark inom det nya planförslaget. Detta medför att dagvatten- och skyfallsåtgärder inom dessa ej beaktats då ansvaret faller på de enskilda exploatörerna.

Den allmänna skyfallshanteringen existerar inom tre huvudsakliga områden i det framtida planförslaget:

- Dike parallellt med Norra Kungsvägen
- Regnträdgård med grönstråk söder om detaljvaruhandel
- Torrdamm söder om nydragen GC-bana

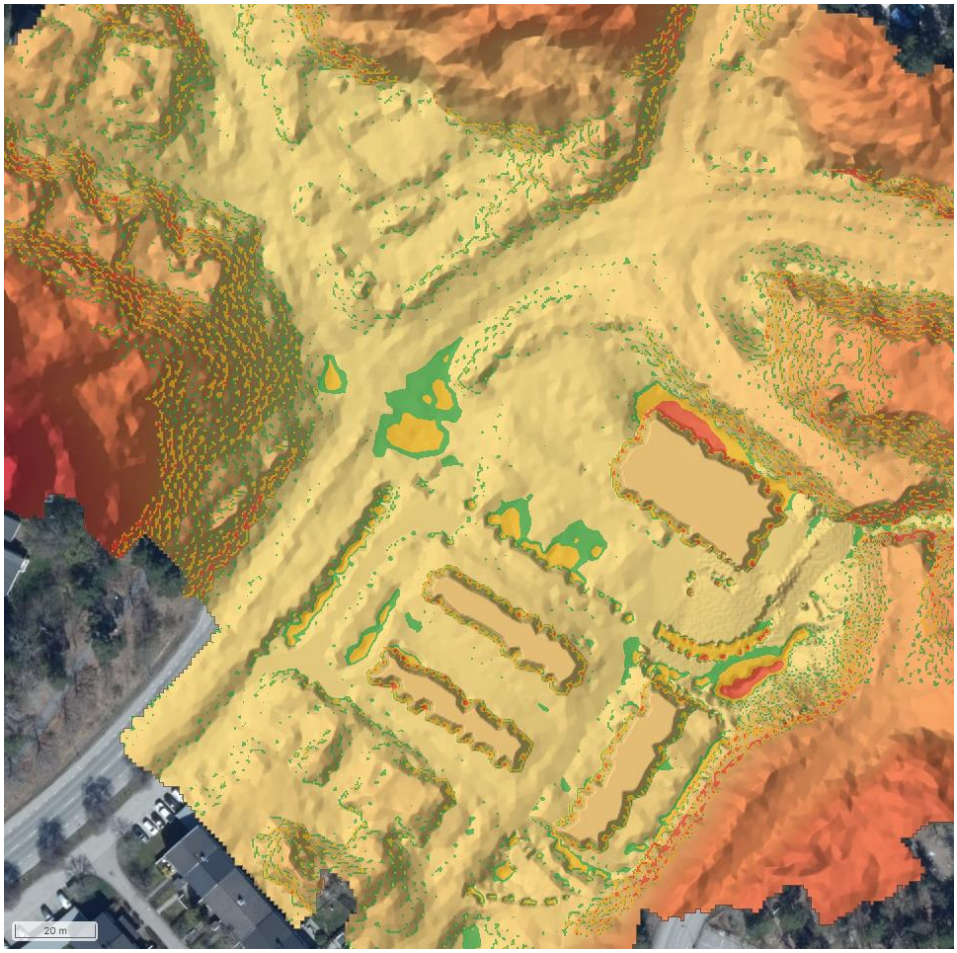
Utöver de topografiska åtgärderna för skyfallshantering existerar ett projekterat dagvattensystem vilket inkluderar rörmagasin. Dessa är inte dimensionerade för hantering av skyfall, dock är den underliggande principen att återkomster upp till 20-år skall kunna fördröjas.



Figur 3-12. Illustrationsplan över planområdet i det framtida scenariot med dagvattenåtgärder utmarkerade. Planerade dagvattenåtgärder i form av diken, torrdammar, regnträdgård och plantering utmarkerade.

Det maximala vattendjupet i det framtida scenariot med 5-årsregn illustreras i Figur 3-13. Relativt det befintliga scenariot med samma återkomsttid sker en

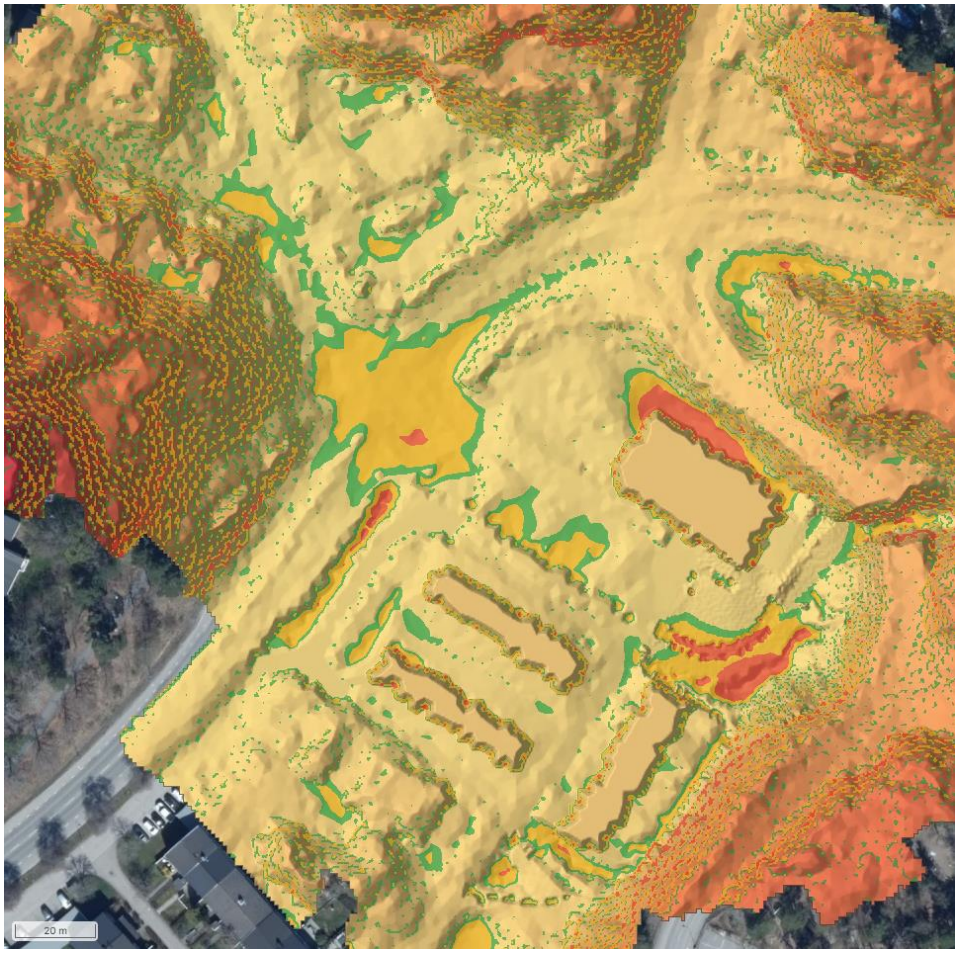
markant minskning av skyfallsdjup så väl som utbredning av vattenmassor i korsningen Bosövägen-Norra Kungsvägen. Maximala vattendjup sjunker till 22cm (+21.95m). Även bakom detaljvaruhandeln förväntas maximala vattendjup att sjunka relativt den befintliga strukturplanen. Framtida djup här uppgår som mest till 41cm (+22,11m).



Figur 3-13. Vattendjup och dess utbredning i framtida scenario med återkomsttid 5 år med en klimatfaktor 1,25. Grön markering visualiserar ett vattendjup om 5-10 cm, gul 10–30 och rött 30 cm och uppåt. Vattendjup under 5cm är bortfiltrerade.

Det maximala vattendjupet i det framtida scenariot med återkomsttid 20 år illustreras i Figur 3-14. I korsningen Bosövägen-Norra Kungsvägen uppgår maximala vattendjup till 24,5cm (+22,08m). Detta medför att hela översvämningsytan har vattendjup under 30cm, och är framkomlig för räddningstjänst.

Bakom detaljvaruhandeln uppgår maximala vattendjup till 62cm (+22,29m). Detta motsvarar en förbättring relativt den befintliga strukturplanen. Söder om detaljvaruhandeln sker en vattenansamling i regnträdgården så väl som den angränsande torrdammsytan. Vattenmassor uppgår här till +22,26m.

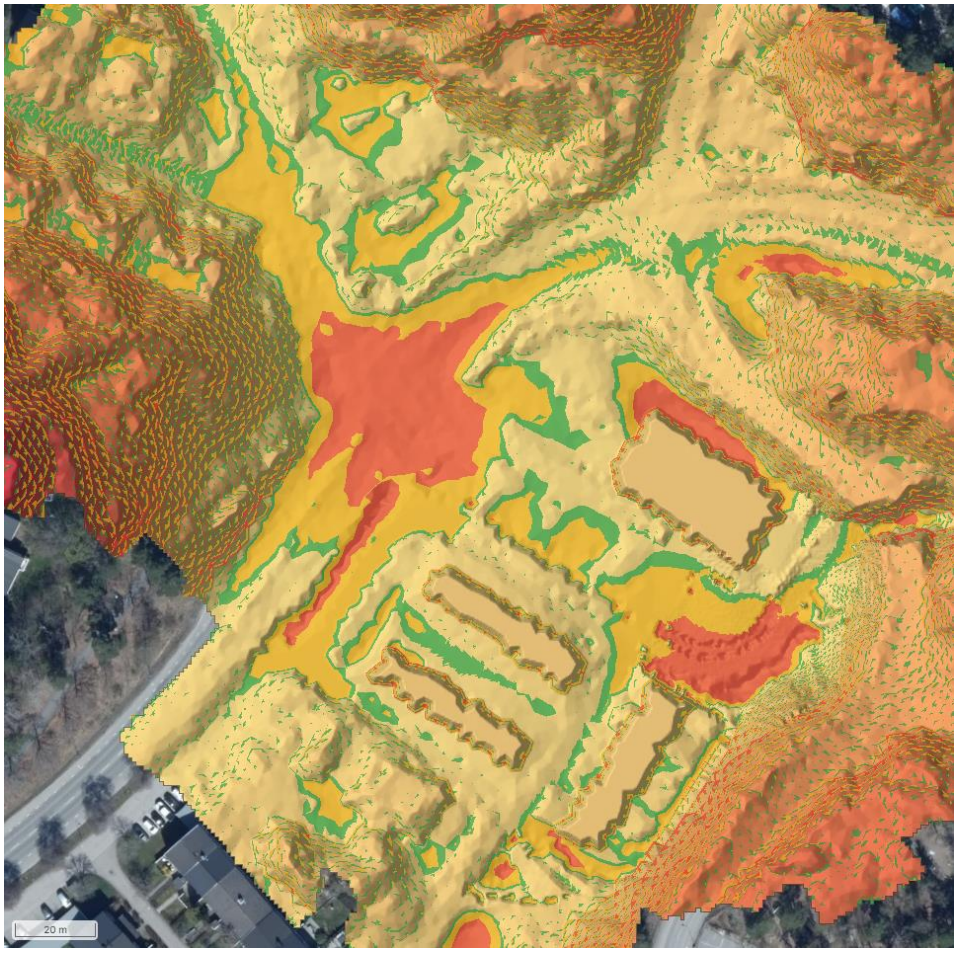


Figur 3-14. Vattendjup och dess utbredning i framtida scenario med återkomsttid 20 år med en klimatfaktor 1,25. Grön markering visualiserar ett vattendjup om 5-10 cm, gul 10–30 och rött 30 cm och uppåt. Vattendjup under 5cm är bortfiltrerade.

Vid hundra års återkomsttid sker betydande vattenuppbyggnad i korsningen Bosövägen-Norra Kungsvägen (Figur 3-15). Vattendjupet överskrider 30cm i hela korsningen, med maximala djup kring 46,7cm (+22,34m).

Bakom detaljvaruhandeln sker liknande vattenuppbyggnad som vid befintlig strukturplan och uppgår till djup om 72cm (+22,39m).

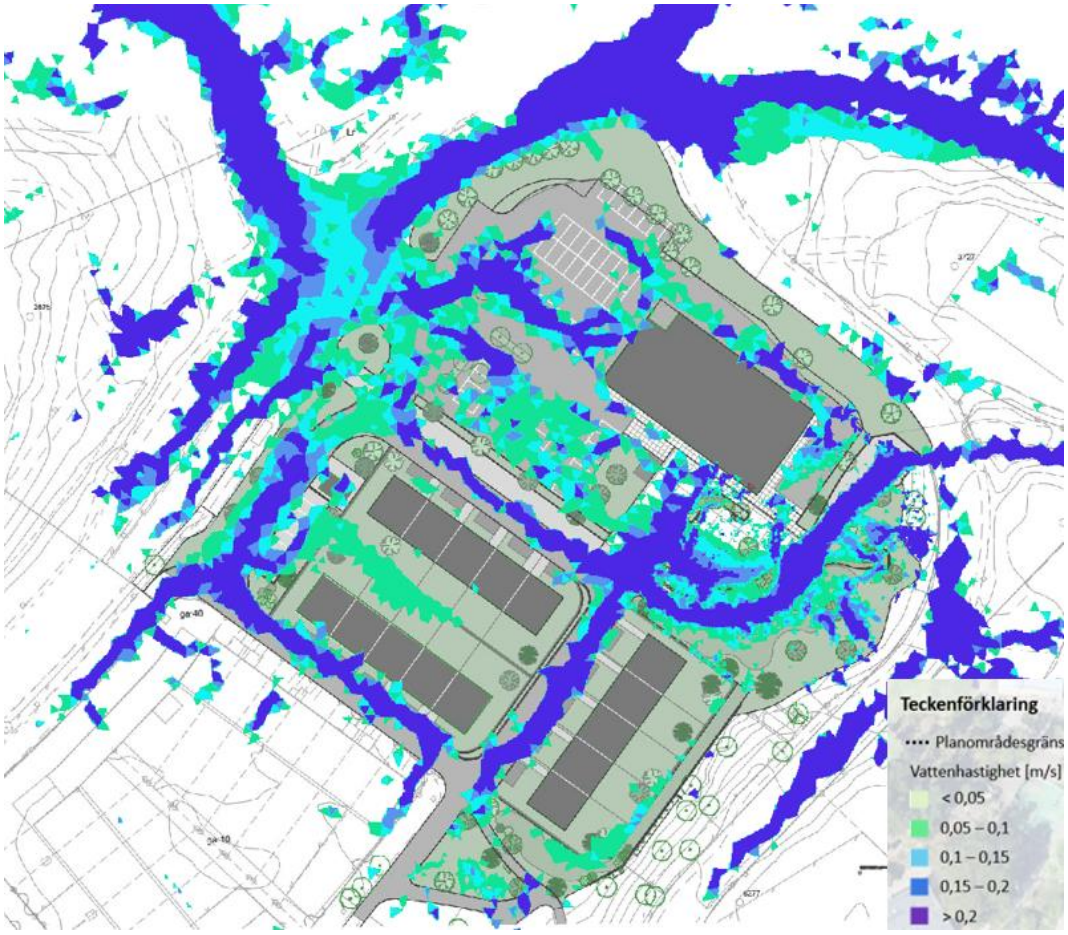
Söder om detaljvaruhandeln byggs vatten upp i regnträdgården med anslutande GC-bana och torrdamm, denna vattenmassa har ett djup vilket uppgår till maximalt 80cm (+22,47m). Inga vattenuppbyggnader mot fasad sker trots den höga återkomsttiden på nederbördsscenariot.



Figur 3-15. Vattendjup och dess utbredning i framtida scenario med återkomsttid 100 år med en klimatfaktor 1,25. Grön markering visualiserar ett vattendjup om 5-10 cm, gul 10–30 och rött 30 cm och uppåt. Vattendjup under 5cm är bortfiltrerade.

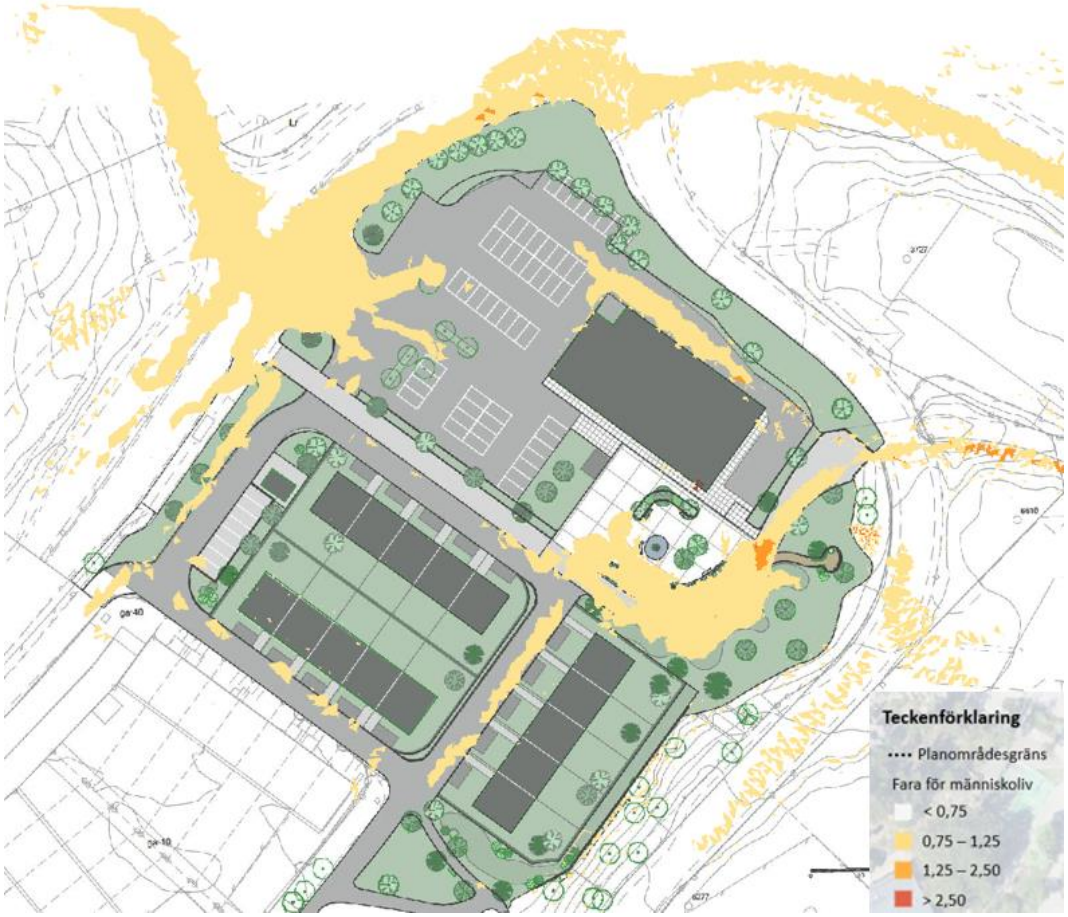
Väntade flödeshastigheter för det framtida skyfallsscenariot med återkomsttid 100 år redovisas i Figur 3-16. Jämfört med befintlig strukturplan sker flöden mindre diffust, en enhetlig flödes fåra skapas genom planområdet. Denna skär från öst till väst, och följer väl den väg som den nya GC-banan väntas ta.

Utöver den centrala flödesvägen genom planområdet uppträder nya rinnstråk med högre flödeshastighet längs med de planerade vägarna som löper kring kvartersmarkerna.



Figur 3-16. Vattenflödets hastighet i framtida scenario med återkomsttid 100 år med klimatfaktor 1,25. Gröngul markering visualiserar en hastighet om 0–0,05 m/s, ljusgrön 0,5–1,0 m/s, ljusblå 0,1 – 0,15 m/s, mörkblå 0,5–1,0 m/s, och lila 0,2 m/s och uppåt.

Trots högre flödeshastigheter inom delar av området leder generellt sett låga vattendjup inom de områden som upplever högst flödeshastighet till låg riskklass enligt MSB:s bedömning. Figur 3-17 redovisar resultatet av den riskbedömning som skett enligt MSB:s bedömningsgrunder. Inga ytor inom vilka hög risk för människor eller miljö har identifierats inom ramen för utredningen.



Figur 3-17. Riskkarta, bedömd fara för människoliv i framtida scenario med återkomsttid 100 med en klimatfaktor 1,25. Vit markering visar 0–0,75, gul 0,75–1,50, orange 1,25–2,50, och röd visar 2,50 och uppåt.

De flödesvolymer som simulerats vid 5-års återkomsttid presenteras i Figur 3-18. Inga enhetliga flöden av betydande volymer sker vid den här återkomsttiden. I stället sker diffusa flöden över hela planområdet.

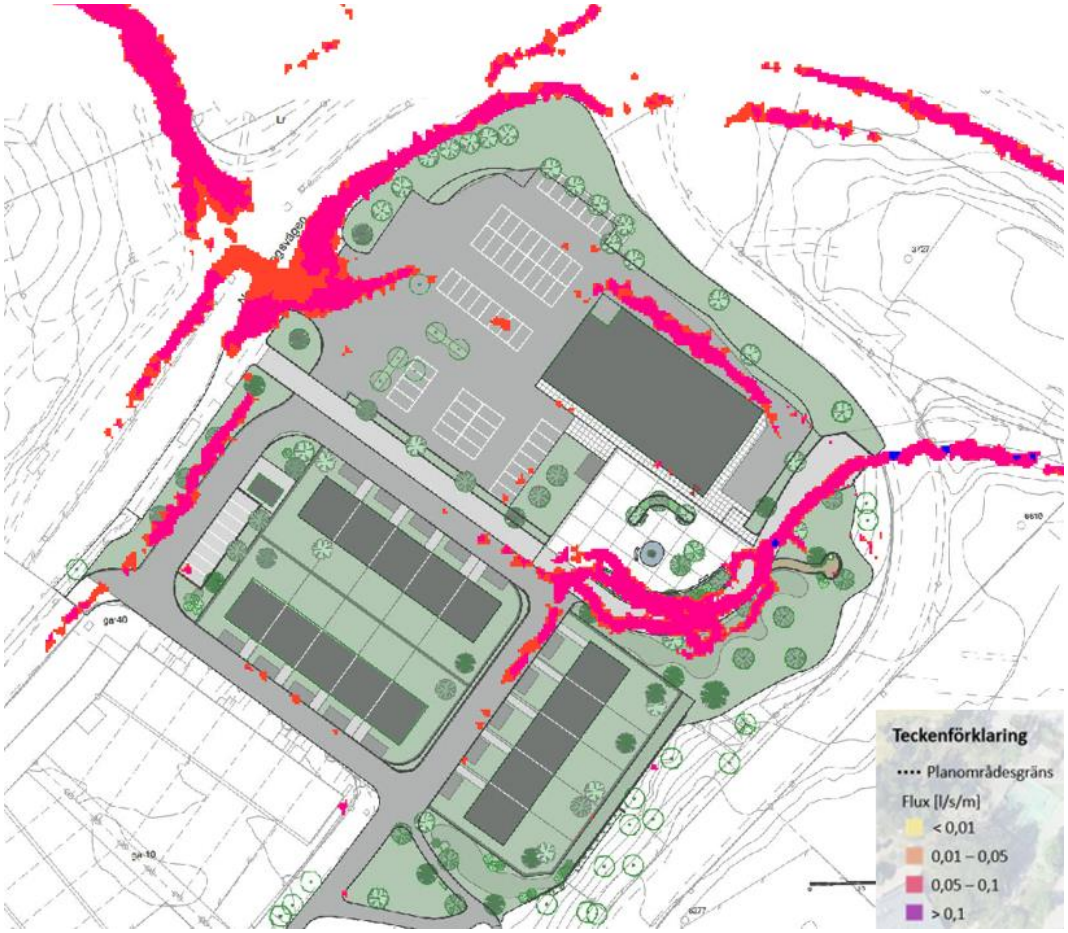
Den huvudsakliga anledningen till detta diffusa flöde beror på ökad ansamling i planerade skyfallslösningar, så väl som det projekterade dagvattensystemet.

Figur 3-18. Flux i framtida scenario med återkomsttid 5 år med klimatfaktor 1,25. Gul markering visualiserar flux om 0–0,01 l/s/m, orange 0,01–0,05 l/s/m, röd 0,05 – 0,1 l/s/m, och lila 0,1 l/s/m och uppåt.

Flux i det framtida scenariot med återkomsttid 20 år kan ses i figur 3-20.

Betydande flödesvägar är signifikant mindre jämfört med dagsläget. Anledningen till detta är huvudsakligen de planerade åtgärderna i topografin så som torrdammen och den svängande GC-banan, vilka bryter upp flöden innan dessa når en kritisk flödesvolym.

Längs med Norra Kungsgatan uppträder några signifikanta rinnstråk i nivå med dagsläget. Att notera är att flöden i planerad situation delvis rör sig in mot planområdet sett från korsningen. Detta beror på den projekterade sänkan som väntas ligga strax mellan gatan och det nya bostadskvarteret.

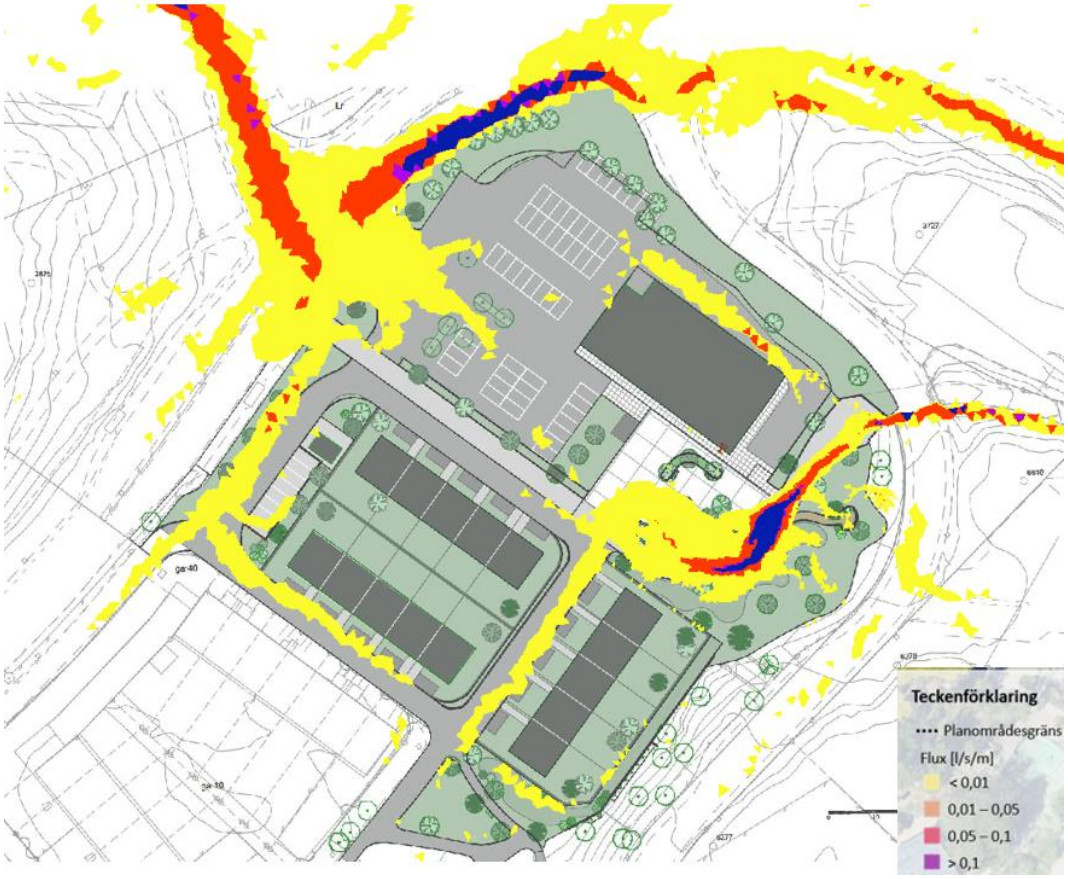


Figur 3-19. Flux i framtida scenario med återkomsttid 20 år med klimatfaktor 1,25. Gul markering visualiserar flux om 0–0,01 l/s/m, orange 0,01–0,05 l/s/m, röd 0,05 – 0,1 l/s/m, och lila 0,1 l/s/m och uppåt.

Flux i det framtida scenariot med återkomsttid 100 år kan ses i figur 3-20.

Vid ett 100-årsregn uppträder fullskaliga flöden längs med Norra Kungsgatan likt vid befintlig situation, dock avleds delar av dessa in mot planen via sänkan mellan vägbana och nytt kvartersområde.

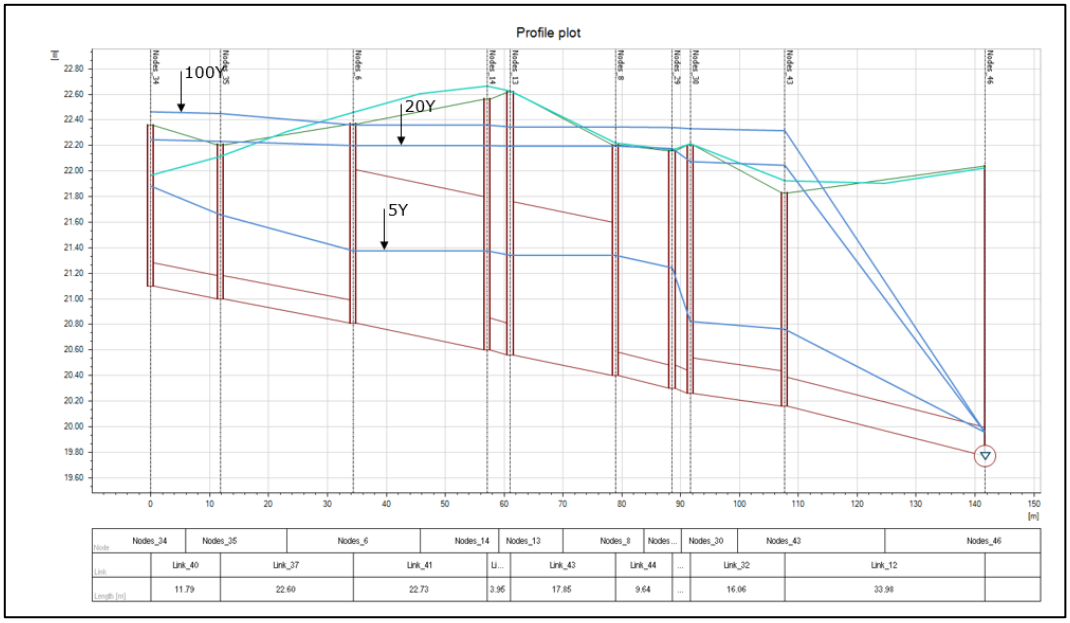
Till skillnad från samtida situation sker inga betydande flöden genom planområdet mot korsningen under framtida scenario. Anledningen till detta är att planerade åtgärder bryter upp och samlar flöden innan dessa når en kritisk flödesvolym. Inkommande flöden österifrån tenderar därför att stanna kring den planerade torrdammen.



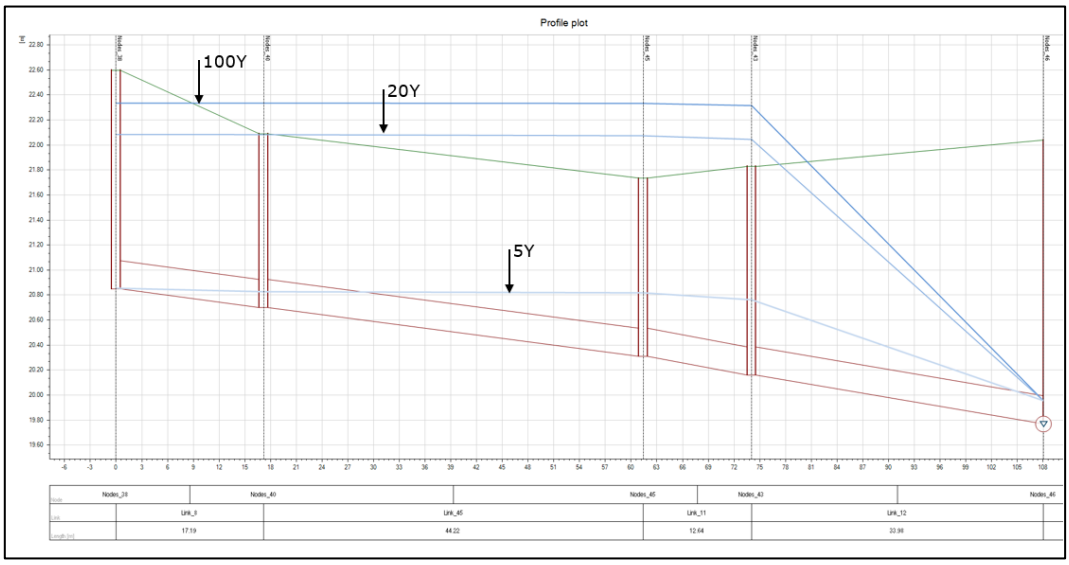
Figur 3-20. Flux i framtida scenario med återkomsttid 100 år med klimatfaktor 1,25. Gul markering visualiserar flux om 0–0,01 l/s/m, orange 0,01–0,05 l/s/m, röd 0,05 – 0,1 l/s/m, och lila 0,1 l/s/m och uppåt.

Resultatet från 1-D-modelleringen av det projekterade ledningsnätet presenteras i Figur *3-21* medan befintliga ledningar under samma scenario presenteras i Figur 3-22. Vid fem års återkomsttid upptas ungefär halva kapaciteten i projekterade rörmagasin. Denna kapacitet överskrids något vid 20-års återkomsttid, och överskrids väldigt mycket vid 100-års återkomsttid.

Trots att systemet är dimensionerat för 20-årsregn överskrids kapaciteten i modellerat scenario. Anledningen till detta är att upptagsytan för systemet inte begränsas till enbart planområdet. Modellerade flöden i 1-D-nätet visar att tillskottsvatten delvis kommer från de brunnar som existerar i korsningen Bosövägen-Norra Kungsvägen. Dessa flöden begränsas av det strypta utflödet norrut och backar därefter upp i projekterade rörmagasin.



Figur 3-21. Det projekterade systemet med rörmagasin (röda linjer) tillsammans med trycklinjer vid respektive återkomsttid (blå linjer) marknivå (gröna linjer). Se bilaga 1 för högupplöst version.



Figur 3-22. Det befintliga ledningar (röda linjer) tillsammans med trycklinjer vid respektive återkomsttid (blå linjer) marknivå (gröna linjer).

3.3 Analys av resultat

Fastigheten i den norra delen av planområdet kommer att hantera sitt eget dagvatten och skyfall, och därmed har inga åtgärder presenterats för detta område i denna utredning.

Majoriteten av vattendjupet både inom planområdet och i närområdet är under 20 cm i både det befintliga och framtida scenarion vid 5- och 20 års återkomsttider. Övriga djup inom planområdet minskar i det framtida scenariot jämfört med det befintliga där mycket vatten samlas i de planerade dagvattenåtgärderna. I Figur 3-13 med återkomsttid 5 år finns det vatten upp till 30 cm och över i torrdammen i den östra delen. Detta djup kvarstår och expanderar till regnträdgården med återkomsttid 20 år och 100 år, där det också finns ett vattendjup på 30 cm och uppåt i diket längs med nordvästra sidan av planområdet.

I det framtida scenariot med återkomsttid 20 år uppstår ett vattendjup på 10 till 30 cm på gc-vägen som går mellan regnträdgården och torrdammen. Vid ett framtida 100-årsregn uppgår det här djupet till 30 cm och uppåt. Detta kan leda till framkomlighetsproblem för utryckningsfordon då vattendjup överskrider 20 cm.

Vid ett 20-årsregn samlas vatten med ett djup på 10 cm till 30 cm intill den södra byggnadens nordliga och sydliga vägg. Vid ett 100-årsregn uppgår djupet till 30 cm och uppåt på husets nordliga sida. Vatten som står mot byggnader kan leda till skador ifall vattnet tränger in över trösklar eller genom låga fönster.

I korsningen utanför planområdets västra gräns befinner sig en lågpunkt och vattnet breder ut sig in på planområdet. I det framtida scenariot är utbredningen betydligt mindre men ett vattendjup på 30 cm och uppåt kvarstår vid ett 100-årsregn.

Flödeshastigheten visar hur snabbt vatten sprider sig i ett område. Majoriteten av vatten både inom planområdet och i närområdet rör sig 0,05 m/s eller långsammare i både det befintliga och framtida scenariot. Flödeshastigheter är generellt lägre i det framtida scenariot jämfört med det befintliga. I både det befintliga och framtida scenariot uppstår det hastigheter högre än 0,05 m/s i korsningen nordväst om planområdet, om än lägre i det framtida scenariot. Övriga flöden som överstiger 0,05 m/s i det framtida scenariot uppstår främst på vägbanor och i dagvattenåtgärder. Detta kan tydligt ses i den östra delen på vägen, regnträdgården och torrdammen; i diket i den västra delen; och på vägen i mitten av planområdet. Värt att notera är att de högre hastigheterna i planområdet är relativt låga på 0,2 m/s och högre. Enligt MSB:s matris över fara för människoliv kan man utläsa att en vattenhastighet på 0,2 m/s inte utgör någon fara upp till ett vattendjup på ca 1 m, se Figur 3-2.

Flux som är den mängd vatten på en viss punkt i området minskar i det framtida scenariot jämfört med det befintliga, för alla återkomsttider. I det

framtida scenariot med återkomsttid 5 och 20 år är värdena genomgående låga på 0,01 l/s/m, med några punkter med värden på 0,01–0,05 l/s/m. Dessa värden är lokaliserade på platser med dagvattenåtgärder, vilket framgår tydligare i där värdena stiger upp mot och över 0,1 l/s/m.

Det framgår vid bedömningen av fara för människor i det befintliga scenariot i att samtliga ytor kan klassas som *ingen fara*, bortsett från artefakter kring huskropparna. Samtliga ytor klassas som *ingen fara* även i det framtida scenariot.

Det är inte heller någon bedömd fara i korsningen nordväst om planområdet där mycket vatten samlas.

Den sammanvägda bedömningen blir att planen så som projekterat medför en avsevärd förbättring med avseende skyfallshantering. Inte enbart för planområdet i sig självt, men även för angränsande infrastruktur så som Norra Kungsvägen.

4 Slutsats och rekommendationer

Skyfallsmodelleringen av Rudboda centrum visar på en förmildring i det framtida scenariot jämfört med det befintliga, för samtliga återkomsttider. Då klimatfaktorn på 1,25 är densamma i båda scenarierna kan förbättringen härledas till det nya ledningsnätet och den nya höjdsättningen inom planområdet.

Vissa områden har högre vattendjup, större flux, och högre hastigheter än andra. I det framtida scenariot är det tydligt att dessa platser främst är där dagvattenåtgärder är placerade vilket inte medför problem. Det finns två utpekade områden inom planområdet som upplever risker för större vattenbildning, främst vid ett 100-årsregn, gc-banan mellan torrdammen och regnträdgården och den södra byggnaden. Den översvämmade vägen är inte den enda vägen utryckningsfordon kan ta sig fram på inom planområdet.

Skyfallsmodelleringen visar också på att det finns problem i lågpunkten i korsningen intill planområdet. Exploateringen av planområdet leder inte till någon försämring av situationen i korsningen, utan resultaten visar på en förbättring för samtliga återkomsttider.

I det framtida scenariot bedöms skyfallssituationen generellt vara god och en förbättring i förhållande till det befintliga scenariot. Det uppstår inte någon betydande negativ påverkan på majoriteten av bebyggelsen och hastigheterna som uppstår på vägarna är så pass låga att de troligtvis inte utgör ett problem, sett i förhållande till vattendjup enligt MSB:s matris. Enligt MSB:s klassificering finns det ingen fara för människoliv i planområdet.

Referenser

MSB. (2023). *Metod för skyfallskartering av tätorter.*

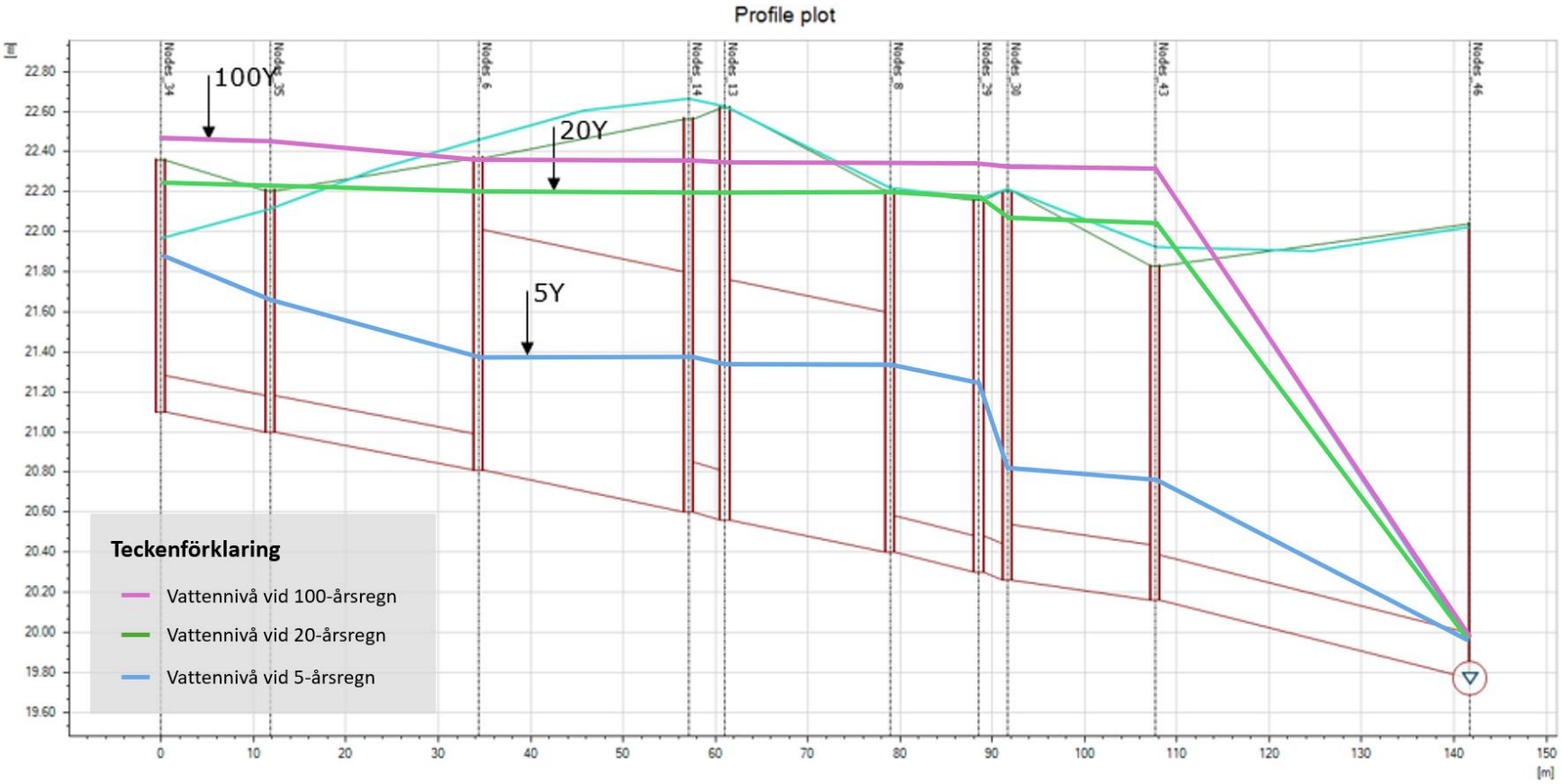
Lidingö stad. (2024). *Planbeskrivning tillhörande detaljplan för Rudboda centrum Fastigheterna Eklövet 1 m.fl.*

MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering tips för genomförande och exempel på användning.*

SMHI. (u.å.). *Skyfall och rotblöta*. Hämtat från smhi.se: https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skyfall-och-hagel/skyfall-och-rotblota

Rapport Dagvattenutredning

Bilaga 1



Node	Nodes_34	Nodes_35	Nodes_6	Nodes_14	Nodes_13	Nodes_8	Nodes...	Nodes_30	Nodes_43	Nodes_46

Link	Link_40	Link_37	Link_41	Li...	Link_43	Link_44	...	Link_32	Link_12	
Length [m]	11.79	22.60	22.73	3.95	17.85	9.64	...	16.06	33.98	