

Skyfallskartering Fyrklövern norr om Mälärvägen

Uppdragsnr: 107 39 55 Version: 1 Datum: 2022-06-03



Uppdragsgivare:	Upplands Väsby kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Patrick Johansson
Konsult:	Norconsult AB, Hantverkaregatan 5K, Stockholm
Uppdragsledare:	Marta Juhlén
Teknikansvarig/granskare:	Martin Rosén
Handläggare:	Lina Skilberg, Axel André

1	2022-06-03	Sluthandling	L.S	M.R	M.J
GH	2022-04-29	Granskningshandling	L.S	M.R	M.J
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

► Sammanfattning

I samband med framtagandet av detaljplan för Fyrklövern norr om Mälärvägen har det uppdagats att det finns översvämningsrisk vid extrema regn. På förekommen anledning har Norconsult fått i uppdrag av Upplands Väsby kommun att ta fram en skyfallsutredning för att utreda skyfallssituationen både i befintliga förhållanden och för föreslagen exploatering.

Inom detaljplanen planeras två nya byggnader samt ett garage. Länsstyrelsens skyfallskartering (2021) påvisar att det finns en översvämningsproblematik inom planområdet och intilliggande lågområde idag. Till följd av ombyggnation av Mälärvägen som ligger vid planområdets södra gräns, skapas en ny flödesväg söderifrån in i planområdet. För att utreda och minimera översvämningsrisken vid planerad exploatering har en detaljerad skyfallsmodell med upplösningen 1x1 m tagits fram i programvaran MIKE21. Skyfallsmodellen har byggts upp med ett avrinningsområdesperspektiv utifrån rekommendationer av MSB, Svenskt Vatten och Stockholms stad. Modellen tar hänsyn till topografi, infiltration, markens råhet och ledningsnätets uppskattade kapacitet. Till modellen har ett konstruerat regntillfälle som motsvarar ett 100-årsregn med fyra timmars varaktighet och klimatfaktor på 1,25 används.

Norconsult har utrett två nollalternativ, ett med Mälärvägens nya höjdsättning och ett som också inkluderar den redan godkända detaljplanen uppströms planområdet (Ekebo). Detta för att utreda redan bestämda förutsättningar för planområdet. Arbetet fortsatte i att utreda översvämningsituationen vid planerat utbyggnadsförslag samt olika skyfallslösningar och höjdsättning för att slutligen landa i ett slutgiltigt förslag.

Resultatet från simuleringen av nollalternativen visar att efter ombyggnation av Mälärvägen tillåts vattnet att flöda från detaljplan Ekebo, över Mälärvägen och in i planområdet. Mälärvägen drabbas av höga vattendjup till följd av den lågpunkt som har projekterats på vägen. Framkomligheten för vanliga fordon blir därför begränsad. Gång- och cykeltunnel som låg öster om detaljplanen Ekebo har byggts bort i samband med ombyggnationen av Mälärvägen vilket minskar möjligheterna för avledning och fördröjning av skyfallsvattnet utanför planområdet.

Vid simulering av framtida exploatering bedömdes det därför i ett tidigt skede att utformningen av planområdet var tvungen att ändras för att kunna rymma skyfallsåtgärder. Det beslutades därför att tidigare kvarter 3 ersätts med en multifunktionell skyfallsyta. Tillsammans med ytterligare en skyfallsyta inom detaljplanen Ekebo kan dessa omhändertata stora mängder vatten och minska skyfallsproblematiken i området. Resultatet visar att med hjälp av svackdiken, medveten höjdsättning samt skyfallsytor inom både planområdet och detaljplanen i Ekebo kan stora mängder vatten omhändertatas. Detta så att byggnader inom och utanför planområdet inte riskeras att översvämmas om entréer anläggs över skyfallsnivå plus säkerhetsmarginal för respektive kvarter.

Då skyfallsytorna fylls upp vid ett 100-årsregn blir det stora vattendjup i dessa. Det är därför viktigt att säkerställa att det finns en fungerande avtappning till ledningsnätet. Vid skyfall tenderar dagvattenbrunnar att sättas igen då till exempel grenar, löv och jord följer med dagvattnet. Det kan därför behövas pumpa bort vatten ur skyfallsytan efter ett 100-årsregn.

Innehåll

1	Inledning	6
1.1	Syfte	7
1.2	Planerad exploatering	7
1.3	Underlag	7
1.4	Förutsättningar	8
2	Områdesförutsättningar	9
2.1	Geoteknik	9
2.2	Avrinningsområde och marknivåer	10
2.3	Befintligt ledningssystem	11
2.4	Länsstyrelsens skyfallskartering	12
3	Myndigheters rekommendationer och bestämmelser gällande skyfallshantering	13
3.1	Planering av ny bebyggelse	13
3.1.1	<i>Olika lagars rådighet</i>	14
3.1.2	<i>Skyfall och vikten av samverkan</i>	14
3.2	Skyfall och klimatförändringar	14
4	Skyfallsteori	16
4.1	Skyfall i urbana miljöer	16
4.2	Återkomsttid	17
4.2.1	<i>Skyfall och dagvatten</i>	17
4.2.2	<i>Skyfall och ledningsnätets kapacitet</i>	17
5	Skyfallsmodell Fyrklövern	19
5.1	Beräkningsförutsättningar	19
5.2	Terrängmodell	21
5.2.1	<i>Skyfallslösningar</i>	21
5.3	Nederbörd	22
5.4	Markens råhet	23
5.5	Infiltration	24
5.6	Osäkerheter	25
6	Resultat	26
6.1	Nollscenarion	26
6.1.1	<i>Befintlig höjdsättning och Mälarvägens nya höjdsättning</i>	26
6.1.2	<i>Befintlig höjdsättning samt Mälarvägens och detaljplan Ekebo nya höjdsättning</i>	28
6.2	Framtida förhållanden med föreslagna skyfallslösningar	30
6.3	Möjliga konsekvenser för framkomlighet och fara för liv.	34
7	Slutsatser och rekommendationer	35

8 Referenser

36

Bilaga 1A Befintliga förhållanden - maximalt flöde

Bilaga 1B Befintliga förhållanden - maximalt vattendjup

Bilaga 1C Befintliga förhållanden - djup vid slut av regn

Bilaga 2A Framtida förhållanden - maximalt flöde

Bilaga 2B Framtida förhållanden - maximalt vattendjup

Bilaga 2C Framtida förhållanden - djup vid slut av regn

Bilaga 2D Skillnad i vattendjup befintliga och framtida förhållanden

1 Inledning

På uppdrag Upplands Väsby kommun har Norconsult tagit fram denna skyfallsutredning för planområdet Fyrklövern norr om Mälärvägen. Inom planen planeras två nya kvarter samt ett parkeringsgarage. Utredningen redovisar befintlig skyfallssituation utifrån två olika nollscenarion samt utreder vilka följder planerad exploatering med skyfallslösningar kan få.



Figur 1:1. Planområdet (markerat i svart) ligger i de centrala delarna av Upplands Väsby, väster om E4:an. Väster om planområdet går Väsbyån.

1.1 Syfte

Syftet med utredningen är att redovisa redan befintlig översvämningssituation samt att undersöka vilka konsekvenser planerad exploatering kan få ur ett skyfallsperspektiv inklusive skyfallsförebyggande åtgärder.

1.2 Planerad exploatering

Inom planområdet planeras totalt två nya flerbostadshus med källargarage samt ett parkeringsgarage och lokalgator. Mellan kvarter 2 och parkeringshuset planeras en skyfallsyta där placering och dimensioner valts utifrån genomförda skyfallssimuleringar, se Figur 1:2.

Söder om planområdet ligger Mälarvägen som under projektet håller på att anläggas samt en detaljplan med namn Ekebo.



Figur 1:2. Planområdet planeras innehålla två kvarter och ett parkeringshus. Mellan bostadshusen och parkeringsyta planeras en skyfallsyta. Söder om planområdet ligger Mälarvägen och detaljplanen Ekebo.

1.3 Underlag

Följande underlag har erhållits:

- Jordartskarta 1:25 000–1:100 000 SGU, i shp, SGU (2021-04-15)
- Fastighetskartan, i shp (2021-04-15)
- Laserdata utförd mars 2020 Upplands Väsby kommun, i las (2021-04-15)
- Ledningsnätets kapacitet, Upplands Väsby kommun mejlkontakt (2021-04-21)
- Skiss skyfallsytor, i dwg, Upplands Väsby kommun (2021-11-18)
- Ursprungligt bebyggelseförslag och planområdesgräns

- L-30-P-01 (2021-04-26)
- Höjdsättning planområde
 - T-33-P-0301 (2021-04-26)
 - T-33-P-0301 (2021-06-11)
 - T-33-P-0301 (2022-03-25)
- Höjdsättning Mälärvägen
 - T-33-P-222_Etapp4 (2021-04-08)
- Trädplanteringar Mälärvägen
 - L17-P401 (2020-11-06)
 - L16.6-406 (2018-05-25)
- Höjdsättning Detaljplan Ekebo
 - LM10-P01 (2021-05-11)

1.4 Förutsättningar

Utifrån hydraulisk beräkningsmodell har resultat från skyfallskarteringarna tagits fram och presenterats. Allt det material som tagits fram och levererats är i koordinatsystemet SWEREF99 18 00 och höjdsystemet RH 2000. Samtliga höjdnivåer i denna rapport refererar till dessa system.

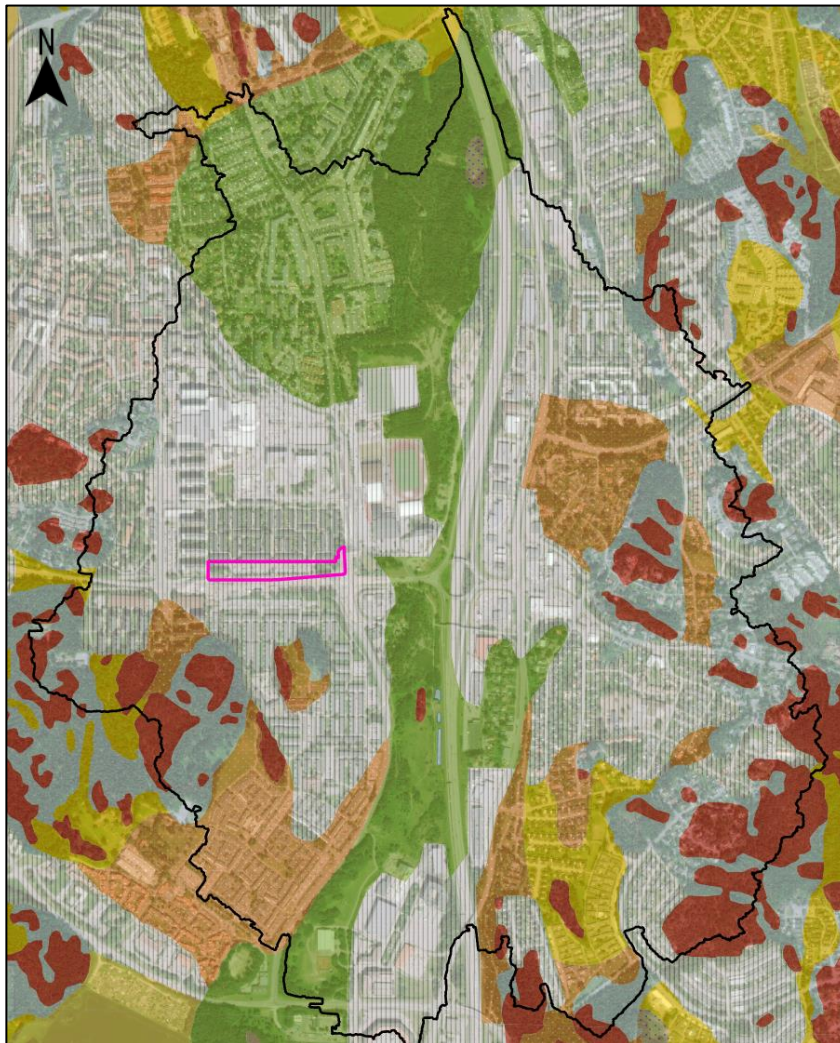
Ledningsnätet har antagits att ha en kapacitet på 5-årsregn utanför planområdet och 10-årsregn inom utifrån beställarens egen dagvattenmodell (mejlkontakt 2021-04-21). Det har därför gjorts ett avdrag för ledningsnätets kapacitet på ytor som antagits varit kopplade till dagvattennätet, det vill säga att ett mindre regn har lagts på dessa ytor jämfört med ytor som inte antagits varit kopplade.

I utredningen har det antagits att innergårdarna inom kvarter 1 och 2 kommer att utformas så att de kan omhänderta mindre regn och att vattnet vid ett skyfall kommer rinna bort från fasad och ut på norra lokalgatan. Innergårdarna på kvartersmark har därför simulerats som "stängda byggnader" (se figurer i avsnitt 6.2) för att vatten i modellen inte ska kunna fastna och ge missvisande resultat. För att säkerställa att vatten inte skapar en problematik bör det därför tas hänsyn till skyfallsnivån vid höjdsättning av innergårdarna.

2 Områdesförutsättningar

2.1 Geoteknik

Planområdet med omnejd består till största del av fyllning. Inom avrinningsområdet återfinns också isälvsediment och mindre partier av postglacial finsand, sandig morän, urberg och glacial lera (SGU, 2021).



Figur 2:1. Planområdet består av fyllning (vit randigt), vilket också är den dominerande jordarten i modellområdet. I resterande delar av modellområdet återfinns isälvsediment (grönt), postglacial finsand (orange), glacial lera (gul) sandig morän (blågrå), urberg (röd) (SGU, 2021).

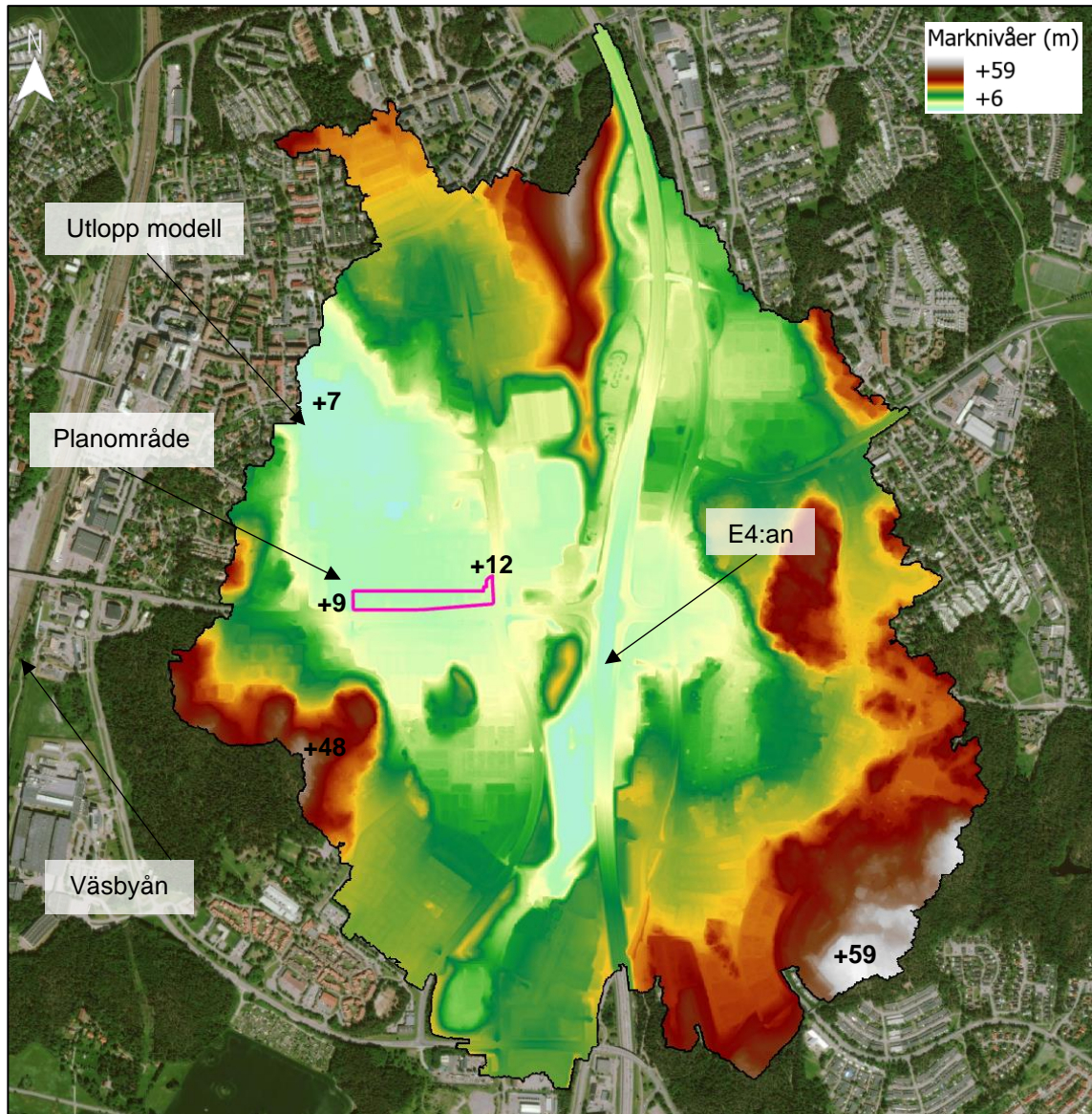
Hösten 2020 tog WSP fram en geoteknisk utredning för området (2020). Utifrån de geotekniska förhållandena togs två delområden fram; delområde 1 som inkluderar kvarter 1 och 2 samt skyfallsparken och delområde 2 som inkluderar parkeringshuset. I delområdet 1 bedömdes det översta jordlagret bestå av till stor del fyllning och därunder torrskorpelera och lera, på ytterligare djup finns växellagrad jord av sand och lera. I delområde 2 bedömdes det översta jordlagret bestå av ett lite djupare lager av fyllning (upp till ca 2 m), följt av torrskorpelera och växellagrad jord av sand och lera. Infiltrationen i området bedöms därför att vara begränsande.

Grundvattennivåerna inom planområdet bedömdes ligga på ca +5–6 m (RH2000) vilket motsvarar ca 3-4 m under markytan (WSP, 2020).

2.2 Avrinningsområde och marknivåer

Generellt kan avrinningsområden begränsas av barriärer i landskapet, antingen av naturliga vattendelare eller av någon form av konstruktion med avskärande funktion, som exempelvis en större väg. Höjddata i form av laserscanning med upplösning 1x1 (2020) meter har använts för att ta fram ett modellområde ur ett avrinningsperspektiv. Avrinningsområdet uppskattas vara omkring 391 ha, se Figur 2:2, med marknivåer från +7 till +59 m (RH 2000).

Avrinningsområdets utlopp är i de nordvästra delarna av modellområdet, därifrån avrinner vattnet mot recipient Väsbyån.



Figur 2:2. Modellområdet är markerat i svart, med innehållande marknivåer och täcker in delar av centrala Upplands Väsby.

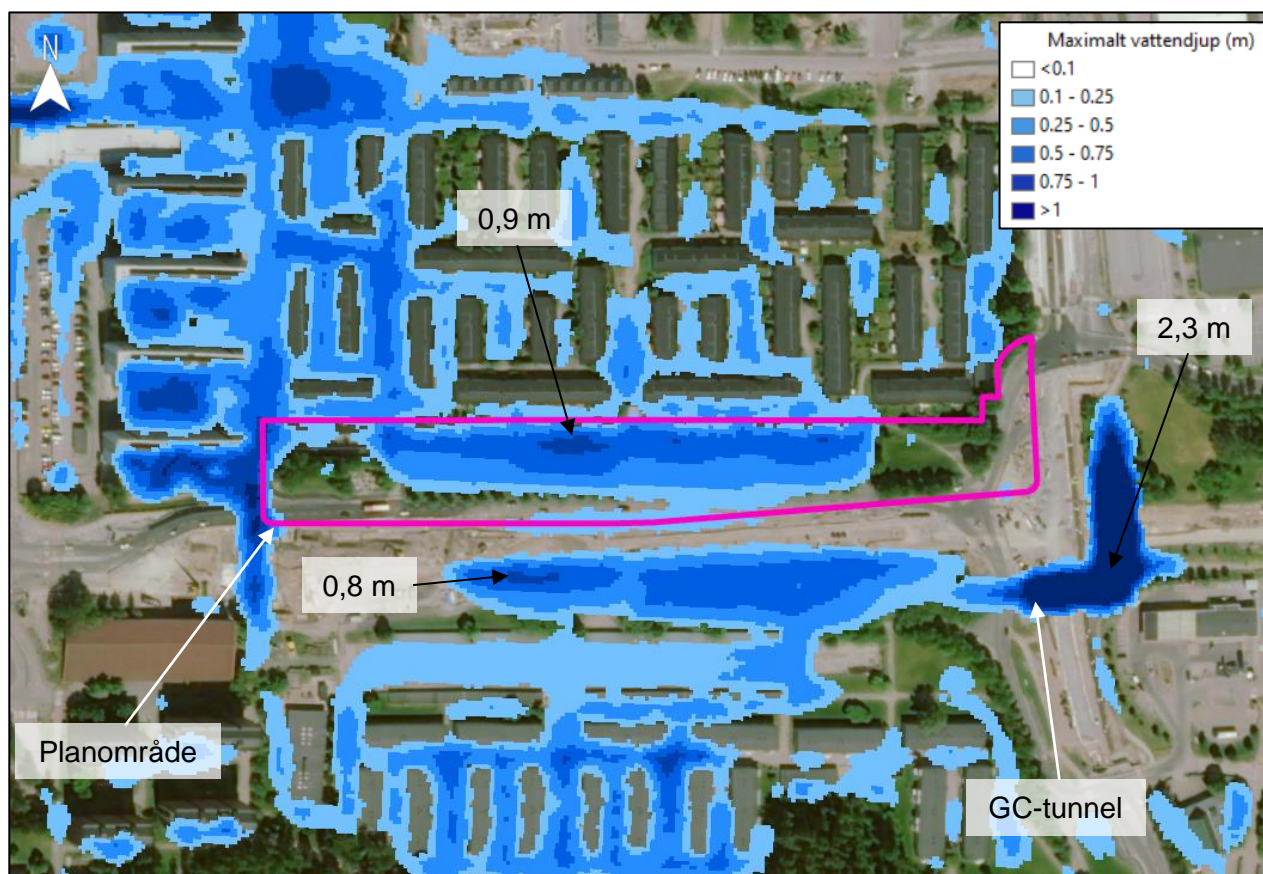
2.3 Befintligt ledningssystem

Enligt uppgifter ifrån Upplands Väsby kommun är ledningsnätet idag hårt belastat. Bedömningen är området kring Fyrklövern har kapacitet för ett 5-årsflöde utan klimatfaktor.

2.4 Länsstyrelsens skyfallskartering

I slutet på året 2020 tog Stockholms länsstyrelse fram en skyfallskartering för delar av Stockholms län där Upplands Väsby ingår. Skyfallskarteringen är gjord med hänsyn till befintlig höjdsättning och för ett regn med 100-års återkomsttid och en klimatafaktor på 1,3. Upplösningen i modellen är 2x2 m (Sweco, 2020).

Länsstyrelsens skyfallskartering påvisar stora vattendjup inom planområde och i angränsande områden, se Figur 2:3. I Länsstyrelsens kartering ingår också den gång- och cykeltunnel som byggs bort i och med anläggandet av nya Mälarvägen. En del av vattnet ifrån detaljplan Ekebo kan avrinna mot tunneln, som har ett maximalt vattendjup på ca 2,3 m.



Figur 2:3. Stockholms länsstyrelse skyfallskartering påvisa stora vattendjup vid ett regn med 100-års återkomsttid med klimatafaktor 1,3 (Sweco, 2020).

3 Myndigheters rekommendationer och bestämmelser gällande skyfallshantering

3.1 Planering av ny bebyggelse

Stockholms länsstyrelse rekommenderar att hantering av översvämningsrisker till följd av skyfall ska göras med utgångspunkt från de ställningstaganden som angetts för skyfallshantering i översiktsplanen (Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län, 2018). Det ska också säkerställas att den placering av byggnader som föreslås är lämplig bland annat med avseende på skyfallsrisker. Kommunen kan exempelvis styra markanvändningen så att låglänta områden reserveras för mångfunktionella ytor som kan översvämmas exempelvis i form av park eller naturmark där skyfallsproblematik föreligger. Ytor som är belägna på högre höjder kan på motsvarande sätt reserveras för bebyggelse. Länsstyrelserna betonar att kommunen i planbeskrivningen behöver förtydliga hur översvämningsrisken har hanterats genom att:

1. Redovisa hur detaljplanen förhåller sig till risken för översvämningsrisk. Det kan exempelvis göras baserat på den kommunövergripande skyfallskartering som kommunen tagit fram. Vid behov kan ett mer detaljerat underlag behöva tas fram. Exempelvis en mer detaljerad skyfallskartering baserat på en markmodell med minst 2x2 m upplösning som eventuellt kopplas till ledningsnätet i utredningsområdet för bättre noggrannhet.
2. Redovisa konsekvenser av den föreslagna exploateringen för områden med förekommande översvämningsrisk tillsammans med de riskreducerande åtgärder som föreslagits.
3. Redovisa vilka eventuella risker som inte hanterats i detaljplanen och varför.

Länsstyrelserna hänvisar även till Boverkets planbestämmelsekatalog, se Utdrag 1 från Boverkets planbestämmelsekatalog som säger att det är olämpligt att bebygga lågpunkter och avrinningsstråk med undantag för pelarkonstruktioner.

PLANBESTÄMMELSEKATALOGEN

Boverkets Planbestämmelsekatalog innehåller alla kända exempel på planbestämmelser som Boverket och tidigare motsvarande centrala myndigheter har rekommenderat i allmänna råd eller särskilda vägledning. En av de viktigaste parametrarna för att skydda byggnader från skador till följd av ett skyfall är att höjdsätta marken eller byggnaden i sig. Höjdsättning är också möjligt att använda för att trygga vägar som behöver vara framkomliga. Även befintliga avrinningsstråk över kvartersmark kan behållas med hjälp av höjdsättning i plankartan. Nedan exemplifieras planbestämmelser som kan användas för att skydda bebyggelse mot översvämningsrisker till följd av skyfall:

- Mark som ej får bebyggas. I princip är det olämpligt att bebygga lågpunkter och avrinningsstråk, med möjligt undantag för byggnation på pelarkonstruktioner. Skyfallsvägar ska därför vara fria från byggnation. (4 kap. 5 §)
- Markens höjd över nollplanet ska vara [hojd:decimaltal] m (4 kap. 5 § 1 st 2 p)
- Dagvattendike med en bredd av [bredd:decimaltal] meter och ett djup av [djup:decimaltal] meter [text] (4 kap. 5 § 1 st 2 p)
- Översvämningsyta (4 kap. 8 § 1 st 2 p)
- Vall med en höjd av [hojd:decimaltal] meter över anslutande marknivå (4 kap. 12 § 1 st 1 p)
- Anlagd våtmark med en yta av [yta:decimaltal] kvadratmeter (4 kap. 5 § 1 st 2 p)
- Endast källarlösa hus (4 kap. 16 § 1 st 1 p)
- Byggnaden ska utformas och utföras så att naturligt översvämnande vatten till nivå +00 inte skadar byggnaden (4 kap. 16 §)
- Markytan får inte hårdgöras (4 kap. 16 §)
- Damm. Största djup är [djup:decimaltal] meter [text] (4 kap. 5 § 1 st 2 p)
- Dagvatten ska avledas till [utforande:text] (4 kap. 16 § 1 st 1 p)
- Det krävs markklov, om kommunen har bestämt det i detaljplanen, för markåtgärder som kan försämra markens genomsläpplighet. (9 kap. 12 § 3 p)

All hänvisning till PBL 2010:900.

Utdrag 1. Från Boverkets Planbestämmelsekatalog.

Enligt Boverkets riktlinjer ska ny bebyggelse utföras med en sannolikhet för översvämning vid skyfall varje år på maximalt 1/100 och därmed återkomsttid på regn på över 100 år, se Tabell 1 (Boverket, 2020). Med utgångspunkt av detta har även Stockholms länsstyrelse valt 100-årsregn som lägsta säkerhetsnivå vid planering av ny bebyggelse. En högre säkerhetsnivå används ofta för planläggning av verksamheter av större samhällsviktig betydelse där översvämning leder till stora konsekvenser, till exempel räddningstjänst och större sjukhus (Boverket, 2020).

Tabell 1. Boverkets riktlinjer gällande ny bebyggelse med avseende på översvämning (Boverket, 2020).

Konsekvensklass	Årlig sannolikhet för översvämning Sjöar, vattendrag och hav	Årlig sannolikhet för översvämning Skyfall
Ny sammanhållen bebyggelse och samhällsviktig verksamhet	Beräknad högsta nivå/ Beräknat högsta flöde (1/10 000)	1/100
Samhällsfunktioner och bebyggelse av mindre vikt	1/200	1/100
Enklare byggnader, garage, båthus	-	-

3.1.1 Olika lagars rådighet

Vid planering av skyfall- och klimatanpassningsåtgärder är det viktigt att klargöra ansvarsfrågan för olika typer av regnförlopp. Förenklat reglerar Plan och bygglagen (PBL) och Lagen om allmänna vattentjänster, LAV, tillsammans normala regn och skyfall med en lägre återkomsttid än 10 år för ny och befintlig bebyggelse inom detaljplan och verksamhetsområde för dagvatten. Lagrummen hanterar således inte större skyfall för befintlig bebyggelse och utanför detaljplanelagt område och verksamhetsområde för dagvatten i ett avrinningsområde (Svenskt Vatten, 2018). Kommunen eller VA-huvudmannen ska dock alltid vara beredd att ta ställning till om det kan finnas behov av att utvidga verksamhetsområdet med hänsyn till skyddet för människors hälsa eller miljö inom kommunens gränser (Svenskt Vatten, 2016).

3.1.2 Skyfall och vikten av samverkan

En stor svårighet med att hantera skyfall i framtidens städer är att många av de yttre förutsättningarna så som höjdsättning och placering av byggnader, redan är beslutade och byggda. En ytterligare komplicerande faktor är att den lagstiftning som finns inte är skriven med skyfall och hållbar dagvattenhantering i åtanke. En avgörande faktor för att nå framgång i det skyfallsförebyggande arbetet är därför samverkan i samhällsbyggnadsprocessen, speciellt då ingen part har egen rådighet över skyfallshanteringen (Svenskt Vatten, 2018).

3.2 Skyfall och klimatförändringar

I IPCC:s sjätte utvärderingsrapport (AR6) framgår det att den globala medeltemperaturen kommer att öka till åtminstone mitten av 2000-talet oavsett utsläppsscenario. I takt med den ökade globala uppvärmningen kommer många förändringar i vårt klimatsystem kommer att öka, inkluderat skyfall (SMHI, 2021).

Klimatförändringar kommer att påverka nederbördsmonster i världen och i Sverige. Storleken på förändringarna beror i sin tur på nivåerna av växthusgaser i atmosfären till slutet av århundradet. Svårigheten blir därmed att uppskatta vilket framtidsscenario som är mest troligt med avseende på växthusgasutsläpp och utsläppsminskande åtgärder.

Vedertagen praxis är att utgå från klimatscenariot RCP 4.5. För RCP 4.5, uppskattas ett regn med 100-års återkomsttid bli 20–30 % mer kraftfullt (Svenskt Vatten, 2018) där den större procentsatsen hänger ihop med kortare varaktigheter (MSB, 2017). Det innebär i att ett regn som i dag betraktas som ett 100-årsregn kommer att inträffa oftare i framtiden. Om regnintensiteten exempelvis ökar med 25 % till slutet av seklet skulle det innebära att sannolikheten för ett befintligt 100-årsregn fördubblas (MSB, 2017). En ökning med 25% (klimatfaktor 1,25) är också det som valts i denna skyfallsutredning.

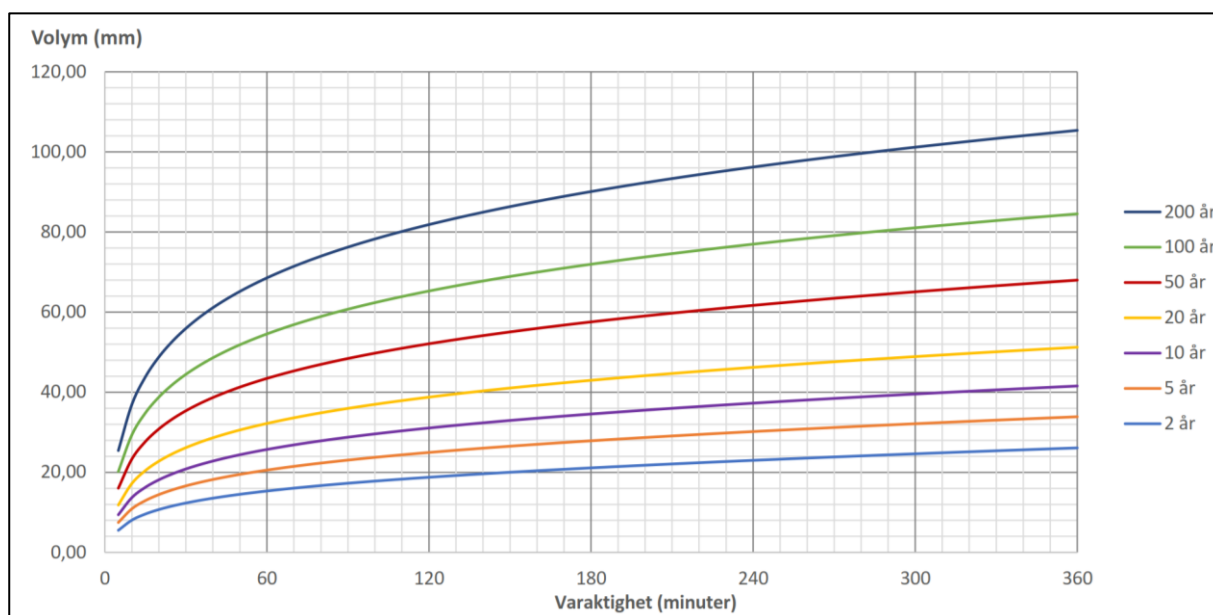
4 Skyfallsteori

4.1 Skyfall i urbana miljöer

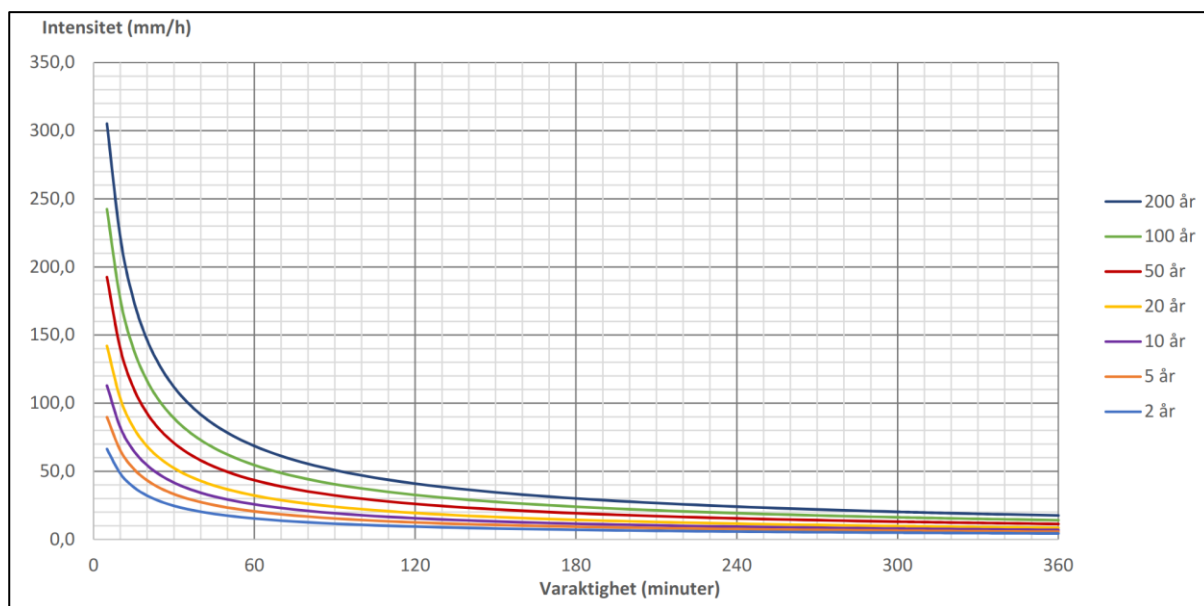
Skyfall innebär att stora mängder nederbörd faller under en kort tid. Enligt SMHI ska intensiteten för ett regn överstiga 50 mm/timme eller 1 mm/minut för att regntillfället ska definieras som skyfall (MSB, 2017). Svenskt Vatten (2018) menar dock att en sådan definition inte är helt tillämplig för skyfall i urbana miljöer där det i stället är den totala tiden under vilket ett regn med en viss intensitet faller, den så kallade regnvaraktigheten, som är avgörande för markavrinningen.

Sambanden kan åskådliggöras med så kallade volym-varaktighetskurvor, se Figur 4:1, som visar att regnvolymen ökar med en högre regnvaraktighet. På motsvarande sätt minskar intensiteten för ett regn med en längre varaktighet, vilket kan visas i så kallade intensitets-varaktighetskurvor, Figur 4:2.

Både Figur 4:1 och Figur 4:2 visar att det inte finns ett entydigt "100-årsregn". Om samma storlek på ett regn, exempelvis 60 mm, faller på 20, 130 minuter respektive 300 minuter kommer den återkomsttiden variera mellan 100, 20 eller 10 år. Konsekvenserna av ett regn med 100 års återkomsttid i en stadsmiljö kan således variera kraftigt beroende på om regnet varar i 10 minuter eller 2 timmar även om regnet vid båda tillfällen teoretiskt kan definieras som ett "100-årsregn".



Figur 4:1. Grafen visar volym och varaktighetskurvor för regn med olika återkomsttid.



Figur 4.2. Grafen visar intensitets- och varaktighetskurvor för regn med olika återkomsttid.

4.2 Återkomsttid

Begreppet återkomsttid kan vidare illustreras som en riskfaktor. Den återkomsttid som väljs för att dimensionera ett avrinningsystem speglar också den bakomliggande risken som samhället tar med avseende på skyfall (Svenskt Vatten, 2018). Sannolikheten för att ett regn med en viss återkomsttid ska inträffa eller överträffas är $1/T$ för varje enskilt år, oberoende av när händelsen inträffade senast. Sannolikheten för att ett 100-årsregn ska inträffa under en period på 100 år är därför 63%.

4.2.1 Skyfall och dagvatten

Avrinningsförloppen vid normala regn och skyfall ser olika ut. Vid mer vanliga regn är volymen liten och huvuddelen hanteras i grönytor eller i ledningsnät. Vid extrema regn eller skyfall fylls ojämnheter i marken snabbt upp och ledningsnät går fulla vilket gör att en stor del av vattnet rinner ytledes mot större lågpunkter och recipienter (Svenskt Vatten, 2018).

Skyfall i Sverige inträffar i stor utsträckning under juli och augusti då grundvattennivåerna generellt sett är låga. Detta gör att gröna ytor har en viss infiltrationskapacitet som beror på de underliggande jordarterna (MSB, 2017).

För att bland annat öka infiltrationsmöjligheterna kan kommunerna jobba med planbestämmelser som reglerar minsta andel infiltrationsvänliga ytor eller största tillåtna andel hårdgjort. Planbestämmelserna är nödvändiga för att minska ytavrinningen och dagvattenföroreningar vid mer vanliga regn.

4.2.2 Skyfall och ledningsnätets kapacitet

Vid det skyfall som drabbade Malmö 2014, som av SMHI klassades som ett 100-årsregn (SMHI, 2014), uppskattas att endast en femtedel av den totala regnvolymen hanterades i ledningsnätet. Skyfallet i Malmö visar på hur stora skyfall kan vara i förhållande till den kapacitet som finns i dagvattenledningsnäten. Att

dimensionera ledningsnät för att hantera skyfallsvolymer med långa varaktigheter är därför inte ekonomiskt försvarbart ur ett samhälleligt perspektiv. Detta betonas inte minst i Svenskt Vattens (2016a) publikation P110.

På motsvarande sätt är det ofta inte heller lämpligt eller rekommenderat att hantera skyfall enbart i underjordiska magasin. Förutom själva utmaningen med att få allt vatten att flöda till magasinet vid ett skyfallstillfälle vilket i sig kräver återkommande skötsel, är underjordiska lösningar ofta betydligt dyrare att sköta och anlägga än öppna lösningar. Öppna lösningar går dessutom att ge en multifunktionell användning som exempelvis parker, fotbollsplaner mm och kan även bidra till ekosystemtjänster. På så sätt kan anläggningen nyttjas även vid tillfällen när det inte regnar väldigt intensivt.

5 Skyfallmodell Fyrklövern

Det är omöjligt att förutsäga när eventuella skyfall kommer drabba ett visst område och hur kraftiga dessa kommer vara. Det är däremot möjligt att analysera planområdets sårbarhet för ett skyfall, vilket är huvudsyftet med den här utredningen.

Skyfallskarteringen har genomförts med en tvådimensionell hydraulisk modell som byggts upp i programvaran MIKE 21. Skyfallsförloppet i modellen beräknas genom att lösa Navier-Stokes ekvationer som bygger på bevarandet av massa och rörelsemängd.

Skyfallskarteringen grundas på riktlinjer, rekommendationer och vägledning från Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) i kombination med Länsstyrelsens rekommendationer (Länsstyrelserna, 2018) och Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps, MSB:s, rapport *Vägledning för skyfallskartering* (MSB, 2017).

5.1 Beräkningsförutsättningar

I utredningen har en skyfallmodell tagits fram för att utreda hur ett klimatanpassat 100-årsregn påverkar planområdet för befintlig situation samt för framtida struktur och höjdsättning. Ett flertal simuleringar har också gjorts för att utreda vad fördröjning av olika volymer ger för effekt inom planområdet. Underlag har erhållits löpande, de olika simuleringarna redovisas i Tabell 2. I denna utredning redovisas endast nollalternativen samt den sista skyfallssimuleringen av nytt exploateringsförslag och skyfallslösningar (2022-03-17).

Då ombyggnationen av Mälarvägen har skett under projektets gång samt att detaljplanen Ekebo (uppströms planområdet) sen tidigare är en godkänd plan simulerades dessa som alternativa befintliga scenarion.

Tabell 2. De olika simuleringarna har gjorts löpande då nytt underlag erhållits och för att simulera skyfallsåtgärder.
*Nedladdad från Webforum. **Reglerat i regnfil

Scenario		Bebyggelse	Simulerat regn	Resultat daterat
Befintlig situation	- Befintlig höjdsättning - Ny höjdsättning Mälärvägen (2021-04-08*)	Befintlig bebyggelse	100-årsregn med klimatafaktor 1,25	2021-05-19
	- Befintlig höjdsättning - Ny höjdsättning Mälärvägen (2021-04-08*) - Ny höjdsättning Ekebo (erhållen 2021-05-11)	Befintlig bebyggelse Ny struktur Ekebo (2021-04-26*)	Avdrag 5-årsregn utan klimatafaktor för ledningsnät	2021-05-27
Framtida situation	- Ny höjdsättning planområde (2021-04-26*) - Ny höjdsättning Mälärvägen (2021-04-08*) - Ny höjdsättning Ekebo (erhållen 2021-05-11)	Ny struktur inom planområde (2021-04-26*) Ny struktur Ekebo (2021-04-26*)	100-årsregn med klimatafaktor 1,25 Avdrag 5-årsregn utan klimatafaktor för ledningsnät Avdrag 10-årsregn utan klimatafaktor för ledningsnät inom planområdet	2021-06-15
	- Höjdsättning + struktur enligt ovan - Fördröjning av ca 5 000 m ³ inom Ekebo			2021-06-13
	- Höjdsättning + struktur enligt ovan - Fördröjning av ca 10 000 m ³ inom Ekebo			2021-06-14
	- Ny höjdsättning planområdet (erhållen 2021-06-18) - Fördröjning av ca 13 100 m ³ inom Ekebo - Fördröjning av ca 400 m ³ i rörmagasin**			2021-06-30
	- Ny höjdsättning planområdet (erhållen 2021-06-18) - Fördröjning av ca 1 300 m ³ inom planområdet samt ca 4 870 m ³ inom Ekebo - Fördröjning av ca 400 m ³ i rörmagasin**	Borttagning av kvarter 3 inom både planområde och Ekebo		2021-07-01
	- Ny höjdsättning planområdet (erhållen 2021-06-18) samt höjning av lokalgator, torg samt övriga ytor inom planområdet - Fördröjning av ca 2 100 m ³ i skyfallsyta och ca 600 m ³ i fiktiva diken inom planområde	Borttagning av kvarter 3 inom endast planområdet		2021-09-17
	- Ny höjdsättning planområdet (erhållen 2021-06-18) samt höjning av torg och västra delen av norra lokalgatan - Fördröjning av ca 2 250 m ³ inom planområde samt ca 4 420 m ³ inom Ekebo - Fördröjning av ca 400 m ³ i rörmagasin**	Borttagning av kvarter 3 inom både planområde och Ekebo		2022-01-14
	- Ny höjdsättning planområdet (erhållen 2022-02-25) där torg och lokalgator höjts - Fördröjning av ca 2 250 m ³ inom planområde samt ca 4 420 m ³ inom Ekebo - Fördröjning av ca 400 m ³ i rörmagasin	Borttagning av kvarter 3 inom både planområde och Ekebo		2022-03-17

5.2 Terrängmodell

För befintliga förhållanden har en terrängmodell byggts upp med befintliga höjder och strukturer med undantag för Mälärvägen och detaljplan Ekebo. Modellgränserna har anpassats till det topografiska avrinningsområdet som är ca 391 ha. Höjddata bygger på laserdata med en noggrannhet på 0,5 m, men upplösningen valdes till 1x1 m för att kunna köra simuleringen inom rimliga tidsramar. Befintliga byggnader har erhållits från Fastighetskartan och har höjts upp med ett schablonvärde om 5 meter. I Tabell 2 redovisas vilken höjdsättning och struktur inom detaljplan Ekebo och Mälärvägen som har använts i respektive befintlig simulering.

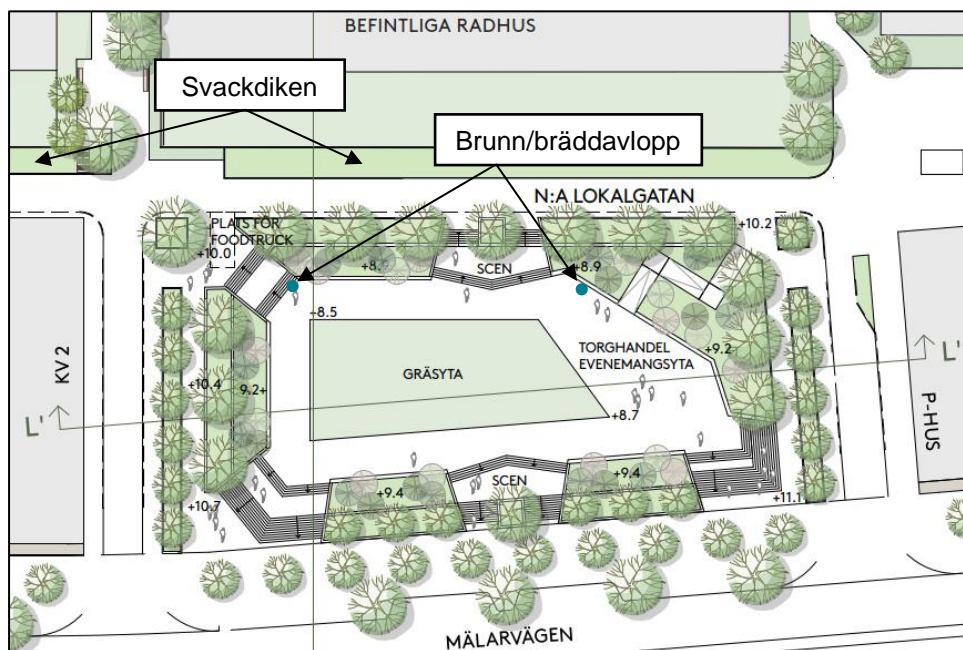
Nedströms planområdet fanns ett flertal schaktgropar i höjddatat, dessa fylldes upp innan simulering. I höjdmodellen finns ett antal gång- och cykelgenomgångar som har justerats för att tillåta vattnet att flöda genom ovanliggande vägbanor. Detta har gjorts genom att sänka ned vägbanornas marknivåer till underliggande gång- och cykelbanas nivå för de berörda cellerna.

För simuleringar av framtida situation har planerad bebyggelse och höjdsättning (vägar, torgytor, nedsänkta växtbäddar etc.) inom planområdet justerats i modellen. Utifrån resultat av tidigare simuleringar har skyfallslösningar tagits fram och simulerats. Kvarter 1 och 2 inom planområdet har simulerats som stängda byggnader, se figurer i avsnitt 6.2, för att vatten inte ska kunna fastna på innergårdarna. Detta beror på att det förutsätts att innergårdarna utformas så att vattnet vid ett skyfall ytligt rinner bort från fasad och ut mot norra lokalgatan.

5.2.1 Skyfallslösningar

Inom planområdet föreslås att anläggas en skyfallsyta samt svackdiken för att omhänderta de stora mängder vatten som flödar in från Mälärvägen. Inom planen bedöms att ca 2 250 m³ rymmas i skyfallsytan och inom detaljplanen för Ekebo ca 4 000 m³.

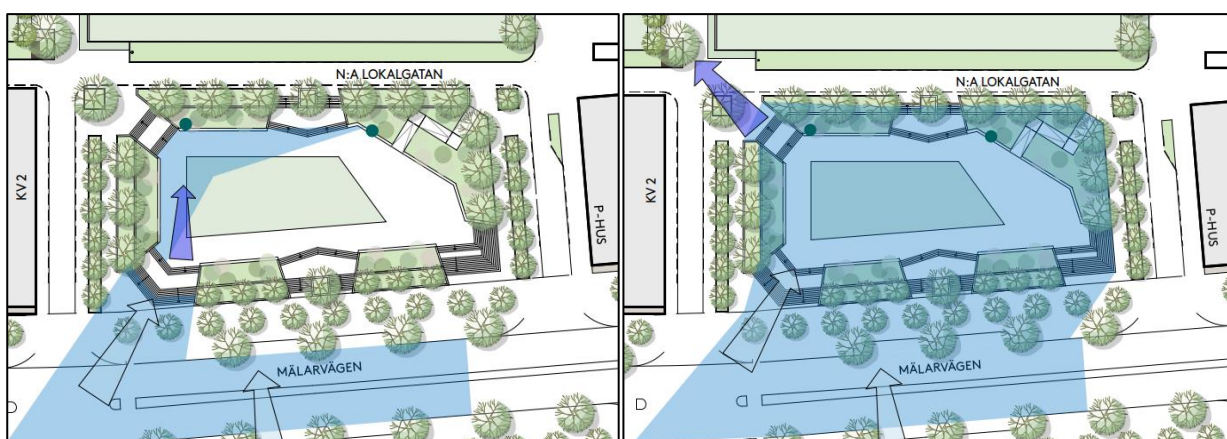
Skyfallsytan inom planområdet kommer att bestå av en nedsänkt park med bland annat gräsområde, torgyta samt möjlighet för evenemang. På så sätt kommer ytan kunna nyttjas även vid mindre regn eller ingen nederbörd alls, se Figur 5:1. Området kommer att nås via trappor samt en gångbana i det nordöstra hörnet.



Figur 5:1. Skyfallsytan kommer att bestå av en multifunktionell grön park. Bunnar är placerad i parkens norra del.

Skyfallsytan kommer att samverka med planerade rörmagasin i norra lokalgatan via de två bräddavloppen. Med föreslagen lösning kommer rörmagasinen kommunicera med skyfallsytan innan rörmagasinen är fulla vid hjässa och ytan kan därför nyttjas även vid mindre regn. Om det inte är önskvärt att ha vatten i parken förutom vid skyfall föreslås att sätta in backventiler/bakvattenstopp.

Vid kraftiga skyfall då Mälärvägen svämmar över kommer vatten börja rinna in i parken via det sydvästra hörnet. Till en början kan vattnet tappas av via brunnarna, men då ledningsnätet troligtvis kommer gå fullt vid ett skyfall kommer parken fyllas upp. I de fall då hela parken vattenfylles kommer vattnet bräddas ut mot svackdikena i norra lokalgatan via det nordvästra hörnet.



Figur 5:2. Till vänster: När Mälärvägens lågpunkt fylls upp rinner vattnet in i skyfallsytan via det sydvästra hörnet. Till höger: I de fall då hela skyfallsytan fylls upp bräddas vattnet ut till svackdiken i norra lokalgatan via parkens nordvästra hörn.

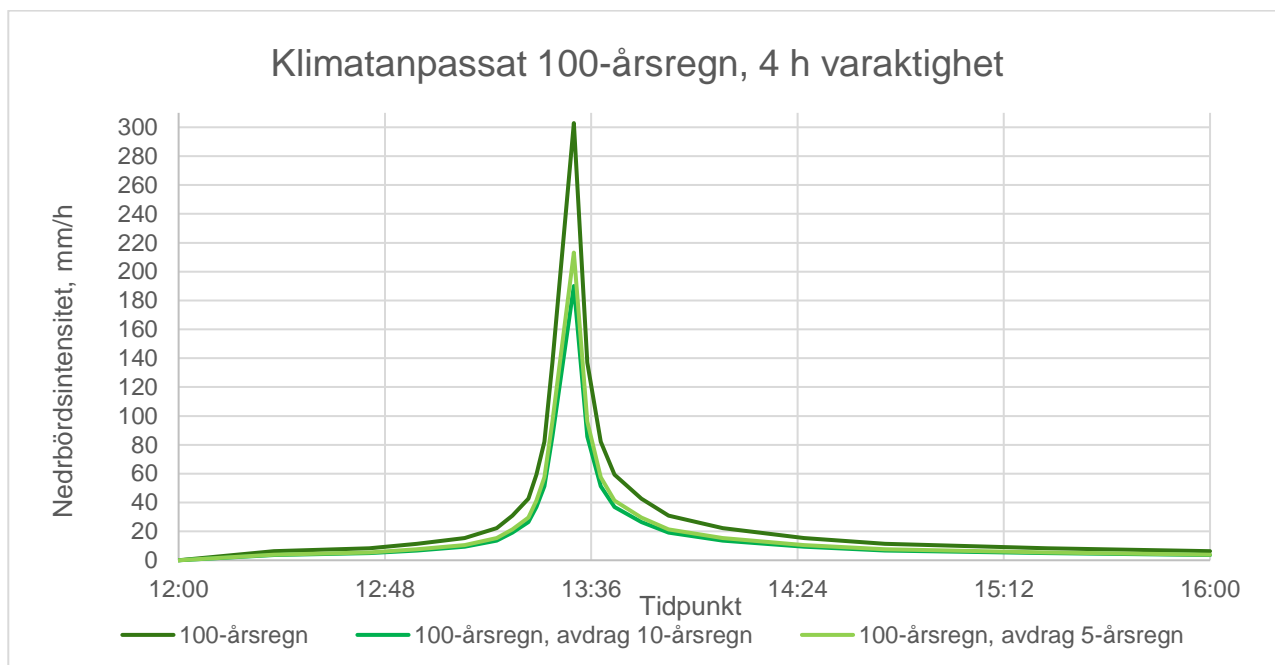
Svackdikena längst med norra lokalgatan kommer vid skyfall kunna magasinera lite av skyfallsvattnet men också avleda vattnet mot Arkadstråket på ett kontrollerat sätt.

5.3 Nederbörd

Vid skyfallskarteringar används konstruerade regntillfällen, så kallade designregn. Även om korttidsnederbörd, det vill säga skyfall, har betydande regionala skillnader (för regnvaraktigheter upp till 12 timmar (Olsson, o.a., 2017), används regnserier från P104 (Svenskt Vatten, 2011) som bygger på intensitets-varaktighetssamband som gäller för hela Sverige då kommunen i det här fallet inte har någon egen regnserie. För att ta hänsyn till framtidens klimat används, en klimatfaktor på 1,25 enligt rekommendationer från Svenskt Vatten P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Skyfallskarteringen för Fyrklövern norr om Mälärvägen har modellerats med ett 100-årsregn med klimatfaktor. Varaktigheten på regnet valdes till 4 timmar utifrån rinntid i avrinningsområdet. Designregnet som har använts är av så kallad CDS-typ, vilket består av flera blockregn med olika intensiteter och varaktigheter, se Figur 5:3.

I samråd med Upplands Väsby kommun (2021-04-15) har kapaciteten i dagvattenledningsnätet antagits motsvara ett 5-årsregn utan klimatfaktor. Ett schablonmässigt avdrag har därför gjorts för alla hårdgjorda ytor som antas vara ansluta till ledningsnätet (byggnader, vägar och hårdgjorda industriområden). Avdraget motsvarar ett 5-årsregn utan klimatfaktor av CDS-typ. I framtida scenario antas kapaciteten inom planområdet att öka och ett avdrag har gjort med ett regn på 10-års återkomsttid inom planen. På övriga ytor i modellområdet har regnets fulla intensitet använts, se Figur 5:3.



Figur 5.3. CDS-regn som använts i skyfallskarteringen med 100 års återkomsttid. Mörkgrön linje visar regnets fulla intensitet. Grön linje visar intensiteten efter att avdrag på ett 10-årsregn har gjorts för ledningsnätets kapacitet och har använts inom planområdet. Den ljusgröna linjen visar intensiteten efter ett avdrag av ett 5-årsregn som gjorts på resterande hårdgjorda ytor.

Sammanfattningsvis har modellytan har belastats med tre olika regn för att kunna ta hänsyn till antagen kapacitet i ledningsnätet:

- 100-årsregn 4 h varaktighet med klimatfaktor 1,25 för alla grönytor. Motsvarar regnmängd 96,2 mm.
- 100-årsregn 4 h varaktighet med klimatfaktor 1,25 minus blockregn med återkomsttid 5 år utan klimatfaktor för alla ytor utanför planområdet som antas vara kopplade till ledningsnätet (hårdgjorda ytor). Motsvarar regnmängd 66,0 mm.
- 100-årsregn 4 h varaktighet med klimatfaktor 1,25 minus blockregn med återkomsttid 10 år utan klimatfaktor för planområdet. Motsvarar regnmängd 58,9 mm.

Det planeras att anlägga tre rörmagasin under svackdiked längs med norra lokalgatan i samband med exploateringen. De två första rörmagasinen kommer att förbättra ledningsnätskapaciteten inom planområdet och det tredje magasinet kommer också kunna fördröja vatten vid ett skyfall, ca 400 m³. Denna volym har räknats av nederbörden som faller inom planområdet. Rörmagasinen förbättrar situationen inom planområdet men bidrar också till att utjämna flödet och kompensera för områden nedströms som lider av kapacitetsbrist idag.

5.4 Markens råhet

När vatten rinner över en yta uppstår energiförluster till följd av friktion mellan vatten och markytan. Hur stor denna förlust blir beror till stor del på markens råhet och påverkar vattnets utbredning, djup och hastighet. Markens råhet beskrivs med hjälp av Mannings tal, M [m^{1/3}/s]. Generellt har gröna ytor mycket lägre Mannings

tal än impermeabla ytor såsom betong och takytor, det innebär att de gröna ytorna har ett större flödesmotstånd och motverkar översvämningens utbredning. För att bestämma markens råhet för olika ytor användes Lantmäteriets översiktskarta som innehåller information om markanvändning. Värderna som använts i skyfallskarteringarna presenteras i Tabell 3.

Generellt består avrinningsområdet av bebyggelse med inslag av öppen mark och skog. Då området har en del höga lutningar och består av en stor andel hårdgjort har hårdgjorda ytor ansatts till 50 för att minska risken för höga hastigheter och instabiliteter kring vägar med stor lutning.

Tabell 3. Värderna på Mannings tal som använts i skyfallskartering för olika ytor med utgångspunkt från MSB (2017), Vägverket (2008) och Chow (1959). Ytorna har klassats utifrån Lantmäteriets översiktskarta.

Markanvändning	Mannings tal M
Vägar, takytor och vatten	50
Hög bebyggelse	35
Låg bebyggelse	30
Öppen mark	25

5.5 Infiltration

Markens infiltrationskapacitet styr hur mycket och hur snabbt vatten kan infiltrera genom markytan. I skyfallsberäkningarna har en infiltrationsmodul använts som tar hänsyn till markens porositet, magasinskapacitet, perkolation och initial vattenhalt. Information om jordarter i området har erhållits från SGU:s jordartskarta. Värderna som använts i skyfallskarteringarna presenteras i Tabell 4.

Tabell 4. Värderna som använts i infiltrationsmodulen för olika jordarter och beskriver infiltrationskapacitet, porositet, mäktighet, perkolation samt initial vattenhalt. Information om jordarter har hämtats från SGU:s Jordartskarta.

Jordart	Infiltration (mm/h)	Porositet (-)	Mäktighet (m)	Perkolation (mm/h)	Vattenhalt (%)
Svallsediment grovsand	90	0,4	0,3	18	20
Isälvs sediment	72	0,4	0,3	14	20
Morän	36	0,4	0,3	3,6	20
Yngre granit	36	0,4	0,1	0,04	20
Torv	18	0,4	0,3	2	40
Lera	4	0,4	0,3	0,04	45
Hårdgjort/vatten	0	0,05	0,1	0	0

5.6 Osäkerheter

Modellering av skyfall är förknippat med flera antaganden och osäkerheter. Här beskrivs några av osäkerheterna som behöver beaktas vid ett användande av resultaten.

Att göra ett schablonmässigt avdrag för ledningsnätets kapacitet innebär vissa begränsningar. Förutom att man inte får med interaktionen mellan markavrinning och uppfyllnad av ledningsnät för varje tidssteg i modellen kan kapaciteten variera för olika ledningar i ett område vilket är svårt att simulera med ett schablonavdrag. Osäkerheten ökar dessutom om regnets återkomsttid ligger nära ledningsnätets kapacitet. För stora regn, där ledningsnätets kapacitet antas motsvara en mindre andel av regnets totala volym, blir osäkerheten mindre (MSB, 2017). I det här fallet har ett 100-årsregn modellerats och ledningsnätets kapacitet uppskattats till mellan ett 5- och ett 10-årsregn utan klimatfaktor.

Skyfall inträffar vanligtvis lokalt och kan variera stort i både tid och rum. Att mäta upp variationen ställer höga krav på ett tätt nät av nederbördsmätare med hög upplösning (MSB, 2017) något som ofta inte finns tillgängligt. Att skyfall med en lång återkomsttid dessutom är sällsynta innebär också att det finns få historiskt uppmätta episoder att relatera modelleringsresultaten gentemot. Av den här anledningen simuleras skyfall i MIKE21 genom att det regnar lika mycket på varje beräkningscell för varje tidssteg trots att beräkningsområdet kan vara relativt stort som i det här fallet.

Markens råhet, som beskrivs av Mannings tal, är en annan faktor som bidrar med osäkerhet. Markanvändningskategorier varierar mellan olika skyfallssimuleringar och flera värden förekommer i litteraturen. Osäkerheten från valet av markråhet är svår att kvantifiera, men kan tänkas öka om väldigt generella kategorier används i ett område där markanvändningen varierar stort.

Modellens upplösning bidrar också med osäkerhet i skyfallskarteringar. Det kan exempelvis göra att det fastnar regn vid en byggnad fast det i verkligheten borde avrinna bort från byggnaden. Detta blir tydligast vid flacka områden där marken inte har en betydande lutning. För detaljerad åtgärdsplanering rekommenderar därför MSB (2017) att upplösningen inte är större än 2x2 meter. Viktigt att beakta är att det finns faktorer som bidrar med större osäkerhet än modellens upplösning, exempelvis ledningsnätets kapacitet och markens infiltrationskapacitet (MSB, 2017).

Infiltrationskapaciteten kan exempelvis uppskattas utifrån SGU:s jordartskartor. Värden från SGU:s kartor är generella och fångar typiskt inte upp den stora variation som kan förekomma i marken. Detta gäller särskilt i städer där marken kan vara uppluckrad och olika former av fyllnadsmassor kan förekomma. Det finns inte heller några referensvärden för olika jordarters infiltrationsförmåga i de vägledningarna som finns framtagna för skyfallskarteringar varför en känslighetsanalys var särskilt motiverat i den här utredningen.

Vidare är det värt att påpeka att resultatkartorna för maximalt vattendjup endast visar ögonblicksbilder och inte hur länge olika platser översvämmas. Med avseende på risken för skador och olyckor är det betydligt värre att vatten står under en längre tid än om de endast inträffar under själva regntillfället där det troligtvis inte är lika hög trafikbelastning. Därför redovisas även resultat med stående vatten precis efter skyfallet ("kl 16.00" enligt Figur 5:3).

Slutligen spelar själva regntillfället roll för vilka konsekvenser ett skyfall kan leda till. Om ett skyfall inträffar efter en tid med regn där marken redan är mättad kan konsekvenserna bli betydligt värre i jämförelse med ett scenario där det finns magasinetskapacitet i marken, speciellt för ett område med genomsläppliga jordarter. I det här fallet tros detta vara en faktor som bidrar med lite osäkerhet eftersom stora delar av utredningsområdet är hårdgjort och består av lera med låg genomsläpplighet.

6 Resultat

Ifrån simuleringen erhålls resultat för varje tidssteg samt de maximala värdena i varje cell. Redovisade maxflöden och maximala vattendjup är momentana och uppstår därför inte samtidigt i alla celler utan kan ske i olika tidssteg.

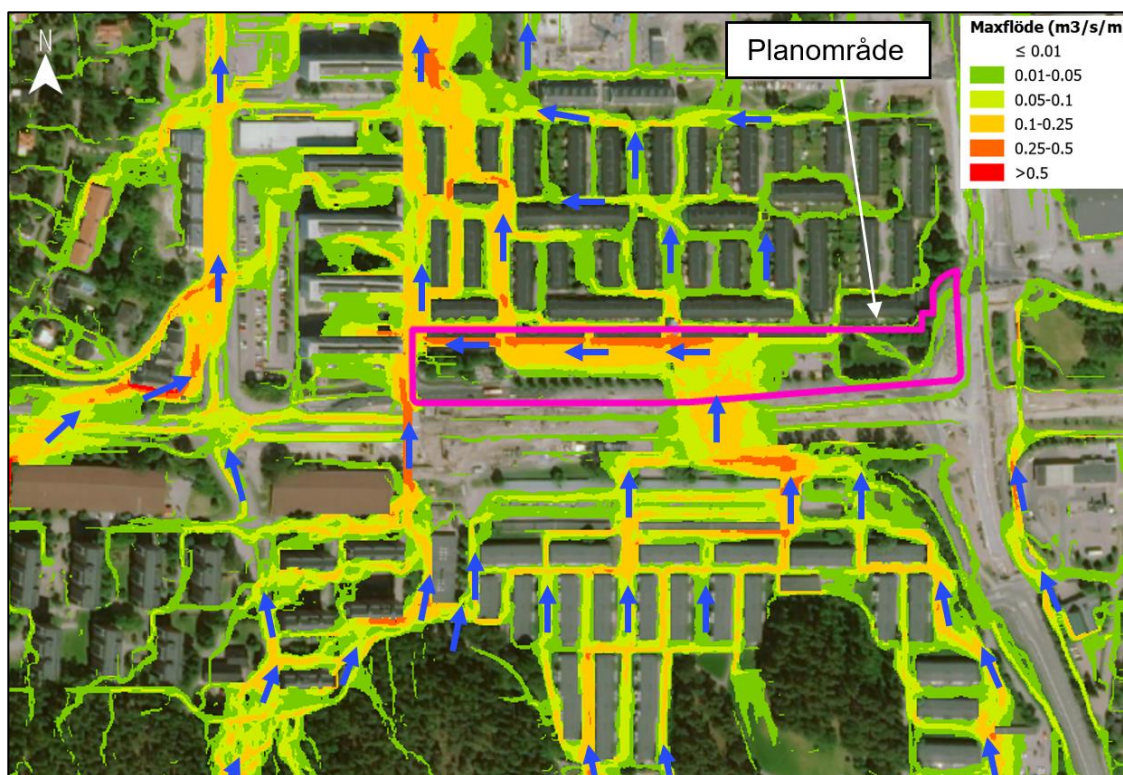
6.1 Nollscenarion

Mälarvägen var vid utredningens början redan projekterad och till viss del även anlagd. Då Mälarvägens nya höjdsättning påverkar planområdet i allra högsta grad beslutades i samråd med kommunen att genomföra två nollalternativ, där det första var med Mälarvägens nya höjdsättning. Det andra alternativet genomfördes med Mälarvägens nya höjdsättning samt struktur inom detaljplanen för Ekebo som ligger söder om Mälarvägen. Detta då planen vid projektets start redan var godkänd och på så sätt kunde ses som en befintlig förutsättning.

Resultaten visar att det undersökta 100-årsregnet för befintliga förhållanden skulle orsaka stor översvåmningsproblematik inom planområdet.

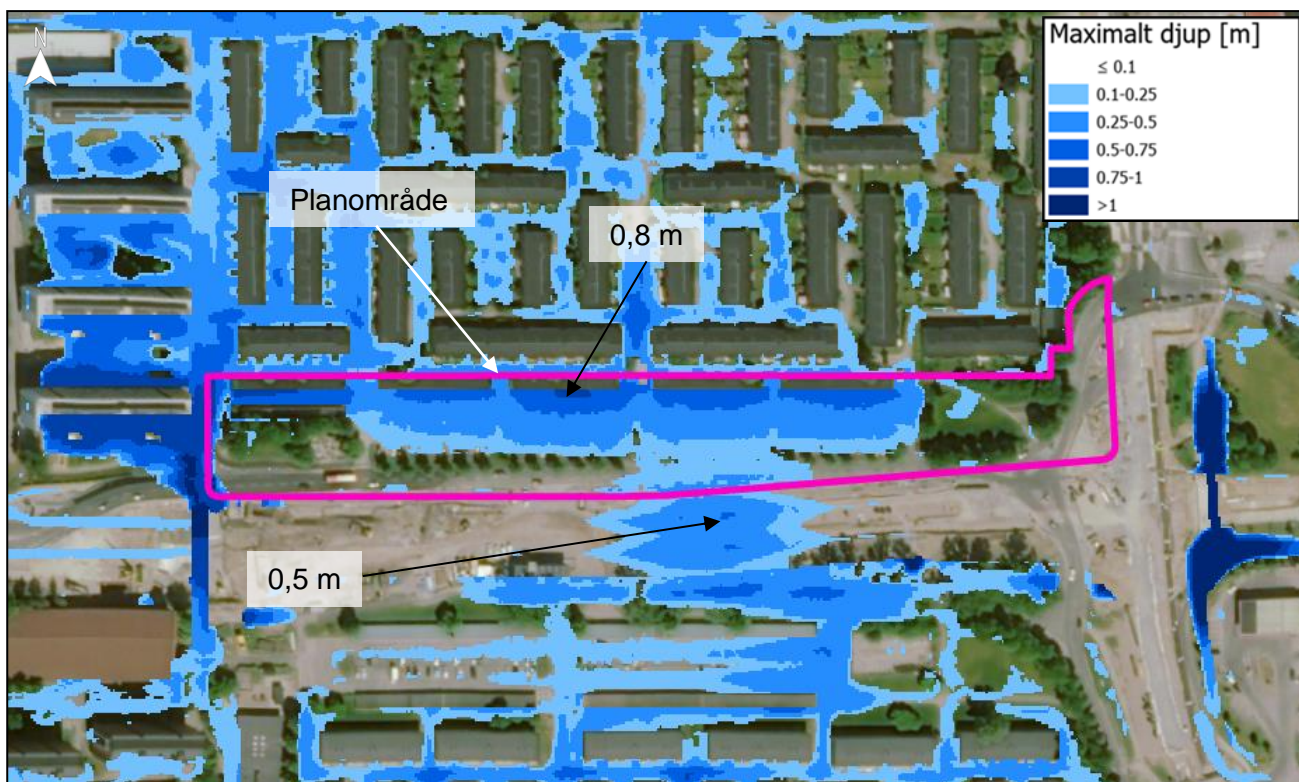
6.1.1 Befintlig höjdsättning och Mälarvägens nya höjdsättning

Mälarvägens nya höjdsättning innebär förutom att gång- och cykeltunneln byggs igen också att en ny projekterad lågpunkt har placerats i höjd med planområdets mitt. Detta innebär att vatten söderifrån kan flöda in i planområdet, till skillnad från Länsstyrelsens kartering då det var en vattendelare i höjd med Mälarvägens sträckning. Flera biflöden från skogspartier och befintlig bebyggelse söder om planområdet bildar en stor flödesväg genom detaljplan Ekebo och över Mälarvägen, se Figur 6:1.



Figur 6:1. Maximalt vattenflöde vid ett 100-årsregn med klimafaktor 1,25. Planområdet är markerat i rosa och principiella flödesvägar med blåa pilar.

Det maximala vattendjupet vid ett klimatanpassat 100-årsregn med Mälarvägens nya höjdsättning redovisas i Figur 6:2. Vattendjupet på Mälarvägen står som maximalt upp mot 0,5 m i den djupaste delen av lågpunkten vilket innebär att framkomligheten för fordon och räddningstjänst blir starkt begränsad. Inom planområdet ansamlas mycket vatten på parkeringen framför befintlig bebyggelse med nivåer upp till 0,8 m. Resultatet visar liksom Länsstyrelsens kartering att befintlig bebyggelse skulle få stor problematik vid ett 100-årsregn.

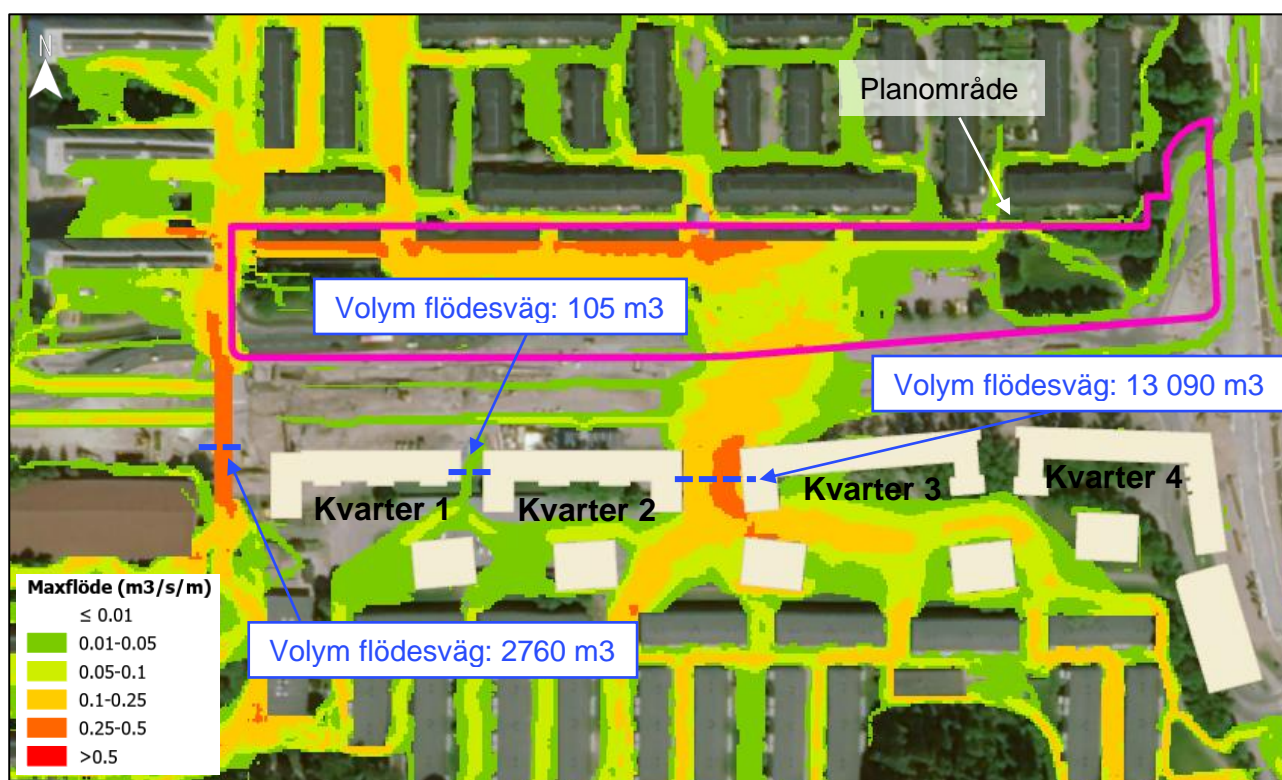


Figur 6:2. Maximalt vattendjup vid ett 100-årsregn med klimatafaktor 1,25. Vattnet ställer sig på Mälarvägen upp mot 0,5 m.

6.1.2 Befintlig höjdsättning samt Mälärvägens och detaljplan Ekebo nya höjdsättning

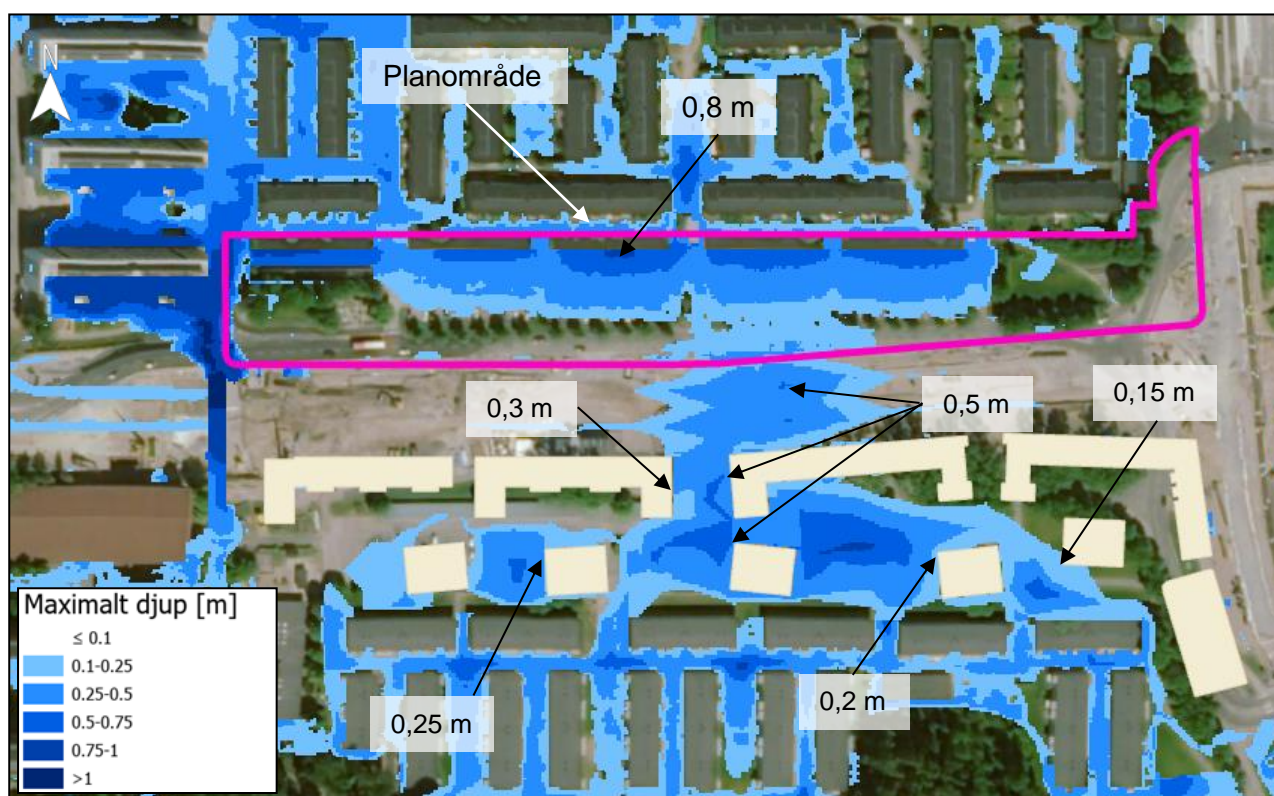
Resultatet visar att det är stora volymer vatten som flödar in i planområdet under simuleringens gång (fyra timmars varaktighet). Mellan kvarter 2 och 3 inom detaljplan Ekebo där den största flödesvägen går, flödar ca 13 100 m³ vatten under hela simuleringen, se Figur 6:3.

Särskilt kvarter 3 inom detaljplan Ekebo är placerade på så sätt att det stoppar upp flödesvägen och drabbas av stora vattendjup. Utformningen av byggnaden är problematisk då inget vatten kan passera utan pressas västerut innan det rinner över Mälärvägen.



Figur 6:3. Maximalt flöde för ett klimatanpassat 100-årsregn med Mälärvägen och detaljplan Ekebos nya höjdsättning. Totala volymer vatten som flödar in i planområdet under hela simuleringen är markerat med blå text.

Det förväntade maximala vattendjupet vid ett klimatanpassat 100-årsregn med både Mälärvägen och detaljplan Ekebos nya höjdsättning redovisas i Figur 6:4. Vattendjupet på Mälärvägen förblir fortsatt maximalt ca 0,5 m i enskilda celler. Byggnader inom detaljplan Ekebo drabbas av vattendjup upp emot 0,5 m. I och med att gång- och cykeltunneln under Ekebovägen byggs bort fylls den östra delen av detaljplan Ekebo upp och den tidigare lågpunkten byggs bort helt.



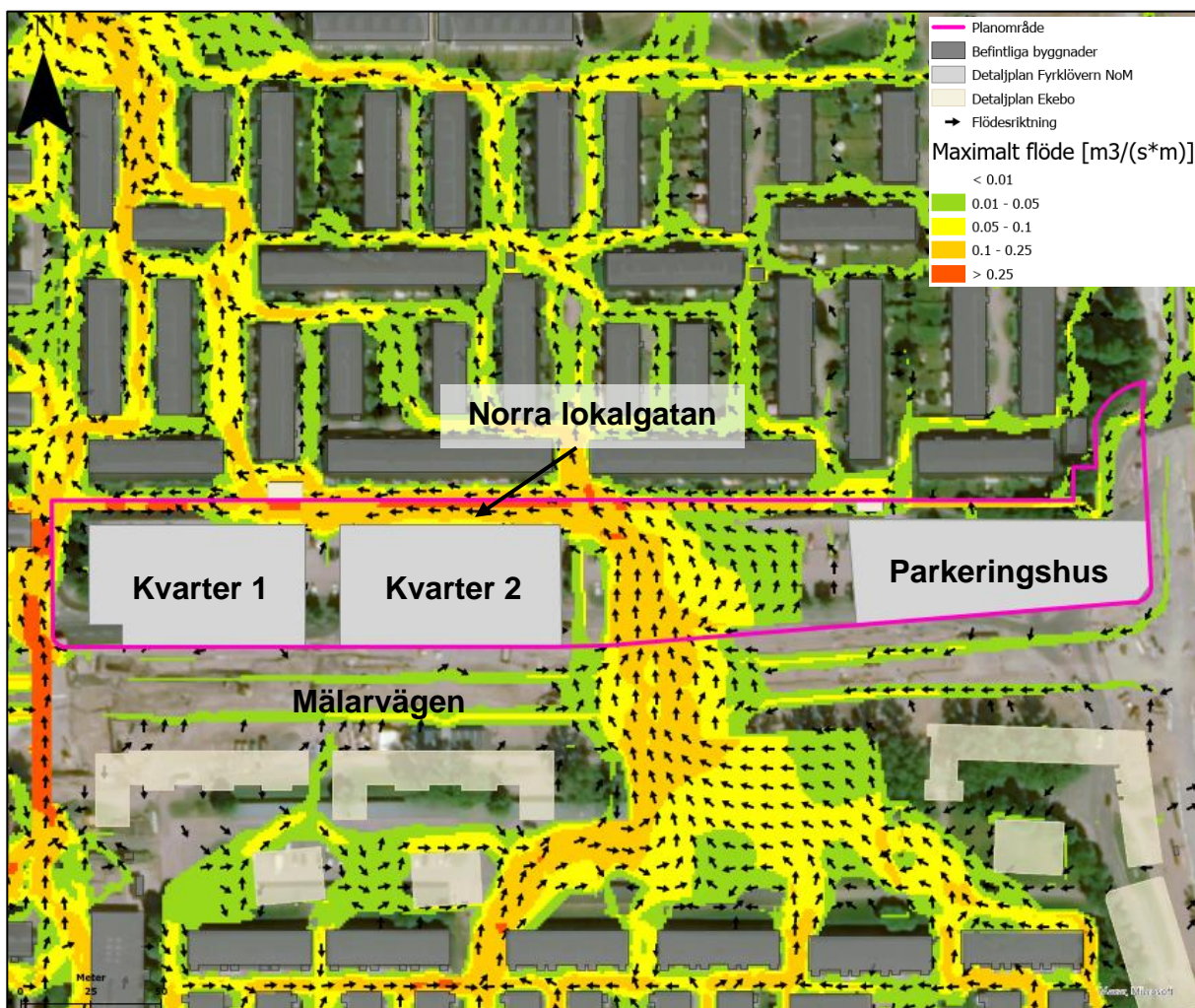
Figur 6:4. Maximalt vattendjup vid ett 100-årsregn med klimatafförändring efter exploatering inom Mälärvägen och detaljplan Ekebo. Planerade byggnader inom detaljplan Ekebo markerat i beige.

6.2 Framtida förhållanden med föreslagna skyfallslösningar

Nedan följer resultat för simuleringen av framtida scenario med föreslagen exploatering och skyfallslösningar. Skyfallslösningarnas utformning finns beskrivna i avsnitt 5.2.1. I simuleringen har också ett avdrag gjorts inom planområdet för planerade rörmagasin (ca 400 m³) som ökar ledningsnätets kapacitet.

I Figur 6:5 redovisas hur flödesvägarna rinner vid framtida förhållanden. I likhet med befintlig situation rinner vattnet från söder till norr, genom detaljplanen Ekebo och centreras till skyfallsytan. Då kvarter 3 inom detaljplan Ekebo skulle skapa stor problematik inom området har detta ersatts med ytterligare en skyfallsyta som kan fördröja stora volymer vatten. Jämfört med befintlig situation, så stoppar inte då tidigare kvarter 3 inom detaljplanen Ekebo upp vattnet. När skyfallsytan inom Ekebo fylls upp, bräddar vattnet över Mälärvägen och in i skyfallsytan inom planområdet. När även denna fylls upp rinner vattnet främst väster ut längst med norra lokalgatan och svackdiket. En del av vattnet trycks norrut vilket är detsamma som vid befintlig situation.

Flödet uppströms planområdet, som rinner mot centrum, minskar efter föreslagna skyfallsåtgärder eftersom skyfallsytorna fördröjer en stor del av vattnet.

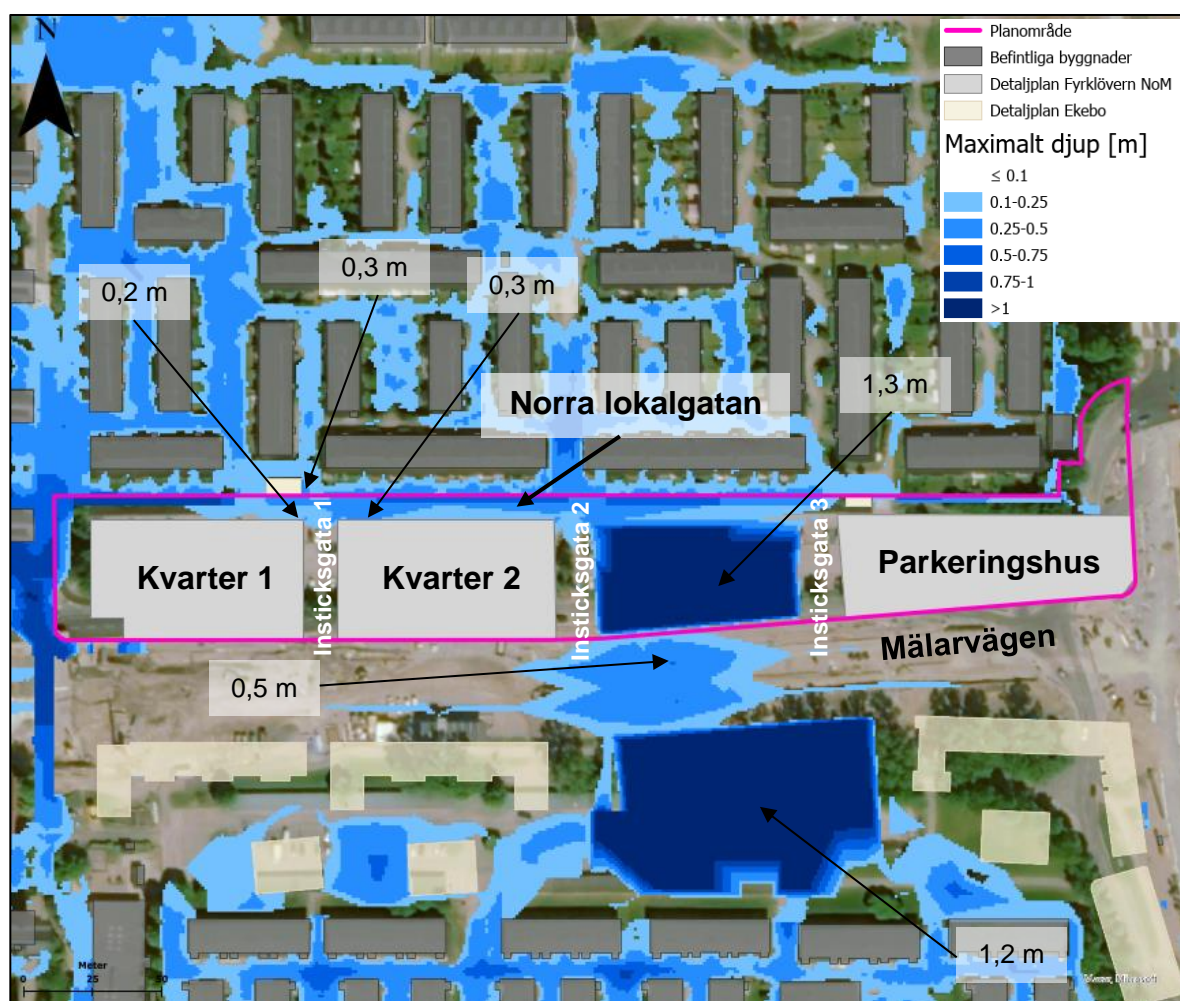


Figur 6:5. Maximalt flöde och flödesriktning ca 15 min efter skyfallet. Det ses en tydlig flödesväg över skyfallsytorna och Mälärvägen.

Det maximala vattendjupet inom planområdet blir som störst i skyfallsytan som helt fylls upp, likaså inom detaljplanen Ekebo. Det maximala vattendjupet i skyfallsytan inom planområdet blir ca 1,3 m om bottenivån ligger på ca +9,0. Inom detaljplanen Ekebo blir det maximala vattendjupet ca 1,2 m om bottenivån på ytan ligger på ca +9,7 m. Vattennivån på Mälurvägen blir oförändrad jämfört med befintlig situation, lågpunkten fylls upp och framkomligheten för fordon minskar. För norra lokalgatan är framkomligheten för personfordon begränsad då stora delar av gatan blir översvämmad med vattendjup upp till ca 0,3 m. Däremot anses gatan fortfarande vara farbar för räddningstjänst som också kan nå entréer mot Mälurvägen och ta sig in i området via insticksgatorna. Resultatet visar att inget vatten riskerar att rinna in i garageinfarterna då gatan har skevats och öppningarna har placerats en bit söderut på insticksgata 1.

Översvämningarna drabbar också kvarter 1 och 2 som får maximala vattennivåer upp emot 0,2 respektive 0,3 m. Placering av entréer bör därför inte ligga under skyfallsnivån som för kvarter 1 är ca + 9,9 och för kvarter 2 ca +10,2 plus säkerhetsnivå som i detta projekt är vald till 0,2 m.

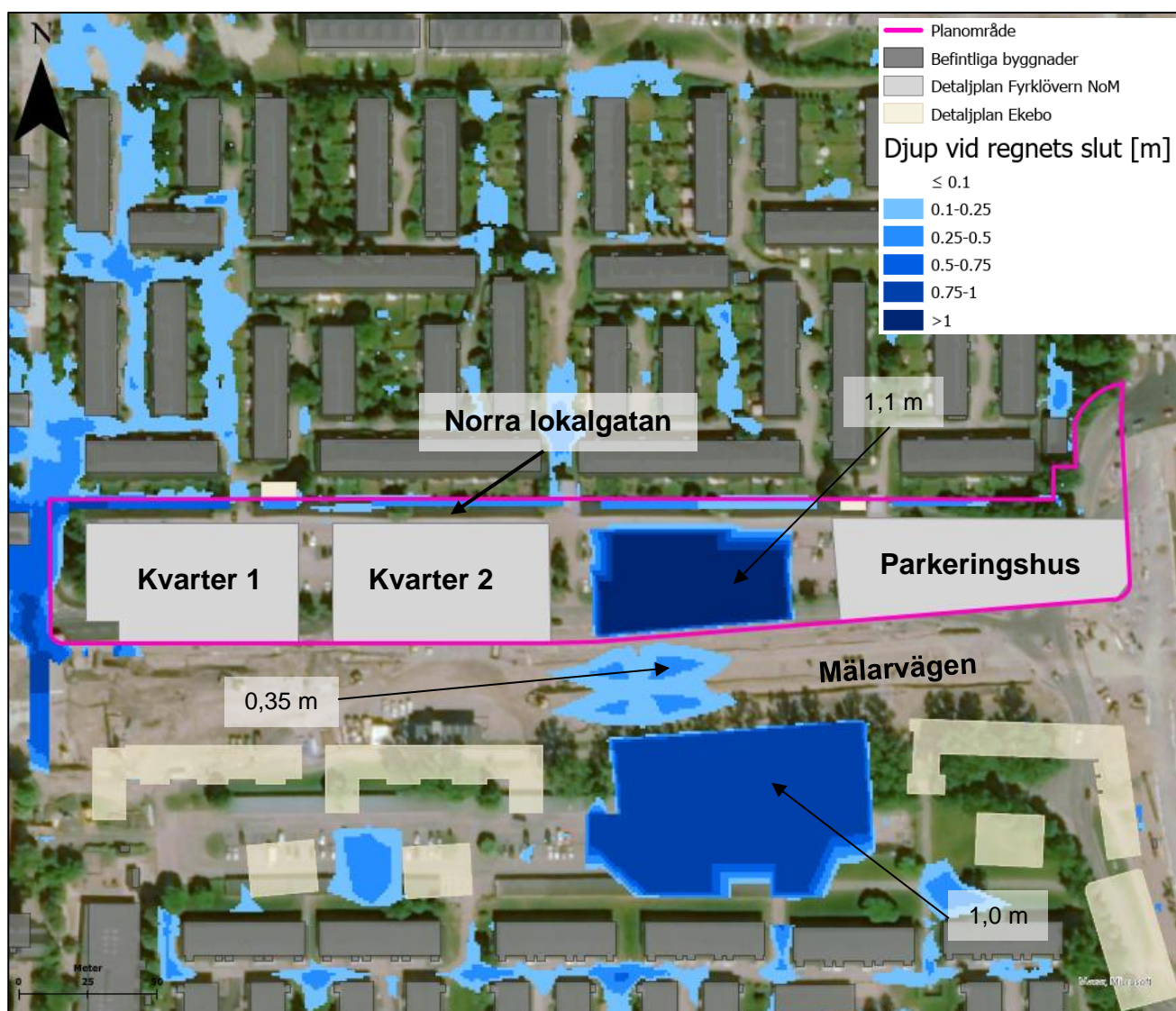
Plusnivån eller minsta nivå för entréerna för kvarter 1 blir då ca +10,1 och för kvarter 2 ca +10,4.



Figur 6:6. Maximalt vattendjup vid föreslagen exploatering. Inom skyfallsytorna blir stora vattendjup. Mälurvägens framkomlighet blir begränsad då det blir stora vattendjup vid lågpunkten.

I slutet av simuleringen, ca 2,5 timmar efter skyfallens intensitetstopp så ställer sig vattnet främst i lågpunkter. Inom planområdet ansamlas vattnet främst i skyfallsytan och i svackdiken. I svackdiket närmst Arkadstråket är vattennivån kring 0,7-0,8 m. Då det är höga nivåer av stående vatten finns det en drunkningsrisk för mindre barn varvid det är viktigt att se till att skyfallsytor töms på vatten. Risken minskar då ytan är delvis terrasserad där det är högre lutning och det finns en gångväg ned till bottenplattan. Det finns dock en risk för att brunnar sätts igen vid skyfall då till exempel löv, grenar och jord åker med vattnet. Det kan därför krävas att vattnet pumpas bort vid ett eventuellt skyfall.

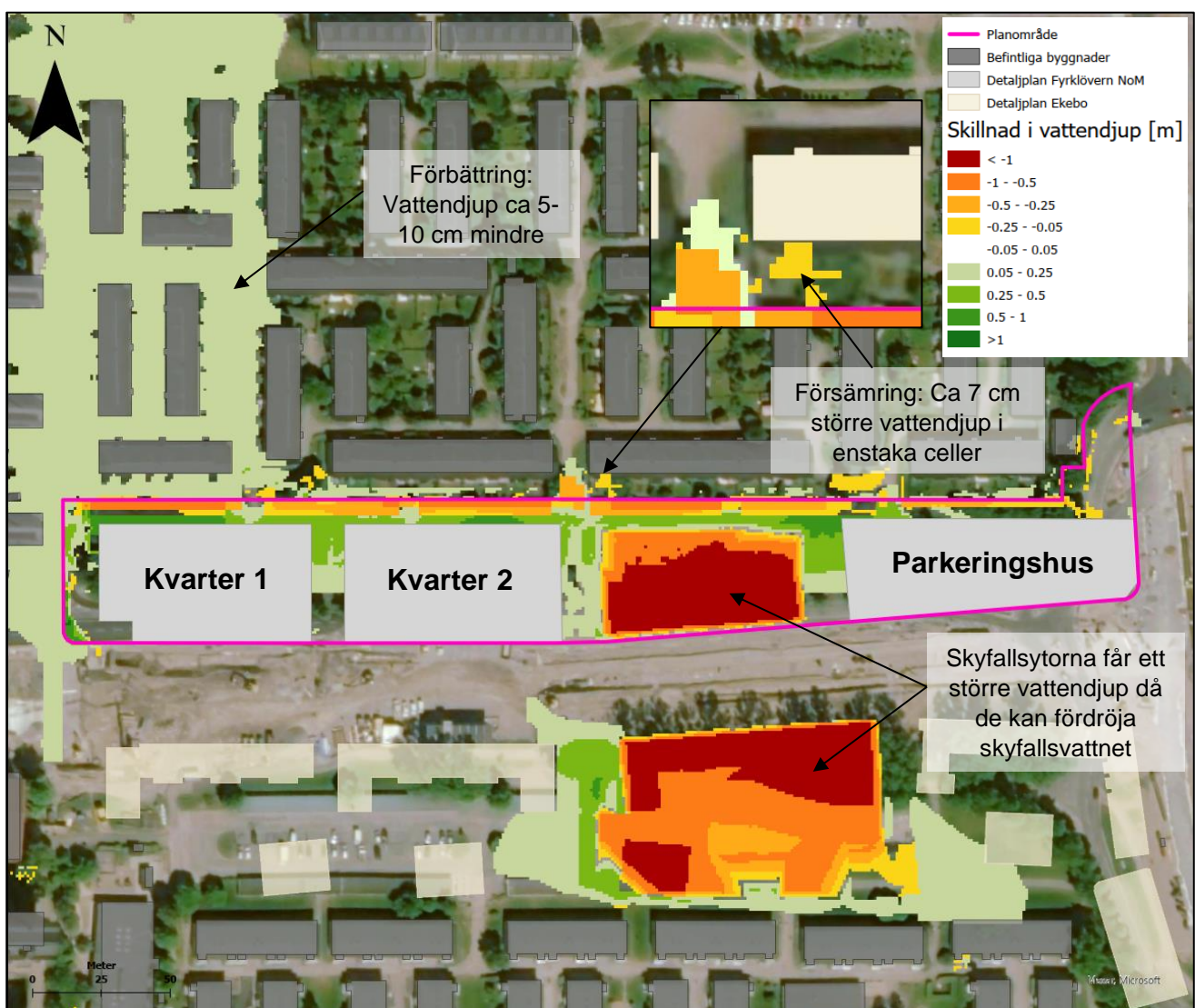
Resultatet visar att en större mängd vatten kan stå i skyfallsytorna jämfört med föreslagen utformning, inom planområdet ca 2 400 m³ jämfört med 2 250 m³ i utformningsförslaget. Detta beror troligtvis att ytorna måste interpoleras när de läggs in i modellen och därför inte får exakt samma volym.



Figur 6:7. Vattendjup i slutet av simuleringen. Vattnet blir stående i skyfallsytor, svackdiken, på Mälärvägen samt i andra lågpunkter.

Vid jämförelse med befintliga förhållanden så förbättras situationen inom planområdet till följd av ny höjdsättning och minskat flöde då en del av vattnet fördröjs i skyfallsytorna. Även inom detaljplanen för Ekebo så minskar vattendjupet kring planerade byggnader till följd av skyfallsytan. På grund av att en del av vatten fördröjs inom de båda detaljplaner minskar vattendjupet något vid området kring Arkadstråket och norrut.

En byggnad norr om planområdet drabbas vid enstaka celler i vattendjup som är ca 7 cm större än befintlig situation. Vid fortsatt utformning och höjdsättning av svackdike och gata bör detta kunna undvikas. Likaså planeras stödmurar mellan svackdiken och befintliga byggnader som kan minska andelen vatten som trycks upp.



Figur 6:8. Skillnad i vattendjup jämfört med befintlig situation med både Mälurvägen och detaljplanen Ekebos nya höjdsättning. Röd/orange nyans indikerar att vattendjupet ökar vid planerad exploatering och grön nyans att det minskar.

6.3 Möjliga konsekvenser för framkomlighet och fara för liv.

Framkomligheten till byggnader och entréer är viktiga att säkerställa även i senare skede av kvarterens utformning. Resultatet visar att entréer behöver anläggas över skyfallsnivån för att inte riskera att vatten rinner in i byggnaderna. Däremot är risken liten för att vatten rinner in till de underjordiska garagen då infarterna till dessa har placerats längre söderut på insticksgatorna och att gatorna har skevats bort från fasad.

Framkomligheten för utryckningsfordon blir begränsad då det står vatten på Mälarvägen och norra lokalgatan, generellt klarar brandbilar vattendjup upp mot 0,5 m varvid det kan anta att vägarna ändå blir farbara för dessa. Detta är en problematik som finns även vid nollalternativet, i och med ombyggnationen av Mälarvägen. Föreslagen exploatering med skyfallslösningar påverkar inte det maximala vattendjupet som står på Mälarvägen. Däremot fördröjer skyfallsytan inom detaljplanen Ekebo en stor volym vatten, till en början även från södra delen av vägen. Det gör att vattnet bräddar upp över Mälarvägen senare än vad det gör i nollsimuleringarna.

För att analysera den direkta faran för människors liv vid ett eventuellt skyfall kan risker utvärderas utifrån vattendjup och flödes hastigheter. I MSB:s *Vägledning för skyfallskartering* (2017) redovisas exempel på GIS-analyser som utifrån dessa parametrar avgör hur stor den direkta faran för människoliv är. Vid stora stående vattendjup finns en risk för till exempelvis barns säkerhet även om vattnet står still. Störst vattendjup kan stå i skyfallsytorna. Skyfallsparken inom planområdet har dock utformats på så sätt att den har terrasserade trappor samt en gångbana ned till bottenplattan, vilket minskar risken för till exempel lekande barn.

Som tidigare nämnt kan dagvattenbrunnar lätt sättas igen vid skyfall. Efter ett skyfall är det därför viktigt att brunnar och dagvattenledningars kapacitet kontrolleras så att tiden som det står vatten minimeras. Det kan också behövas pumpas bort vatten inom skyfallsytorna då det inte finns någon möjlighet för vattnet att avrinna ytledes om brunnar blir igensatta.

7 Slutsatser och rekommendationer

- Länsstyrelsens skyfallskartering påvisar en stor översvämningssituation i planområdet redan innan planerade exploateringar.
- Norconsults två nollsimuleringar inkluderar Mälärvägens nya höjdsättning och antagen detaljplan söder om Mälärvägen. Resultatet från de båda nollalternativen påvisar att i och med anläggandet av Mälärvägen tillåts vatten som tidigare fastnat i detaljplanen inom Ekebo att flöda över Mälärvägen och in i planområdet.
- Planförslaget med föreslagna skyfallslösningar försämrar inte översvämningssituationen på Mälärvägen. Vattendjupet på Mälärvägen, både i befintliga och framtida förhållanden är som maximalt ca 0,5 m. Detta innebär att framkomligheten för personfordon och eventuellt mindre räddningsfordon minskar. Generellt brukar brandbilar klara större vattendjup än ambulanser varvid de troligtvis kan ta sig fram även vid skyfall. Det är dock viktigt i fortsatt planering att säkerställa att räddningstjänst kan ta sig fram via andra vägar om framkomligheten blir begränsad på Mälärvägen.
- Resultatet visar att kvarter 1 och 2 får maximala vattennivåer upp emot 0,2 respektive 0,3 m. Placering av entréer bör därför inte ligga under skyfallsnivån som för kvarter 1 är ca + 9,9 och för kvarter 2 ca +10,2 plus säkerhetsnivå som i detta projekt är vald till 0,2 m. Plusnivån eller lägsta nivån för entréerna för kvarter 1 blir då ca +10,1 och för kvarter 2 ca +10,4.
- Till följd av att skyfallsytor anläggs minskar risken för stående vatten mot befintlig och planerad bebyggelse. Då ytorna tillsammans fördröjer en stor mängd vatten minskar också flöden och vattendjup norr om planområdet vilket bidrar till en förbättring av översvämningssituationen som redan finns idag.
- De tre planerade rörmagasinen inom planområdet förbättrar ledningsnätets kapacitet inom planområdet och bidrar till fördröjning av skyfallsvatten. Detta innebär att flödet vid regn mindre än dimensionerande regn (20-årsregn) utjämnas och förbättrar situationen nedströms där ledningsnätet har bristande kapacitet.
- Den fortsatta utformningen av allmän platsmark och kvartersmark är viktig för att säkerställa att vattnet kan avrinna mot föreslagna skyfallslösningar. Översvämningssytan bör fastställas i planbestämmelserna för att skydda bebyggelse mot översvämning till följd av skyfall.
- Då skyfallsytorna fylls upp vid ett 100-årsregn blir det stora vattendjup i dessa. Det är därför viktigt att säkerställa att det finns en fungerande avtappning till ledningsnätet. Vid skyfall tenderar dagvattenbrunnar att sättas igen då till exempel grenar, löv och jord följer med dagvattnet. Det kan därför behövas pumpa bort vatten ur skyfallsytan efter ett 100-årsregn.

8 Referenser

- Boverket. (den 09 12 2020). *Utgångspunkter för bedömning av översvämningsrisk*. Hämtat från PBL Kunskapsbanken - en handbok om plan och bygglagen: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/utgangspunkter/
- Chow, V. (1959). *Open-channel hydraulic*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering*. doi:Faktablad 2018:5, Diarienummer: 408, ISBN: 978-91-7281-818-7
- Länsstyrelserna. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall*. Fakta 2018:5: Länsstyrelsen i Stockholms län, Länsstyrelsen i Västra Götalands län.
- Länsstyrelserna. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall. Rapport nummer*. Rapport: Fakta 2018:5.
- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - tips för genomförande ooh exempel på användning*. Hämtat från <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf>
- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - tips för genomförande ooh exempel på användning*.
- Olsson, J., Berg, P., Eronn, A., Simonsson, L., Södling, J., Wern, L., & Yang, W. (2017). *Extremregn i nuvarande och framtida klimat - Analyser av observationer och framtidsscenarioer*. SMHI.
- SGU. (2021). *WMS-tjänst, Jordartskarta 1:25 000-1:100 000*.
- SMHI. (den 10 08 2021). *Huvudbudskap FNs klimatpanels rapport 2021 "Den naturvetenskapliga grunden"*. Hämtat från SMHI Klimat: <https://www.smhi.se/klimat/ipcc/huvudbudskap-1.174301>
- Stockholms stad. (2015). *Dagvattenstrategi Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*.
- Svenskt Vatten. (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering* (Publikation 104 uppl.).
- Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten. P110*.
- Svenskt Vatten. (2018). *Skyfallens ABC*. Hämtat från https://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf
- SVT. (den 27 05 2021). *Hundratals larm om översvämnings efter regnet*. Hämtat från SVT nyheter: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/stockholm/smhi-varnar-for-kraftiga-regnmangder-i-stockholm>
- Sweco. (2020). *Skyfallskartering över Stockholms län*. Stockholm: Stockholms länsstyrelse.
- Vägverket. (2008). *VVMB 310 Hydraulisk dimensionering*.
- WSP. (2020). *PM Geoteknisk utredning Fyrklövern norr om Mälärvägen*.