

# GEOSIGMA

Grav 19025




## Dagvattenutredning för detaljplan för Norra Hovstallängen, Kungsängen 24:1 m.fl.

Uppsala kommun

2020-12-09

Geosigma AB

<b>GEOSIGMA</b>				
Uppdragsnummer 606275	Grav nr 19025	Datum 2020-12-09	Antal sidor 37	Antal bilagor 1
Uppdragsledare Johan Harrström		Beställares referens Margareta Catusus		Beställares ref nr
Beställare Uppsala kommun				 <p>CERTIFIERAT LEDNINGSSYSTEM DNV·GL ISO 9001 = ISO 14001</p>
Rubrik Dagvattenutredning inför detaljplan för Norra Hovstallängen, Kungsängen 24:1 m.fl.				
Underrubrik Uppsala kommun				
Författad av Kristoffer Gokall-Norman Aiste Girleviciute				Datum 2019-07-05 2020-12-09
Granskad av Jonas Olofsson				Datum 2019-07-05
Godkänd av Johan Harrström				Datum 2020-12-09
<b>GEOSIGMA AB</b> www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	<b>Uppsala</b> Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Teknik &amp; Innovation</b> Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Göteborg</b> St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	<b>Stockholm</b> S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

## Sammanfattning

I Norra Hovstallängen, sydost om centrala Uppsala, planerar Uppsala kommun att uppföra ny skola och förskola med tillhörande idrottslokaler samt skol- och förskolegård. Ett underjordiskt parkeringsgarage ska anläggas under byggnader och delar av skolgården.

Den befintliga markanvändningen består av avställningsytor för bussar med tillhörande servicelokaler och personallokaler och några få planteringsytor. De befintliga byggnaderna kommer med ett par undantag att rivas. En detaljplan för planområdet ska tas fram och som en del av det förberedande arbetet för detaljplanen ingår att ta fram en dagvattenutredning, vilken Geosigma AB har fått i uppdrag att utföra. Innehållet i dagvattenutredningen styrs av Uppsala Vattens checklista för dagvattenutredningar.

För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en minskad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av planområdet, föreslås följande huvudsakliga åtgärder:

- Dagvatten från hårdgjorda ytor, som takytor och skolgården leds till skelettjord (med eventuella överliggande växtbäddar) för rening, fördröjning och infiltration.
- Från förgårdsmarken, leds dagvatten till regnbäddar där det renas och fördröjs.
- Höjdsättning av planerad bebyggelse utförs så att vatten rinner bort från byggnader och mot de föreslagna dagvattenanläggningarna och den allmänna platsmarken.
- I händelse av extremregn, då skelettjordens magasin är helt fylld och när bräddavloppen och efterföljande dagvattenledningar inte har tillräcklig kapacitet, leds överskottsvatten istället över den allmänna platsmarken och de omgivande gaturummen.

I dagsläget finns det inga LOD-lösningar inom området förutom en oljeavskiljare. Bedömningen är att de dagvattenlösningar som implementeras i samband med exploateringen kommer att leda till en förbättring med avseende på dagvattenhanteringen för området. Planområdets föroreningsbelastning till recipienterna Fyrisån och Mälaren-Ekoln kommer även att minska avsevärt om de förespråkade åtgärderna realiserar.

Givet att föreslagna anläggningar uppförs kommer den totala fördröjda regnvolymen från reducerade ytor inom utredningsområdet att uppgå till 403 m<sup>3</sup> vilket motsvarar 20 mm regn. Detta uppfyller den åtgärdsnivå som Uppsala Vatten tagit fram för planområden som inte ligger i direkt närhet till utlopp i recipienten.

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	6
1.1	Bakgrund och syfte .....	6
1.2	Uppdragsbeskrivning.....	7
1.3	Riktlinjer och krav för dagvattenhantering .....	7
2	Metoder.....	8
2.1	Flödesberäkning .....	8
2.2	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym .....	8
2.3	Föroreningsberäkning .....	10
3	Områdesbeskrivning.....	11
3.1	Recipient.....	11
3.2	Känslighetsklass.....	13
3.3	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering.....	14
3.4	Lågpunktskartering – Befintlig situation .....	14
3.5	Översvämningskartering utmed Fyrisån .....	16
3.6	Infiltrationsförutsättningar och hydrogeologi.....	17
3.7	Natur- och kulturvärden.....	19
3.8	Förorenad mark.....	19
3.9	Platsbesök.....	20
4	Markanvändning.....	22
4.1	Befintlig markanvändning .....	22
4.2	Planerad markanvändning .....	22
4.3	Delavrinningsområden .....	23
5	Flödesberäkningar .....	25
5.1	Arealer .....	25
5.2	Flödesberäkningen .....	26
5.3	Erforderlig utjämningsvolym .....	27
5.4	Extrem nederbörd .....	27
6	Lösningförslag för dagvattenhantering .....	29
6.1	Generella rekommendationer.....	29

6.2	Platsspecifik lösningsförslag .....	29
6.3	Höjdsättning och översvämningsåtgärder .....	32
7	Föroreningsbelastning .....	34
8	Slutsats.....	36
9	Referenser .....	37

Slutrapport

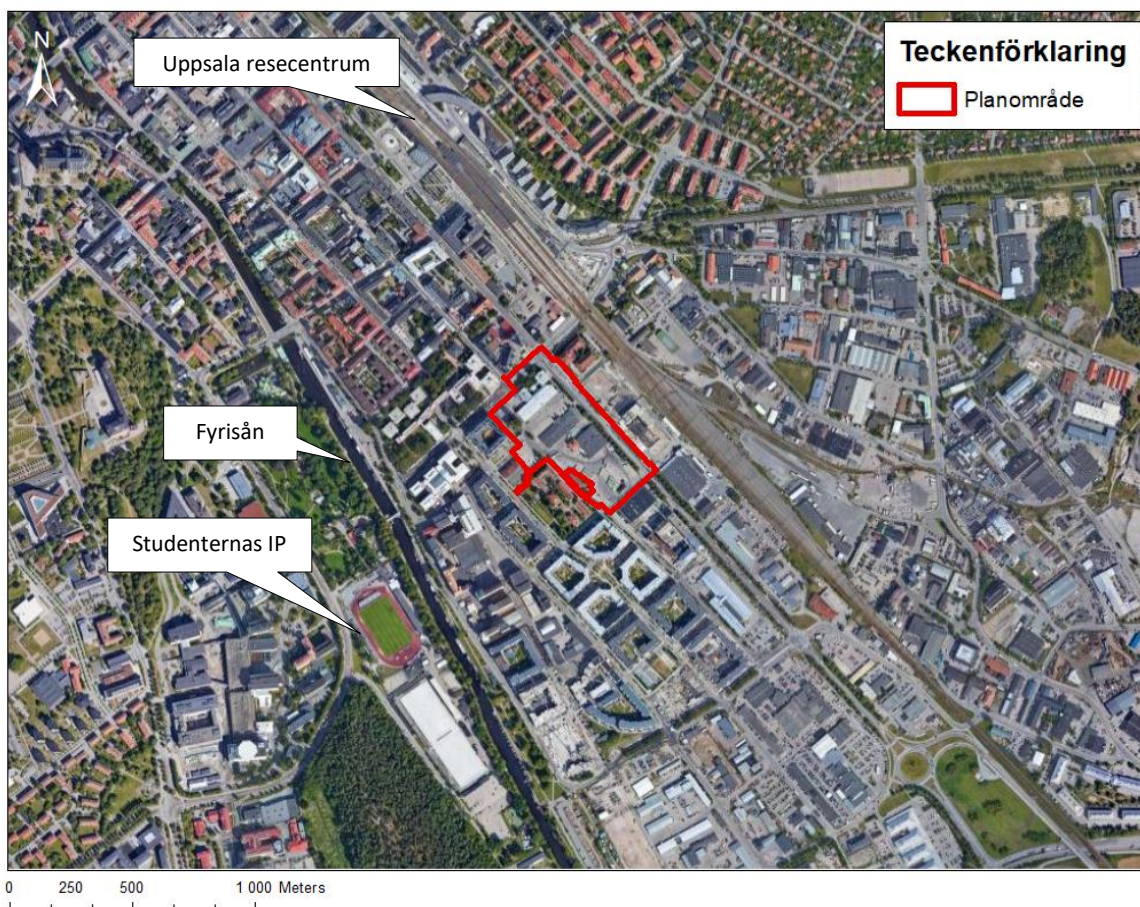
# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund och syfte

Inom Norra Hovstallängen planeras uppförandet av en ny skola och förskola tillsammans med lokaler för kontor och centrumfunktioner. Under byggnaderna planeras det för ett underjordiskt parkeringsgarage. I dagsläget används området framförallt av Gamla Uppsala Buss AB som bedriver depåverksamhet. Nuvarande markanvändning utgörs av uppställningsytor för bussar, lokaler för underhåll och reparation av fordon, utbildningslokaler, kontor och andra personalutrymmen samt omgivande gaturum.

Inom det aktuella planområdet kommer, med några undantag, befintliga byggnader att rivas och hela området kommer att undersökas och saneras med avseende på markföroreningar innan uppförandet av ny bebyggelse påbörjas.

Inom detaljplanarbetet för planområdet ingår att ta fram en dagvattenutredning. Geosigma AB har av Uppsala kommun fått i uppdrag att ta fram en dagvattenutredning som ska beskriva hur detaljplanens genomförande kommer att påverka dagvattenflödena och hur dagvatten kan hanteras i enlighet med Uppsala Vattens riktlinjer. Figur 1-1 visar planområdet i dagsläget samt dess lokalisering i centrala Uppsala.



**Figur 1-1.** Planområdet som ska utredas med omgivning.

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för omhändertagande av dagvatten. Bedömningen grundar sig främst på de lokala markförhållandena och den planerade bebyggelsen.

Uppdraget syftar även till att dimensionera anläggningar för flödesutjämning och rening av dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet. Dessutom diskuterar utredningen förutsättningarna i samband med extremregn och översvämningsscenarier. Innehållet i dagvattenutredningen styrs av Uppsala Vattens checklista för dagvattenutredningar.

## 1.2 Uppdragsbeskrivning

Uppdraget inleddes med ett startmöte och platsbesök tillsammans med beställarrepresentant Marcus Ekström. Utredningen har sedan fortlöpt med genomgång av planområdets förutsättningar, kompletterande utredningar och beräkningar samt inhämtning av bakgrundsmaterial.

I det bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning ingår, förutom det som nämns i avsnitt 1.3 nedan, bland annat:

- Markteknisk undersökningsrapport (Bjerking, 2018)
- Kompletterande miljöteknisk markundersökning (WSP, 2018)
- Jordarts- och jorddjupskarta, SGU (2019)
- Strukturplan, Landskapslaget (2020)
- Information från Länsstyrelsens webbGIS

## 1.3 Riktlinjer och krav för dagvattenhantering

Kommunfullmäktige i Uppsala kommun antog 2014-01-27 ett dagvattenprogram där övergripande mål, strategier och ansvarsfördelning för hantering av dagvatten klarläggs. De övergripande målen för Uppsalas dagvattenhantering sammanfattas i följande punkter:

- Bevara vattenbalansen
- Skapa en robust dagvattenhantering
- Ta recipienthänsyn
- Berika stadslandskapet

Utöver dagvattenprogrammet har även följande dokument använts som vägledning i arbetet med föreliggande dagvattenhantering:

- Uppsala vattens checklista för dagvattenutredningar
- Dagvattenhantering – En exempelsamling, Uppsala vatten
- Dagvattenhandboken - Handbok för dagvattenhantering i Uppsala kommun, Uppsala vatten
- Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark, Uppsala vatten

Från ”Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark” framgår att den åtgärdsnivå som ska tillämpas för planområdet är 20 mm (mot bakgrund av att planområdet inte ligger i direkt närhet till utloppet i recipienten). Detta innebär att dagvattenanläggningar inom fastigheten ska utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan omhändertas och renas innan avtappning till det allmänna dagvattennätet.

## 2 Metoder

### 2.1 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delavrinningsområden inom planområdet har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där  $Q_{dim}$  är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

$i$  är regnintensiteten (liter/sekund·hektar) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på  $t_r$ , som är regnets varaktighet, vilket sätts lika med områdets rinntid.

$\varphi$  är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110. För markanvändningskategorier där sådana inte funnits att tillgå har istället avrinningskoefficienter hämtats från StormTac.

$A$  är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter exploateringen har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format. Även observationer vid platsbesöket har fungerat som underlag vid beräkningarna.

$f$  är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme oberoende på vilken del av Sverige undersökningsområdet ligger. En klimatfaktor på 1,25 har därför ansatts i beräkningarna för planerad markanvändning, för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbördsmängder.

### 2.2 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

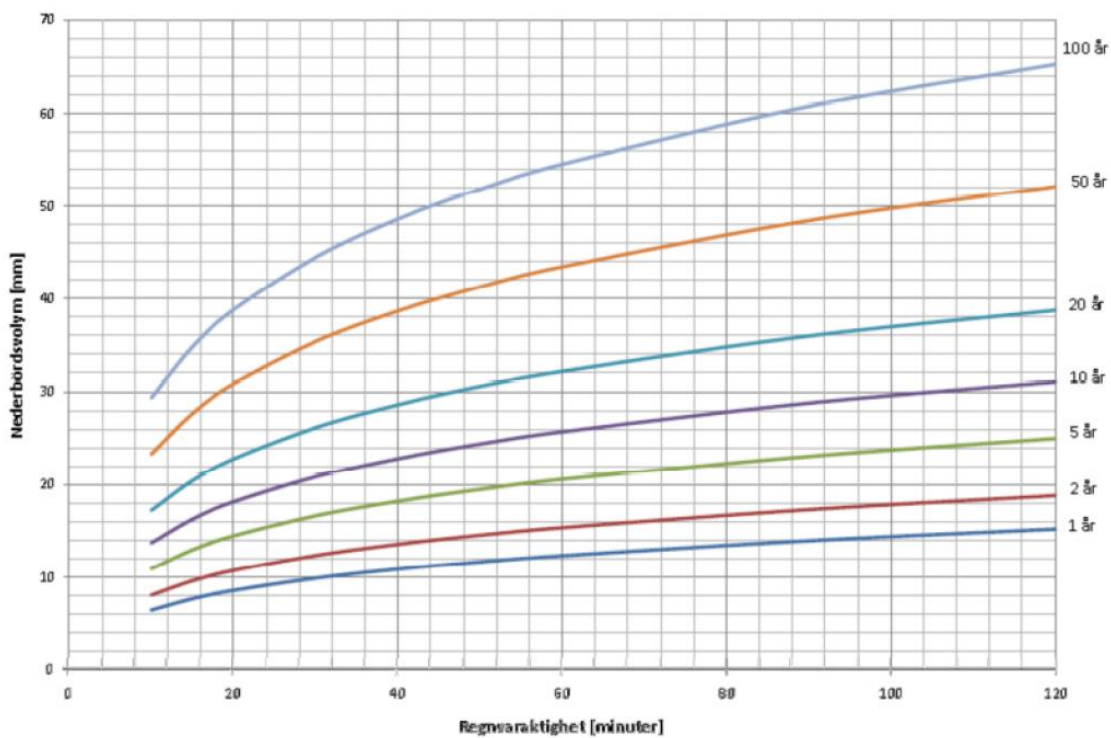
Beräkningar av dimensionerade utjämningsvolym har utförts enligt Uppsala Vattens riktlinjer om att 20 mm nederbörd ska fördröjas och renas i dagvattenanläggningar som avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till anslutningspunkt för Uppsala Vattens dagvattenledning. Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym för planområdet görs därmed enligt Ekvation 2.

$$V = \phi \cdot A \cdot 0,02 \quad (\text{Ekvation 2})$$

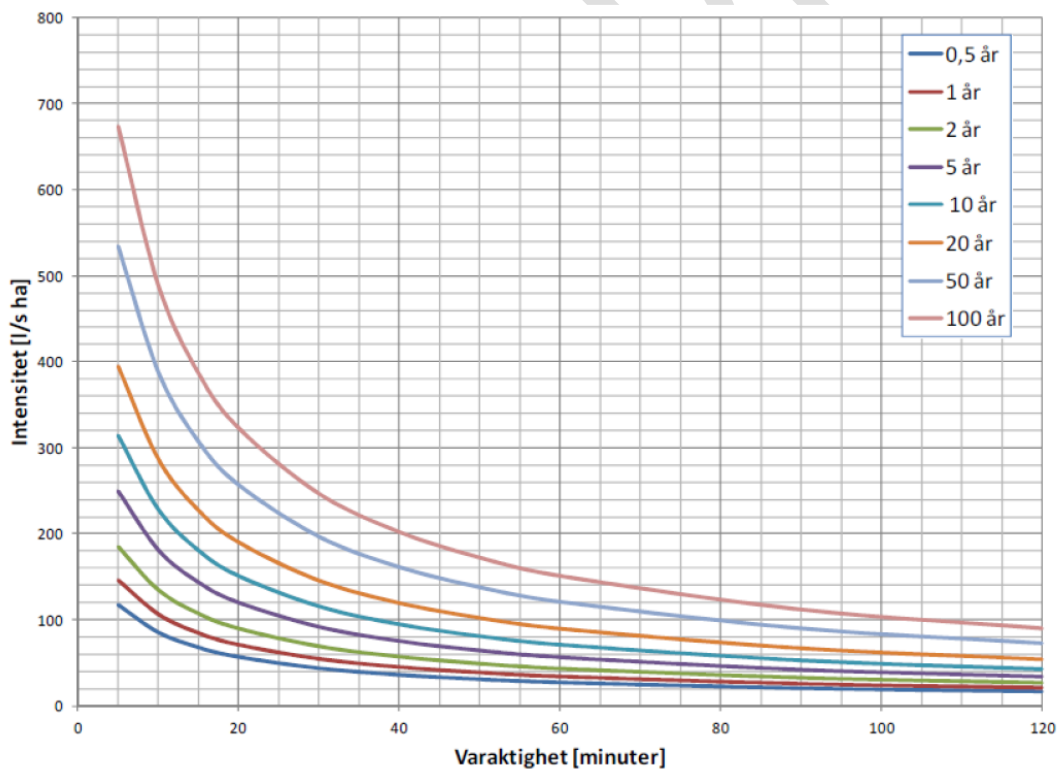
där  $V$  är den dimensionerande utjämningsvolymen ( $m^3$ ),  $\phi$  är områdets sammanvägda avrinningskoefficient (-),  $A$  är planområdets area ( $m^2$ ) och 0,02 är vald åtgärdsnivå (20 mm) uttryckt i meter.

För ett 20-årsregn har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 15 minuter (se Figur 2-1). Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 2-2) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar. 15 minuter är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Uppsala Vattens riktlinjer vid ett 20-årsregn. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering med dagvattenåtgärd adderas således 15 minuter till planområdets rinntid.





**Figur 2-1.** Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (Svenskt Vatten, 2016).



**Figur 2-2.** Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider (Svenskt Vatten, 2016).

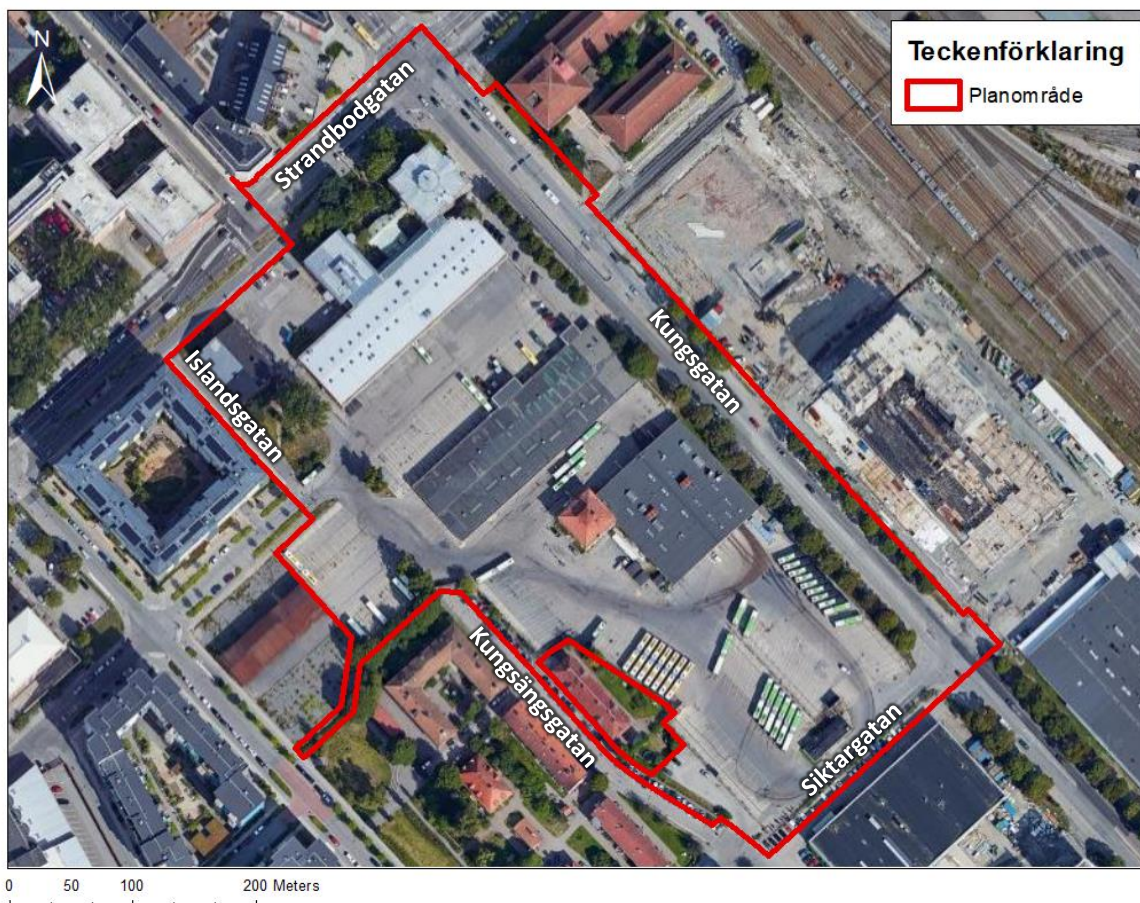
### 2.3 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet utförs med modellverktyget StormTac v.20.2.2. StormTac använder sig av schablonhalter framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

Slutrapport

### 3 Områdesbeskrivning

Planområdet ligger i södra utkanten av Uppsalas innerstad, i stadsdelen Kungsängen, kvarteret Hovstallängen i Uppsala, se Figur 3-1. I öst består planområdet till Kungsgatan. Området gränsar till Kungsängsgatan och omfattar en del av Islandsgatan i söder och sydväst medan Strandbodgatan gränsar till området och tillhör en del av området i nordväst. I dagsläget används planområdet som avställningsyta för bussar med underhålls och reparationslokaler samt personallokaler.



**Figur 3-1.** Karta över planområdet i dagsläget tillsammans med den närmaste omgivningen.

#### 3.1 Recipient

Recipienten för utredningsområdet är Fyrisån (SE663992-160212) som i sin tur mynnar ut i Mälaren-Ekoln (SE662707-160167) se Figur 3-2. Båda vattenförekomsterna har måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk ytvattenstatus. Utslagsgivande faktor för ekologisk status i Fyrisån är kiselalger medan i Mälaren-Ekoln är det näringsämnen. Båda recipienterna uppnår ej god kemisk status på grund av förhöjda halter av kvicksilver och dess föreningar, antracen, polybromerade definyleterar, PFOS samt tributyltenn föreningar. Övergödning och miljögifter är kända miljöproblem i dessa vattenförekomster och i Fyrisån är även morfologiska förändringar ett känt miljöproblem. I tabell 3-1 är recipienternas miljö kvalitetsnormer sammanställda.



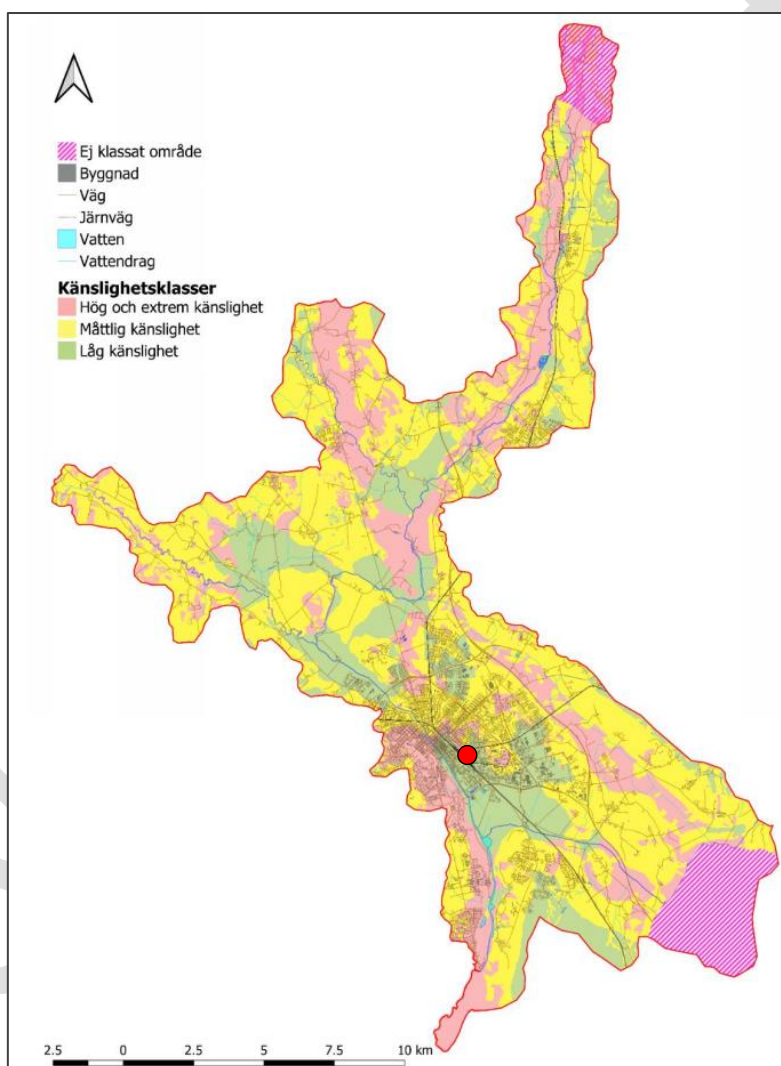
Figur 3-2. Recipienten för dagvattnet från utredningsområdet (ungefärlig position markerad i rött) är Fyrisån och Ekoln. Källa: VISS.

Tabell 3-1. Sammanställning över miljö kvalitetsnormerna för recipienterna Fyrisån och Mälaren-Ekoln.

Vattenförekomst	Ekologisk status och potential		Kemisk ytvattenstatus	
	Status 2019	Kvalitetskrav	Status 2019	Kvalitetskrav
Fyrisån	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God
Mälaren-Ekoln	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God

### 3.2 Känslighetsklass

Hovstallängen ligger inom yttre vattenskyddsområde för Uppsala och Vattholmaåsarna. Geosigma AB tog 2018 fram en känslighetskarta under Etapp 2 av Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt. Hela tillrinningsområdet för Uppsala- och Vattholmaåsarna har delats in i tre känslighetsklasser, avseende grundvattenskydd, som i kartan representeras med olika färger. Känslighetskartan återges i Figur 3-3. Planområdet i föreliggande undersökning ligger inom område med låg känslighet vilket innebär att utgångspunkten för exploatering ska vara normala försiktighetsmått som standardmässigt tillämpas vid planering och markarbeten. Dagvattenhanteringen ska utformas på ett sätt så att infiltration av farliga ämnen undviks.

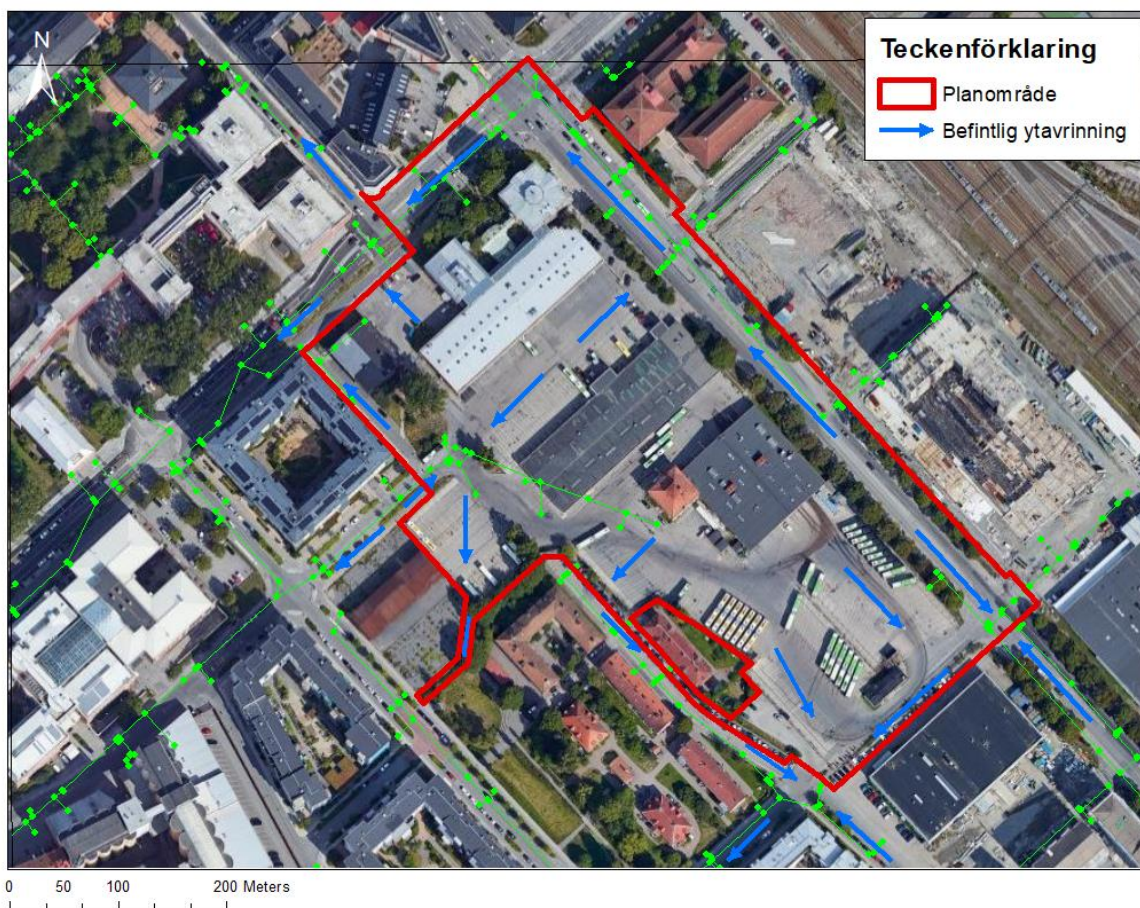


**Figur 3-3.** Känslighetskarta, avseende grundvattenskydd (Geosigma AB, 2018). Planområdet är markerat med en röd punkt.

### 3.3 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Planområdet är generellt plant och hårdgjort med ungefär 1 meters huvudsaklig lutning från nordost mot sydväst. I dagsläget sker största del av ytavrinning mot Kungsängsgatan och Islandsgatan, se Figur 3-4. Från östra delen av området sker ytavrinning mot Siktargatan och avviker sedan mot Kungsgatan och Kungsängsgatan. I överlag är gatumarken något lägre än kvartersmarken i planområdet och i närmaste omgivningarna. Dagvattnet ansamlas i dagsläget i dagvattenledningar som finns inom planområdet men även de ledningar som finns på de angränsade gatorna. Ledningarna är gjorda i betong och har en diameter på 300 mm.

Enligt en kompletterande miljöteknisk markundersökning (WSP, 2018) leds i dagsläget utgående vatten från fordonstvätt i huset längst till öster till oljeavskiljare. Förutom detta finns det inga anläggningar för lokalt omhändertagande av dagvatten inom planområdet.



**Figur 3-4.** Befintlig yt-avrinning inom planområdet samt befintliga dagvattenledningar inom och omkring planområdet.

### 3.4 Lågpunktskartering – Befintlig situation

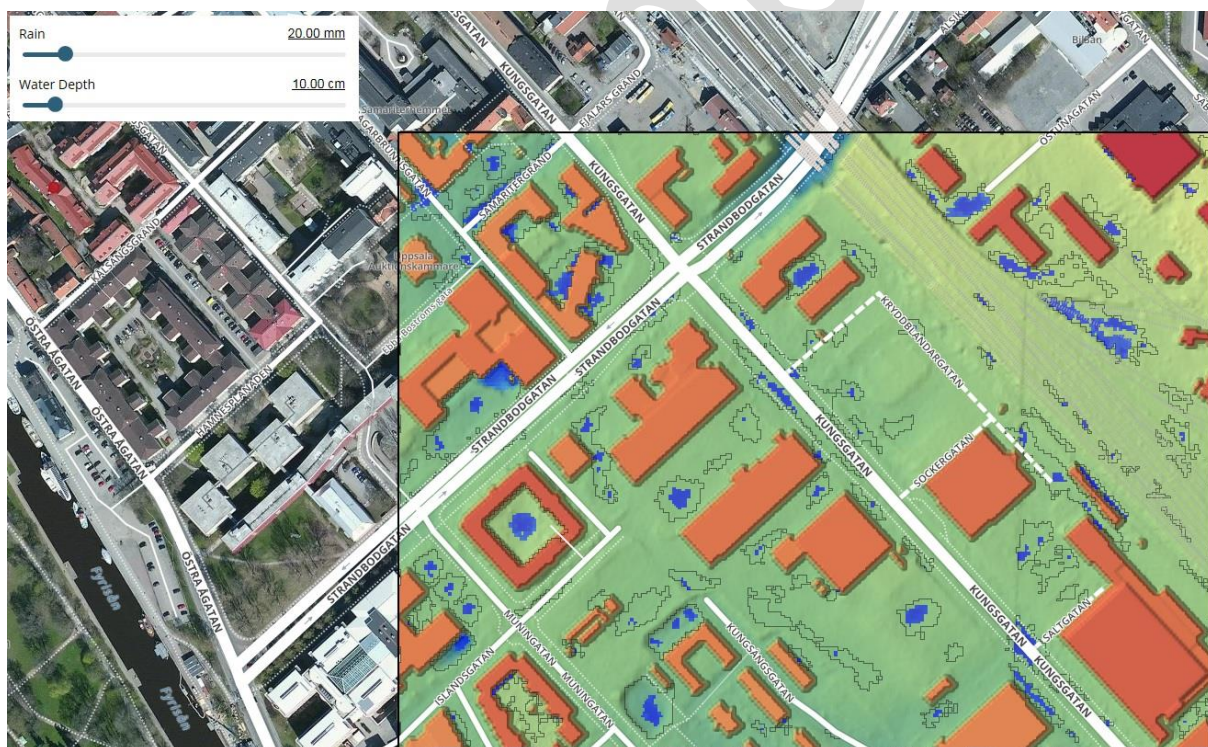
En översiktlig lågpunktskartering har utförts med plattformen Scalgo LIVE. Med hjälp av högupplöst höjddata kan områdets befintliga lågpunkter identifieras. "Flash flood map"-funktionen i Scalgo identifierar vilken del av varje lågpunkt som befinner sig under vatten efter en viss regnmängd.

Modellen visar med andra ord hur mycket regn som måste falla innan en viss plats i terrängen är under vatten.

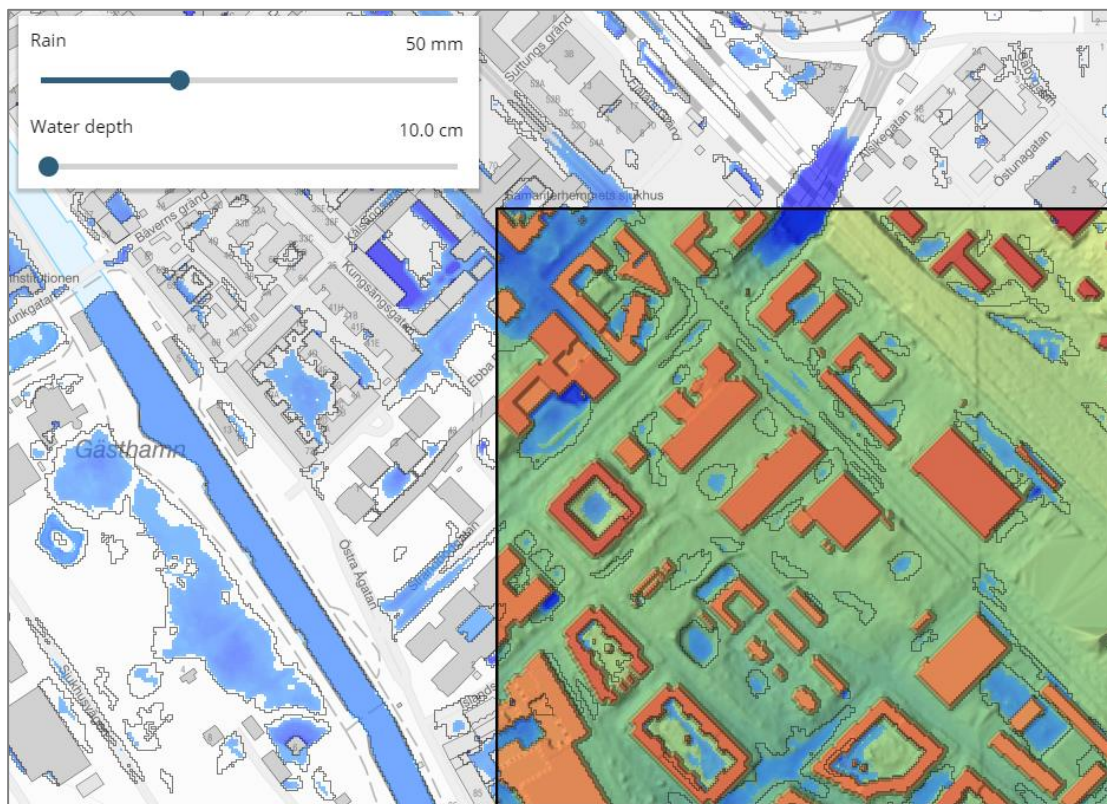
Generellt visar metoden som använts en större utbredning av instängda områden än vad en hydraulisk modell över samma område skulle visa. Detta beror på att metodiken enbart visar områden från vilka vatten som ansamlas på marken inte kan avledas ytledes. Generellt gäller att ju fler hårdgjorda ytor och reglerade dagvattensystem, desto sämre stämmer lågpunktskartan in.

I denna analys har ett regndjup på 20 mm antagits eftersom 20 mm nederbörd är Uppsala kommuns åtgärdsnivå för fastighetsmark (Figur 3-5). Dessutom undersöktes lågpunkter i samband med ett skyfall som enligt SMHI:s definition innebär minst 50 mm regn (SMHI, 2017), se Figur 3-6. Detta innebär att 20 mm respektive 50 mm vatten ansätts på all terräng. Modellen tar inte hänsyn till t.ex. infiltrationskapacitet (dvs avrinningskoefficienten = 1 för all mark) eller avrinning via eventuellt ledningsnät.

Eftersom planområdet i dagsläget är mestadels hårdgjord (genomsnittlig avrinningskoefficient = 0,8) bedöms avrinningskoefficienten = 1 vid simulering i Scalgo som rimlig antagande för att upptäcka eventuella översvämningsrisker. Enligt simuleringen finns det flertal lågpunkter inom planområdet som kan er hålla översvämningsdjup över 10 cm redan vid 20 mm regn. Vid ett skyfall väntas något större ytor svämma över inom planområdet men framförallt väntas omfattande ytor svämma över utanför planområdet, till exempel rund befintlig bebyggelse väster om Strandbodgatan.



**Figur 3-5.** Karta som visar lågpunkter (markerade med svarta sträck) samt översvämningsytor där översvämningsdjup  $\geq 10$  cm vid 20 mm regn (markerade i mörkblått).



**Figur 3-6.** Karta som visar lågpunkter (markerade med svarta sträck) samt översvämningsytor där översvämningsdjup  $\geq 10$  cm vid 50 mm regn (markerade i mörkblått).

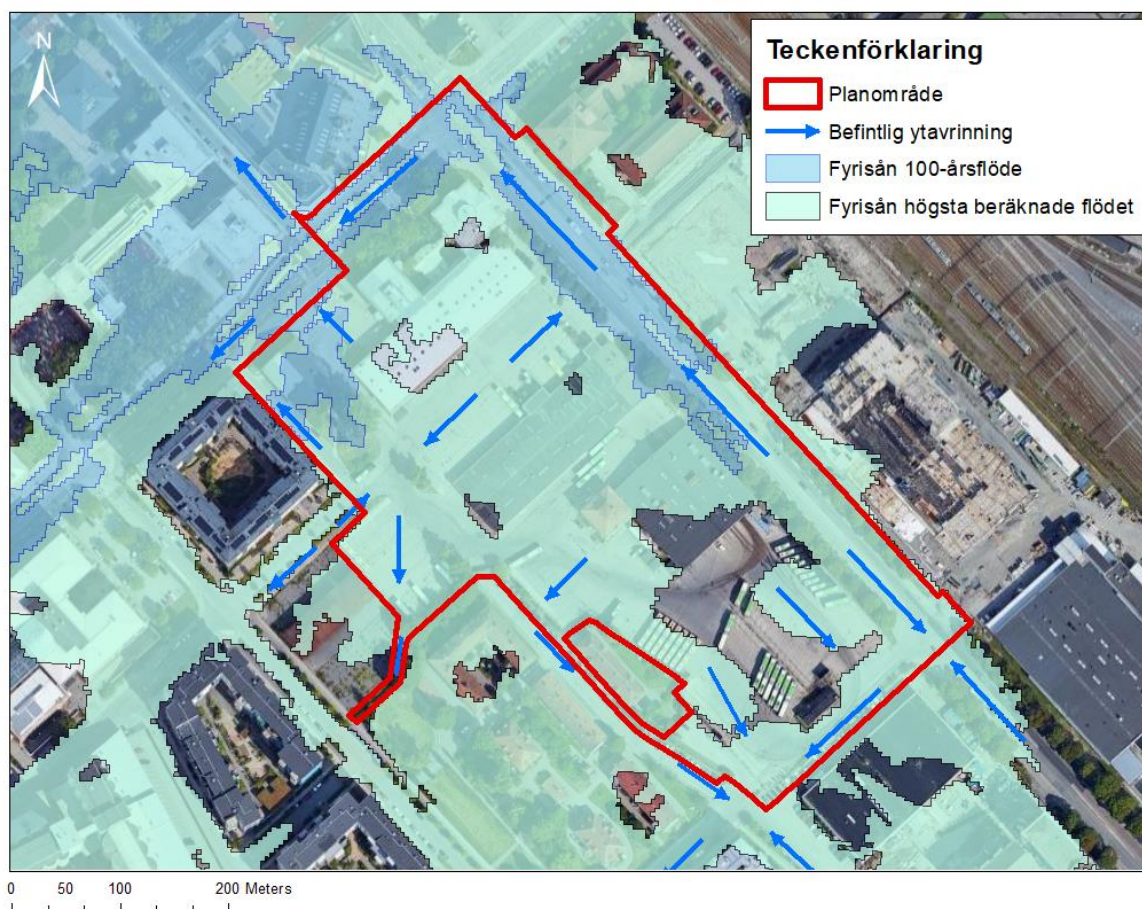
### 3.5 Översvämningskartering utmed Fyrisån

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har gjort översvämningskartering av Fyrisån som visar riskområden för översvämnning när vattenflöden uppnår en viss nivå. Figur 3-7 visar områden som riskerar att översvämmas vid ett 100-årsflöde samt högsta flöde i och i närheten av utredningsområdet. Enligt karteringen riskerar västra delen av planområdet att svämmas över vid ett 100-årsflöde i dagsläget. Det finns även risk för översvämnning på Kungsgatan nordväst samt på Strandbodgatan nordost om planområdet i samband med ett 100-årsflöde.

Enligt Länsstyrelserna (2018) behöver åtgärder i områden som riskerar att översvämmas i samband med skyfall och/eller på grund av närliggande ytvatten vidtas vid exploatering. Till exempel bör höjdsättningen justeras så att skador på byggnader inte uppstår och så att översvämningsituationen inte förvärras till följd av exploateringen. Dessutom bör översvämningsytor i möjligaste mån skapas.

Vid ett högsta flöde svämmas större delen av planområdet över, inklusive kringliggande gator.





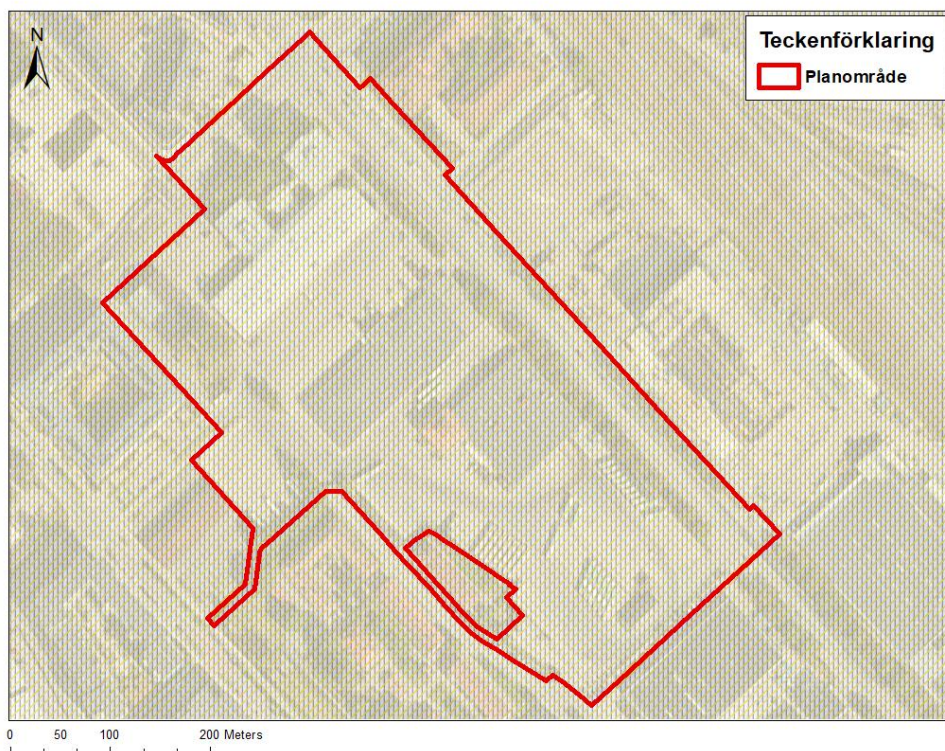
**Figur 3-7.** Översvämningsskarta enligt MSB:s översvämningsskartering för Fyrisån för ett 100-årsflöde samt ett högsta flöde.

### 3.6 Infiltrationsförutsättningar och hydrogeologi

Enligt jordartskartan och jorddjupskartan från SGU består översta jordlagret inom och omkring planområdet av fyllningsmaterial. Fyllningen underlagdas av postglacial lera. Jordlagrens mäktigheter inom planområdet uppges variera mellan 10 och 20 meter, se Figur 3-8 och Figur 3-9. Totalt sett bedöms infiltrationsmöjligheterna, utifrån den enligt jordartskartan dominerande jordarten och dess mäktighet, inom planområdet vara begränsade.

Enligt en markteknisk undersökning (Bjerking, 2018) har grundvattenytan vid provpunkten 15G05GW påträffats att ligga 2,2 och 2 meter under markytan 2015-04-15 respektive 2015-04-24. Provpunkten ligger längst med Kungsgatan på motstående sida av Hovstallängen. Generellt sett brukar grundvattennivåerna på våren vara relativt höga men dessa kan variera kraftigt årsvis.

Enligt Markteknisk undersökningsrapport (Bjerking, 2018) för området, varierar jorddjupet mellan upp till 70 meters djup i den västra delen av området och runt 40 meters djup i östra delen av området. Jordlagren utgörs av fyllningsmaterial (mulljord/sand /grus), följande lager av torrskorpelera och slutligen ett lerlager.



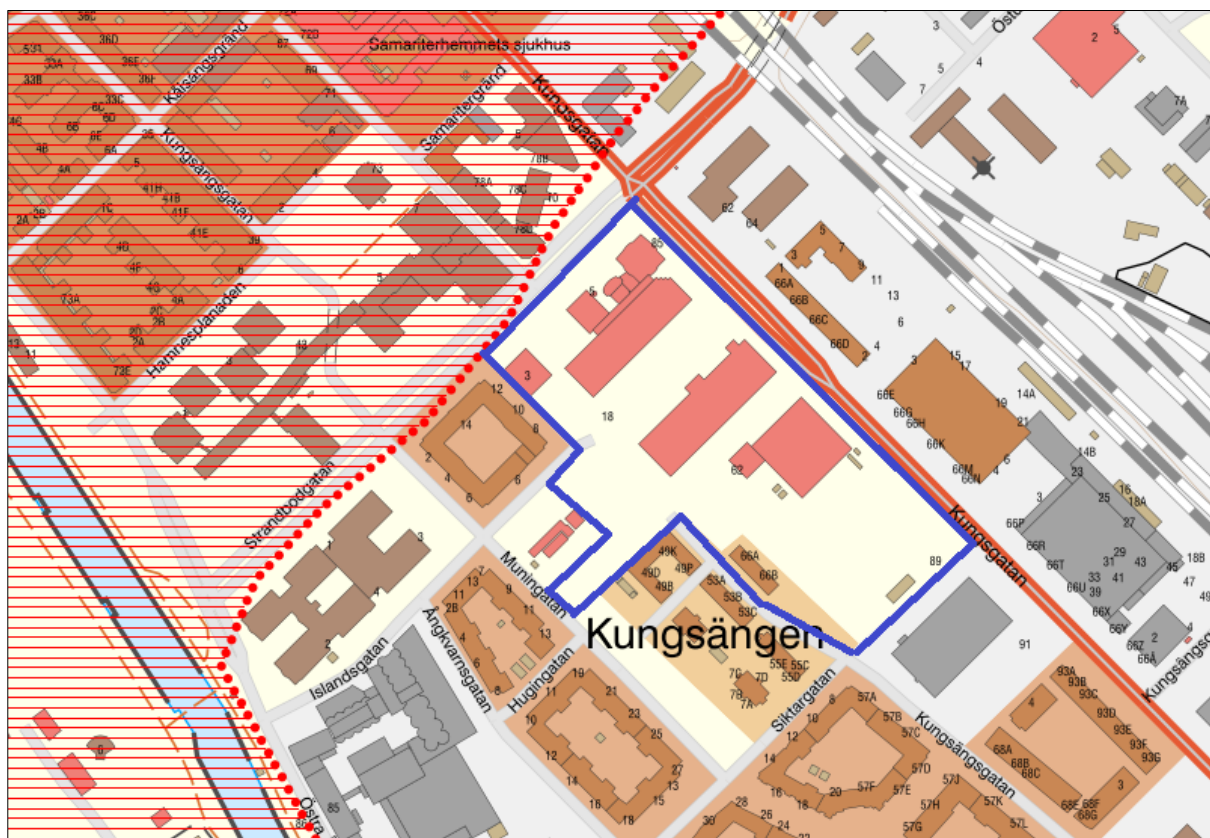
**Figur 3-8.** Jordartskarta (SGU, 2020) över planområdet och dess närområde. Den beigea färgen med rutnät i kartan representerar postglacial lera.



**Figur 3-9.** Jorddjupskarta (SGU, 2020) över planområdet och dess närområde. Inom planområdet är uppskattade jorddjupet 10–20 m. Nordost om planområdet är jorddjupet 20–30 meter.

### 3.7 Natur- och kulturvärden

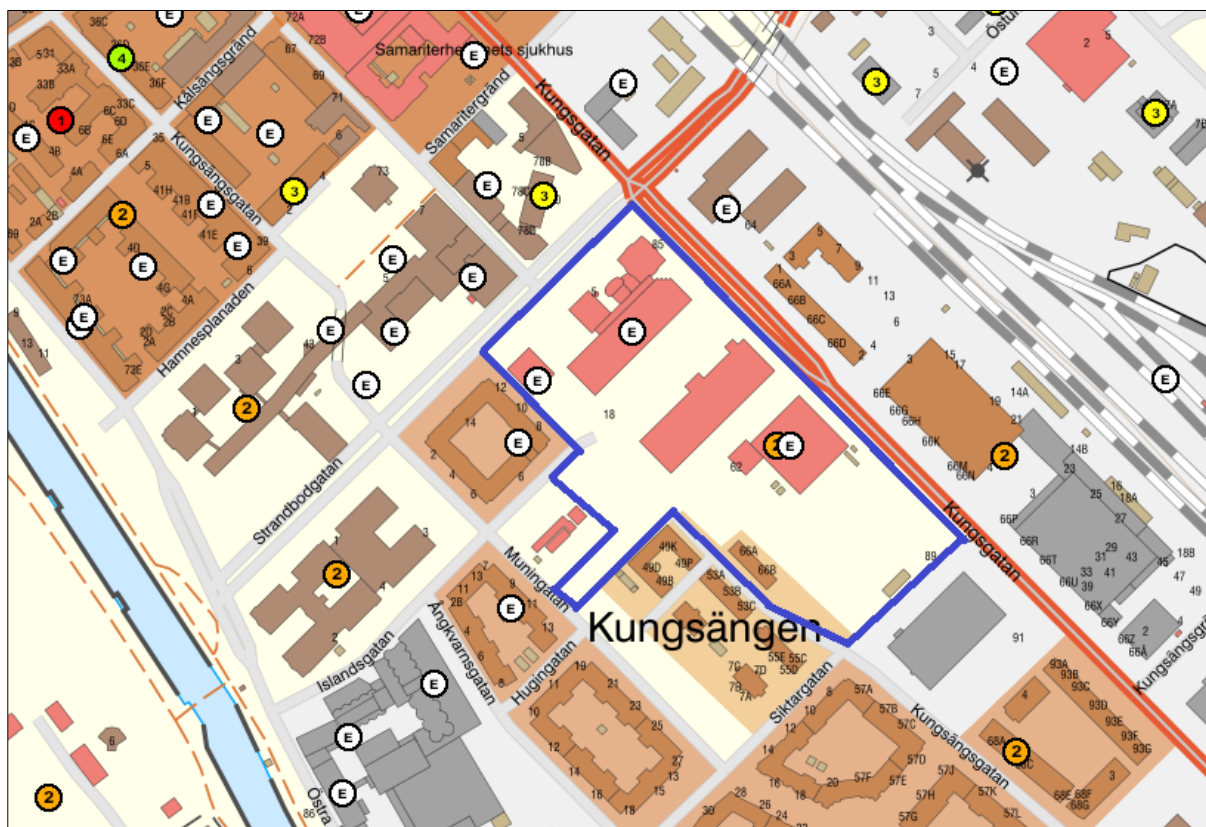
Planområdet ligger i direkt angränsning till ett område som betecknas som riksintresse för kulturmiljövård (Länsstyrelsen i Uppsala län) där utredningsområdet avgränsas av Strandbodgatan. I Figur 3-10 återges det riksintresset som påträffats i anslutning till planområdet.



**Figur 3-10.** Riksintresse för kulturmiljövård (markerad med röda streck) i anslutning till planområdet. Planområdets ungefärliga position är markerad med blå polygon.

### 3.8 Förorenad mark

Tre potentiellt förorenade områden finns rapporterade inom planområdet (Länsstyrelsens Web-GIS). Två av dessa är ej klassade medan ett av dem är klassat som ett potentiellt förorenat område med stor risk, se Figur 3-11. En markundersökning inför eventuell sanering av planområdet har kartlagt föroreningsituationen i jorden och grundvatten i planområdet. Vid ny-exploateringen ska det säkerställas att infiltration till grundvatten inte tillåts.



**Figur 3-11.** Potentiellt förorenade områden. Uppgift från Länsstyrelsens Webb-GIS. Cirklarna med siffror 1–4 presenterar riskklassningen: 1- mycket stor risk, 2- stor risk, 3 måttlig risk, 4-liten risk och vit cirkel är ej riskklassat i enlighet med MIFO. Föreliggande planområde är markerat med en blå polygon.

### 3.9 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 24:e januari 2019, i samband med startmötet. Vid platsbesöket noterades det att det finns lågpunkter på de stora asfalterade ytorna och att en del av dessa är i direkt anslutning till befintliga byggnader (Foto 1). Detta resulterar i att det förekommer översvämningar även vid måttliga regn. Sydost om utredningsområdet finns infarter till området från Kungsgatan och Kungsängsgatan (Foto 2). Dessa utfarter utgör i dagsläget sekundära avrinningsvägar för den östra delen av planområdet.



**Foto 1.** Lågpunkt i asfalten intill bussgaraget.

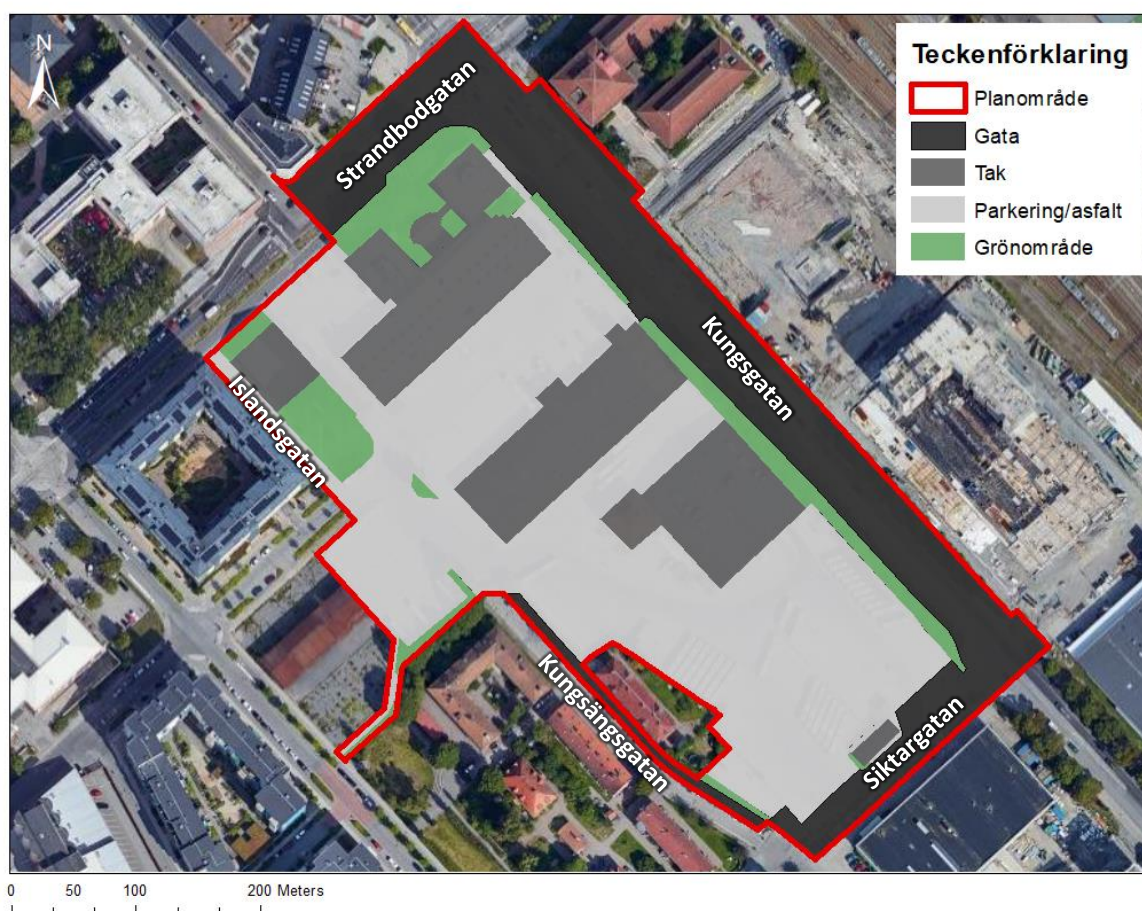


**Foto 2.** Infart till området från Kungsängsgatan utgör sekundär avrinningsväg.

## 4 Markanvändning

### 4.1 Befintlig markanvändning

Planområdet är drygt 5,3 ha stort och består i dagsläget av uppställningsytor för bussar, lokaler för underhåll och reparation samt personallokaler. Dessutom inkluderar området byggnaderna Navet och Köttinspektionen som är omgivna av mindre grönområden. Norra, östra och sydöstra delen av planområdet består av gaturum. En översiktlig bild av markanvändningen i dagsläget presenteras i kartan i Figur 4-1.

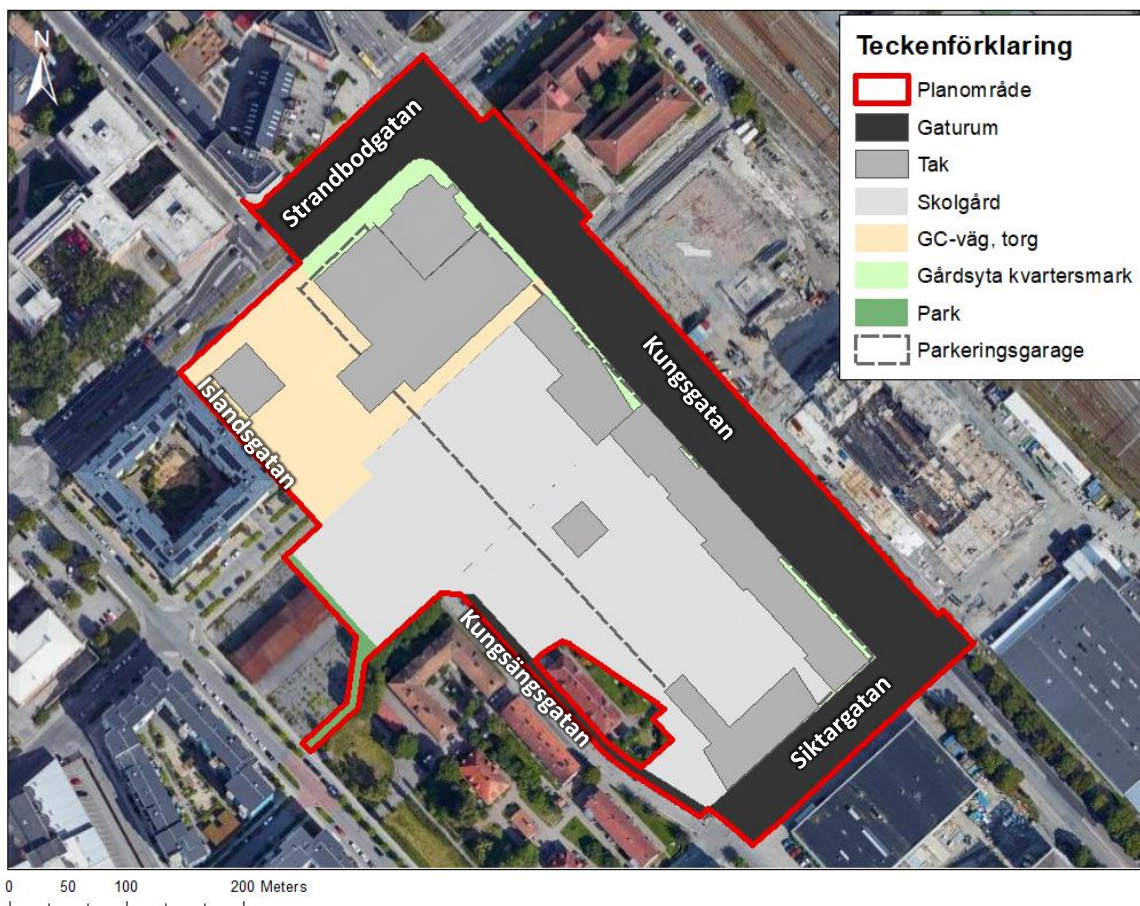


Figur 4-1. Befintlig markanvändning inom planområdet.

### 4.2 Planerad markanvändning

Efter den framtida exploateringen kommer planområdet bebyggas med en skola och en förskola med tillhörande idrottslokaler samt kontors/publika lokaler. Dessutom kommer ett underjordiskt parkeringsgarage att anläggas under vissa av byggnaderna och en del av skolgården. Enligt förslag av garagets utformning i strukturplanen för planområdet planeras överbyggnadens höjd vara cirka 1 meter. Byggnaderna Navet och Köttinspektionen planeras att bevaras. Inngården kommer bestå av skolgård/förskolegård samt allmänplatsmark i form av gång- och cykelväg samt ett torg. Utformningen av det omgivande gaturummet är ännu inte klarlagt och därmed används "Gaturum" som är en generell markanvändningskategori som inkluderar körbanor, GC-vägar, parkeringsfickor

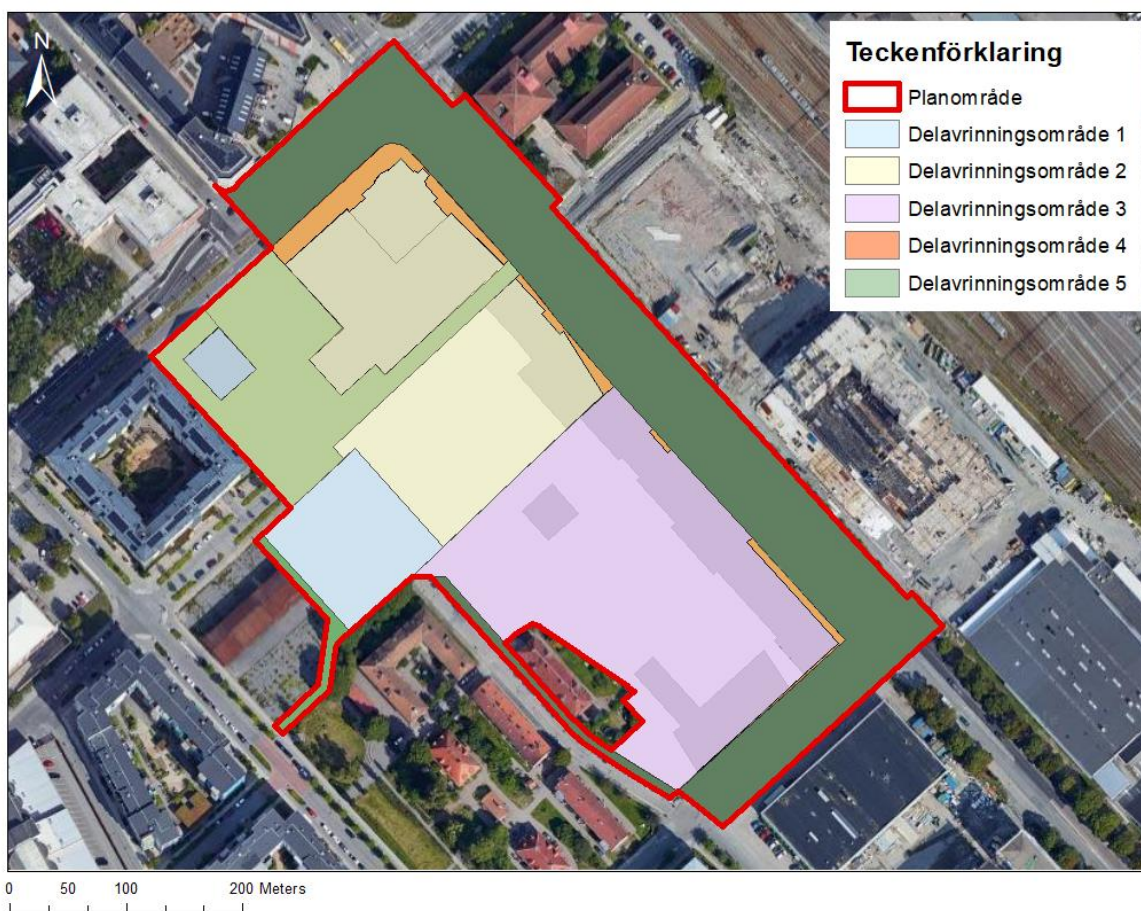
samt eventuella planteringar och grönområden. Figur 4-2 nedan presenterar planerad markanvändning. Denna ligger till grund för beräkning av arealer, dimensionerande flöden samt fördröjningsvolymen inom planområdet.



Figur 4-2. Planerad markanvändning inom planområdet.

### 4.3 Delavrinningsområden

I samband med planerad exploatering och rekommenderad höjdsättning kan utredningsområdet delas upp i fem delavrinningsområden. Delavrinningsområden 1–3 består av planerade byggnader, skolgård samt förskolegård medan delområde 4 utgörs av förgårdsmark. Delområde 5 utgörs av allmän platsmark som inkluderar torg/GC-väg samt omgivande gaturummet (Figur 4-3). Uppdelningen underlättar att beräkna den erforderliga utjämningsvolymen samt för att säkerställa att tillräcklig fördröjning kan ske inom respektive delavrinningsområde.



**Figur 4-3.** Delavrinningsområden inom planområdet.



## 5 Flödesberäkningar

Flödesberäkningar har utförts med syftet att dimensionera dagvattenlösningar som omhändertar dagvattnet på ett sätt som uppfyller riktlinjer gällande erforderlig dimensionerande utjämningsvolym. Flödesberäkningar har även utförts för allmän platsmark för att se flödesändring före och efter planerad bebyggelse inom hela planområdet. Däremot har erforderlig volymlösning endast utförts för kvartersmarken. Planerad bebyggelse inom Norra Hovstallängen klassificeras som tät bebyggelse och enligt Svenskt Vattens riktlinjer (2016). Detta innebär att säkerhetsnivåerna är 5-årsregn för fylld ledning och 20-årsregn för trycklinje i marknivå.

### 5.1 Arealer

De markanvändningskategorierna som användes vid flödes- och volymsberäkningarna med tillhörande avrinningskoefficienterna är presenterade i tabellerna nedan. I dagsläget utgörs markanvändningen av avställningsytor för bussar, tillhörande lokaler för reparation och service samt personallokaler. Även omgivande gaturummet tillhör planområdet. Det förekommer även fåtal mindre planteringsytor i området. En översikt av den befintliga markanvändningen är presenterad i Tabell 5-1.

**Tabell 5-1. Befintlig markanvändning inom planområdet. Observera att värden är avrundade.**

Markanvändning	$\varphi$ <sup>1)</sup>	Area (ha)
Avställningsytor & övriga asfaltytor	0,8	2,39
Gaturum	0,8	1,37
Tak	0,9	1,06
Planteringsytor	0,1	0,44
<b>Summa area</b>		<b>5,26</b>
<b>Summa reducerad area</b>		<b>4,01</b>

<sup>1)</sup>Avrinningskoefficient

Den planerade markanvändningen utgörs av en skola, förskolan, kontorslokaler, idrottslokaler, skol- och förskolegård och allmän platsmark i form av GC-vägar, torgyta samt omgivande gaturum. Dessutom planeras det för ett underjordiskt parkeringsgarage. Parkeringsgaraget är inte presenterat i tabellen eftersom dess dimensioner är i dagsläget inte fastställda och det bedöms inte påverka dagvattenbildningen inom planområdet. En översikt av den planerade markanvändningen är presenterad i Tabell 5-2.

Tabell 5-2. Planerad markanvändning inom samtliga delområden inom planområdet.

Markanvändning	φ	Delområde 1 (ha)	Delområde 2 (ha)	Delområde 3 (ha)	Delområde 4 (ha)	Delområde 5 (ha)	Summa (ha)
Tak	0,9	0,05	0,61	0,46	-	-	1,12
Gaturum	0,8	-	-	-	-	1,61	1,61
Skolgård	0,5	0,31	0,50	0,98	-	-	1,79
Förgårdsmark	0,8	-	-	-	0,14	-	0,14
GC-väg/ torg	0,8	-	-	-	-	0,55	0,55
Park	0,1	-	-	-	-	0,05	0,05
<b>Summa area</b>		<b>0,36</b>	<b>1,11</b>	<b>1,43</b>	<b>0,14</b>	<b>2,21</b>	<b>5,26</b>
<b>Summa reducerad area</b>		<b>0,20</b>	<b>0,80</b>	<b>0,90</b>	<b>0,12</b>	<b>1,73</b>	<b>3,75</b>

## 5.2 Flödesberäkningen

I föreliggande utredning har en återkomsttid på 5 och 20 år använts vid flödesberäkningar i enlighet med Svenskt Vattens riktlinjer i publikationen P110, tabell 2.1. Flödena har beräknats för tre scenarion:

Befintlig markanvändning, planerad markanvändning samt planerad markanvändning med dagvattenåtgärder. För de två sistnämnda scenarierna har en klimatkoefficient på 1,25 använts för att inkludera flödesökning som är en konsekvens av klimatförändringen. Dagvattenflöden vid befintlig markanvändning för ett 5-årsregn och ett 20-årsregn presenteras i Tabell 5-3. Dagvattenflöden för ett 5-årsregn samt ett 20-årsregn för den planerade situationen utan och med dagvattenåtgärder presenteras i Tabell 5-4 respektive Tabell 5-5. Beräkningarna visar att det väntas en flödessänkning vid ett 20-årsregn med ca 38% efter exploatering och om de föreslagna dagvattenhanteringen tillämpas i jämförelse med den befintliga situationen.

Tabell 5-3. Dagvattenflöden från planområdet vid ett 5-årsregn samt 20-årsregn vid befintlig markanvändning.

Befintlig markanvändning	φ	Flöde 5-årsregn (l/s)	Flöde 20-årsregn (l/s)
Avställningsytor & övriga asfaltytor	0,8	347	549
Gaturum	0,8	199	314
Tak	0,9	173	274
Planteringsytor	0,1	8	13
<b>Summa</b>		<b>727</b>	<b>1150</b>

**Tabell 5-4. Dimensionerande dagvattenflöden från planområdet vid ett 5-årsregn vid planerad markanvändning utan och med åtgärd för omhändertagande av 20 mm regn.**

Markanvändning	Delområde 1 (l/s)	Delområde 2 (l/s)	Delområde 3 (l/s)	Delområde 4 (l/s)	Delområde 5 (l/s)	Total Q <sub>dim</sub> (l/s)
Planerad (l/s)	45	181	204	33	293	756
Planerad med åtgärd (l/s)	15	61	68	9	132	285

**Tabell 5-5. Dimensionerande dagvattenflöden från planområdet vid ett 20-årsregn vid planerad markanvändning utan och med åtgärd för omhändertagande av 20 mm regn.**

Markanvändning	Delområde 1 (l/s)	Delområde 2 (l/s)	Delområde 3 (l/s)	Delområde 4 (l/s)	Delområde 5 (l/s)	Total Q <sub>dim</sub> (l/s)
Planerad (l/s)	72	286	322	41	621	1342
Planerad med åtgärd (l/s)	41	164	185	24	356	770

### 5.3 Erforderlig utjämningsvolym

Enligt Uppsala Vattens riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark bör 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna omhändertas lokalt. För Norra Hovstallängen, innebär det att dagvattenanläggningar bör ha en volym på cirka 403 m<sup>3</sup>, på kvartersmarken. Observera att den allmänna platsmarken inte ingår i beräkningen av erforderlig utjämningsvolym. I Tabell 5-6 sammanställs erforderliga utjämningsvolymerna för delområden 1-4, för de olika markanvändningarna och för hela planområdet (exklusive allmän platsmark). Om 20 mm ska fördröjas på den allmänna platsmarken krävs en magasinvolym på 347 m<sup>3</sup>.

**Tabell 5-6. Dimensionerande utjämningsvolym i enlighet med Uppsala Vattens riktlinjer för dagvattenutsläpp och vald åtgärdsnivå: 20 mm. Värderna i tabellen är avrundade.**

Planerad markanvändning	Delområde 1 (m <sup>3</sup> )	Delområde 2 (m <sup>3</sup> )	Delområde 3 (m <sup>3</sup> )	Delområde 4 (m <sup>3</sup> )	Totalt (m <sup>3</sup> )
Tak	9	109	82	-	200
Skolgård	31	50	98	-	180
Förgårdsmark	-	-	-	23	23
Summa	40	160	180	23	403

### 5.4 Extrem nederbörd

Dagvattenflödena för ett regn med återkomsttid 100 år har beräknats med den rationella metoden och resultaten återges i Tabell 5-7. För den planerade situationen har en klimatfaktor på 1,25 använts. För planerad situation med dagvattenåtgärder har beräkningar skett med en regnvaraktighet på 15 minuter medan en regnvaraktighet på 10 minuter har använts för de övriga

scenarierna. Regnintensiteter som användes vid beräkningarna är 488,8 (l/s\*ha) för befintligt och planerad markanvändning och 386,7 (l/s\*ha) för planerad markanvändning med åtgärd.

**Tabell 5-7. Beräknade dagvattenflöden för ett regn med återkomsttiden 100 år.**

Markanvändning	Rinntid (min)	Flöden (l/s)
Befintlig markanvändning	10	1960
Planerad markanvändning	10	2290
Planerad markanvändning med dagvattenlösning	15	1812

Slutrapport

## 6 Lösningförslag för dagvattenhantering

### 6.1 Generella rekommendationer

Planområdet består i dagsläget av mestadels hårdgjorda ytor vilket det även kommer att göra efter exploateringen. I dagsläget finns inga LOD-lösningar inom området förutom en oljeavskiljare. Bedömningen är därför att om de föreslagna dagvattenlösningarna implementeras i samband med exploateringen kommer de att leda till en förbättring med avseende på dagvattenhanteringen för området. Planområdets bidrag till recipientens föroreningsbelastning kommer även att minska om de föreslagna åtgärderna vidtas.

Rekommenderade dagvattenlösningar har valts även mot bakgrund av att de ska vara lämpliga ur ett anläggnings- och förvaltningsperspektiv. Dimensionering har tagit hänsyn till den höjdsättningen som rekommenderas i denna rapport, se avsnitt 6.3 och till det planerade parkeringsgaraget under delar av innergården. Alla typer av LOD-lösningar kräver någon form av underhåll, men de lösningar som föreslås i föreliggande utredning har ett relativt lågt underhållsbehov.

Eftersom förutsättningarna för infiltration inom området bedöms vara begränsade, rekommenderas dagvattenlösningar som utökar den naturliga förmågan att magasinera och fördröja dagvatten. Därför föreslås att skelettjord samt regnbäddar utnyttjas som den primära LOD-lösningar inom planområdet. Dessa lösningar kan dessutom implementeras på relativt små ytor i planområdet och anpassas till planerad bebyggelse.

Den rekommenderade LOD-lösningen med skelettjord och dagvattenmagasin används för att fördröja och rena dagvatten från tak och övriga hårdgjorda ytor. Det bedöms inte komma tillrinnande vatten från omgivande mark att ta hänsyn till, däremot är det viktigt att höjdsätta området och välja sekundära avrinningsvägar från planområdet vid extremregn så att skador på byggnader inte uppstår. Särskilt bör höjdsättningen av infart till det underjordiska parkeringsgaraget tas till hänsyn.

### 6.2 Platsspecifikt lösningsförslag

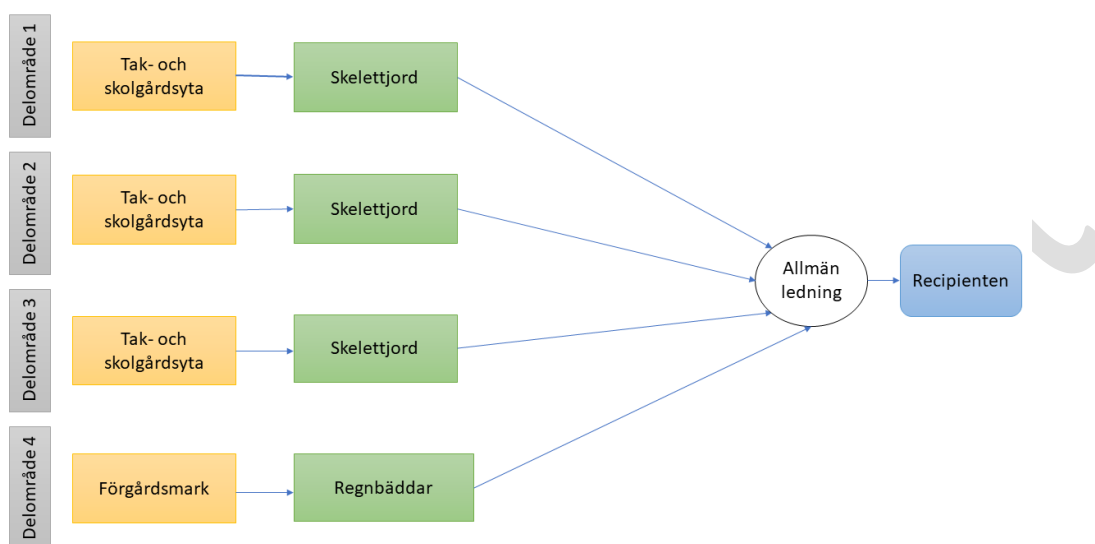
För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en minskad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av planområdet, föreslås följande åtgärder:

I delavrinningsområden 1, 2 och 3 leds dagvatten från hårdgjorda ytor så som tak, skolgård och gårdsytan till skelettjordar med eventuella överliggande växtbäddar för rening och fördröjning. Det takdagvatten som bildas inom delavrinningsområdena omgivna av allmän platsmark kan ledas till skelettjordar i skolgården. Detta sker via öppen avledning i rännor eller i markförlagda ledningar. I delområde 4, som utgörs av förgårdsmark, leds dagvatten till regnbäddar. Dessa placeras så att dagvatten från förgårdsmarken ska kunna ledas till dessa, via ytlig avrinning eller markförlagda ledningar.

Ur reningsperspektiv ger skelettjordar tillräcklig rening. Dessa kan dock kompletteras med överliggande växtbäddar och/eller trädgröpar för att erhålla ytterligare rening, berika miljön och främja ekosystemtjänster.

Utöver de huvudsakliga förslagen som angetts ovan, kan förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten ökas ytterligare om hårdgjorda ytor generellt, där så är möjligt, ersätts med genomsläpplig beläggning med underliggande makadammagasin.

I Figur 6-1 återges en översiktlig modell över hur dagvattnet från de olika delavrinningsområden i planområdet hanteras. Observera att dagvattenhantering på allmän platsmark inte omfattas av denna utredning.



**Figur 6-1.** Principiell boxmodell över hur dagvattnet från planområdet fördröjs, renas och avleds till recipienten.

För att klara den uppsatta åtgärdsnivån om 20 mm regn, räknat över planområdets yta som utgörs av kvartersmark, behöver planområdets LOD-anläggningar ha en uppehållande kapacitet om ca 403 m<sup>3</sup> vatten. Med de föreslagna dagvattenanläggningarna motsvarar detta en total area av 895 m<sup>2</sup>. Antaganden som är gjorda vid beräkningen är att skelettjordarna och regnbäddarna har ett djup av 1,5 meter och genomsnittlig porositet på 30%. I dagsläget ligger markytan där de flesta skelettjordar föreslås att anläggas på +4,8 medan ledningar i Kungsängsgatan ligger på +2,36–1,88 vilket medför att anläggningsdjup om 1,5 meter bör fungera så att anläggningarna kan dräneras till dessa ledningar. Den befintliga markytan vid Kungsgatan där regnbäddar föreslås att anläggas är ca. +5-+5,1 meter medan dagvattenledningar i Kungsgatan ligger på 2,88–2,74 meters djup och därmed bör även här ett anläggningsdjup på 1,5 meter vara genomförbart. Anläggningarnas exakta utformning bör redogöras ytterligare vid projekteringsskedet. De föreslagna anläggningarnas ytanspråk är sammanfattade i Tabell 6-1 och visualiserade i Figur 6-2.

**Tabell 6-1. Sammanställning av ytanspråk av de föreslagna LOD-anläggningarna inom planområdet.**

	Skelettjord (m <sup>2</sup> )	Regnbädd (m <sup>2</sup> )
Delområde 1	90	--
Delområde 2	355	--
Delområde 3	400	--
Delområde 4	-	50
<b>Summa (m<sup>2</sup>)</b>	<b>845</b>	<b>50</b>

I Tabell 6-3 presenteras sammanställning av magasinvolymerna i de föreslagna dagvattenanläggningarna inom delavrinningsområden 1-4 i planområdet och de erforderliga utjämningsvolymerna för respektive delområde.

För att se vilken inverkan en anläggning av gröna tak skulle få på den erforderliga utjämningsvolymen i planområdet har beräkningar gjorts för tre scenarion: 25%, 50% eller 75% av den nya takytan används till anläggning av gröna tak. Antagandet har gjorts att gröna taken är av typen extensiva gröna tak med en avrinningskoefficient = 0,6. De resulterande erforderliga utjämningsvolymerna och motsvarande volym utan gröna tak är sammanfattade i Tabell 6-2.

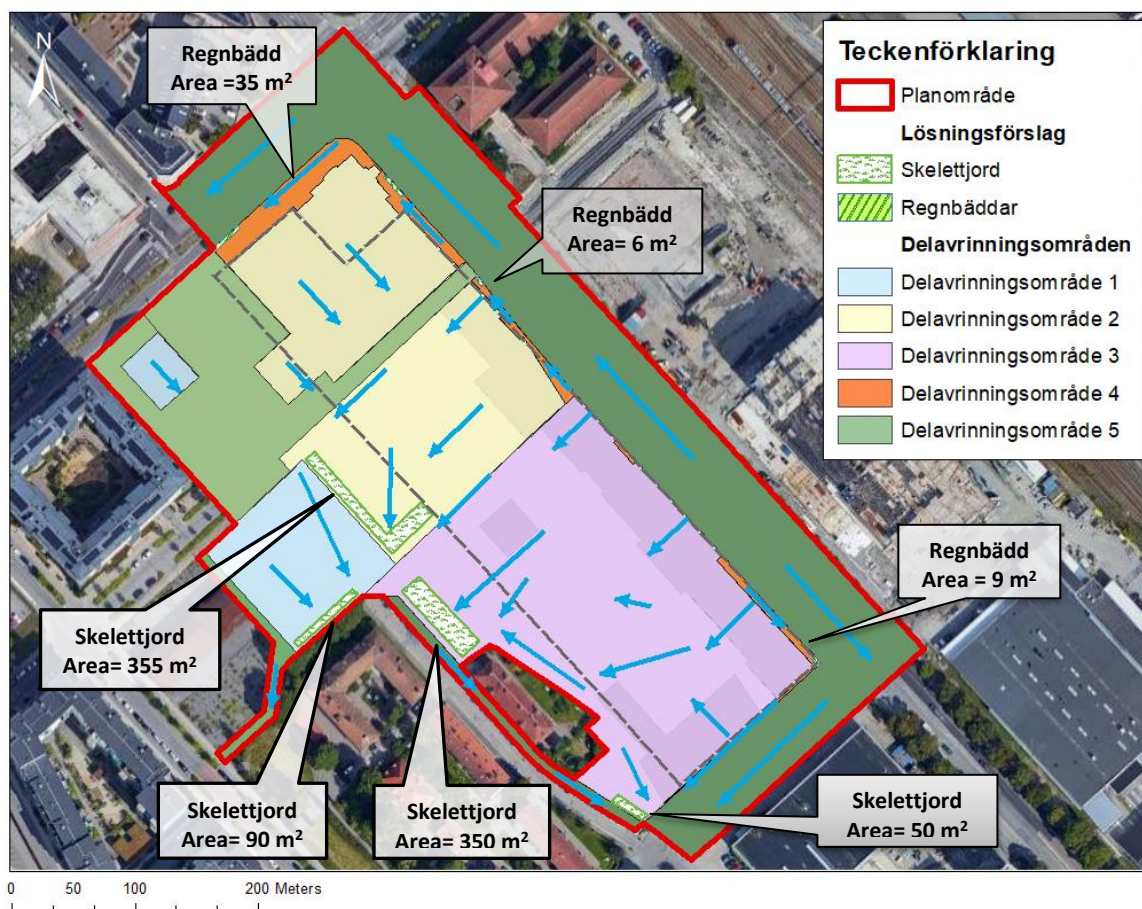
**Tabell 6-2. Sammanställning av erforderliga fördröjningsvolymerna i hela planområdet utan gröna tak och med antagande om att 25%, 50% eller 75% av den nya takytan används till anläggning av gröna tak.**

	Utan gröna tak	25% gröna tak	50% gröna tak	75% gröna tak
Erforderlig fördröjningsvolym (m <sup>3</sup> )	403	391	374	357
Procentuell minskning	-	-4%	-8%	-12%

I Figur 6-2 presenteras ett förslag av placering av de föreslagna dagvattenlösningarna med en total yta av 895 m<sup>2</sup>. Denna skiss är endast en illustration av hur stor yta som behöver avsättas till dagvattenlösningar med ovan angivna specifikationer och verklig placering kan styras utifrån slutlig gestaltning av området. Den föreslagna placeringen har tagit hänsyn till ett parkeringsgarage som sträcker sig under en del av skolgården och kan komma att justeras ytterligare beroende på slutgiltiga utbredningen av garaget. Dagvattenlösningarna bör dock samlas i de södra delarna av delavrinningsområden 2 och 3 och i östra delen av delavrinningsområde 1. Detta för att de rekommenderade sekundära avrinningsvägarna ska kunna användas för avledning vid skyfall.

**Tabell 6-3. Sammanställning av magasinvolymerna i de föreslagna LOD-anläggningarna inom planområdet för 20 mm åtgärdsnivån.**

	Delområde 1	Delområde 2	Delområde 3	Delområde 4	Summa (m <sup>3</sup> )
<b>Total fördröjningsvolym:</b>					
Skelettjord (m <sup>3</sup> )	40	160	180	--	380
Regnbäddar (m <sup>3</sup> )	--	--	--	23	23
<b>Summa (m<sup>3</sup>)</b>	<b>40</b>	<b>160</b>	<b>180</b>	<b>23</b>	<b>403</b>
<b>Erforderlig utjämningsvolym (m<sup>3</sup>)</b>	<b>40</b>	<b>160</b>	<b>180</b>	<b>23</b>	<b>403</b>



Figur 6-2. Lösningförslag för dagvattenhantering inom kvartersmarken i planområdet samt dagvattenanläggningarnas ytanspråk.

### 6.3 Höjdsättning och översvämningssåtgärder

I samband med mycket kraftig nederbörd uppstår dagvattenflöden där planområdets dagvattenlösningar inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet på ett säkert sätt kan avrinna ytledes via sekundära avrinningsvägar, som planområdets vägar eller öppna ytor och vidare mot recipient. Vid höjdsättning av gatu- och kvartersmark är det viktigt att instängda områden – lokala lågpunkter från vilka dagvattnet inte kan avrinna naturligt – undviks. Eventuella lågpunkter ska istället placeras i planområdets utkanter och gårdsytor höjdsätts så att vatten kan avrinna ytledes mot gatemark.

Framförallt är det av intresse att tillse att byggnader höjdsätts på sådant sätt att vatten inte blir stående mot grunden. Infart till parkeringsgarage bör utformas som en vall för att undvika att vatten från Kungsgatan vid skyfall och/eller översvämning av Fyrisån rinner till garaget. Även lämpliga sekundära avrinningsvägar inom planområdet bör höjdsättas för att underlätta för ytavrinning mot gatemark och grönområden som kan fungera som tillfälligt utjämningsområde. Gatemarken fungerar även i sig som sekundär avrinningsväg för vattnets vidare transport mot recipient.

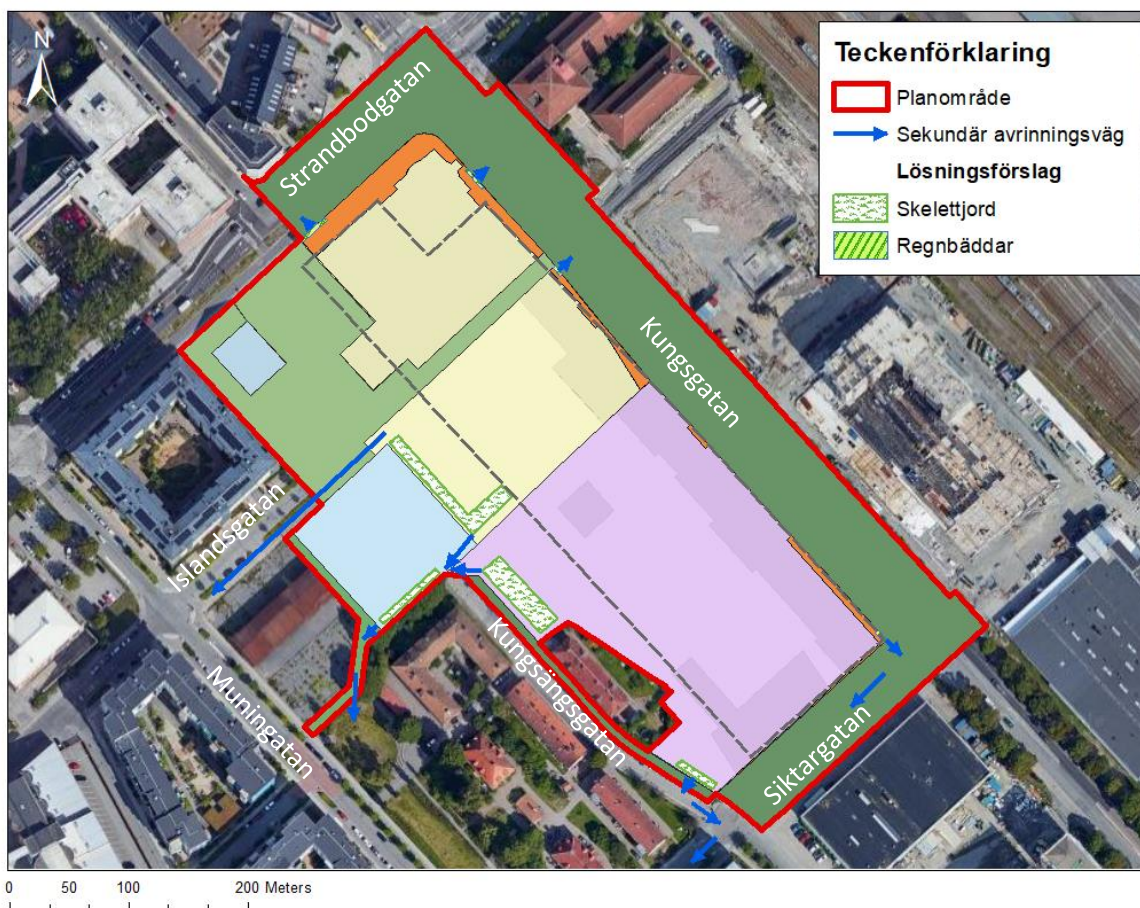
Enligt lågpunktskartering i (avsnitt 3.4) och översvämningsskartering utmed Fyrisån (avsnitt 3.5) är risken för översvämning inom planområdet befintlig. Dels förekommer det lågpunkter inom planområdet som redan vid 20 mm regn svämmas över. Vissa lågpunkter förekommer dessutom intill



de befintliga byggnader vilket kan resultera i skador på bebyggelsen. Förutom detta finns det risk för översvämning i samband med översvämning av Fyrisån vid ett 100-årsflöde på den nordvästra delen av planområdet på grund av en lokal sänka i nordvästra delen av planområdet. På grund av detta måste höjdsättningen i området ändras och det är inte lämpligt att leda dagvatten mot de ytor som är benägna att svämmas över vid skyfall.

De flödesvägar som höjdsättningen bör eftersträva vid planerad markanvändning presenteras i Figur 6-2. Lämpligen avvattnas taken mot skolgården. I delavrinningsområde 1 och 2 ytvanner vattnet i sydostlig respektive sydvästlig riktning mot de föreslagna skelettjordarna inom respektive delområde. I delområde 3 avrinner vattnet från gårdsytan mot innergården där det leds vidare till skelettjorden i planområdets södra del. I delområde 4, från förgårdsmarken, avleds dagvatten mot regnbäddar på förgårdsmarken. Skyfallsvatten från regnbäddar tillåts att brädda ut mot Strandbodgatan och Siktargatan efter fördröjning i regnbäddar. Från skelettjordarna bör dagvatten tillåtas att brädda ut mot Siktargatan, Islandsngatan och vidare söderut mot Mumingatan.

Vid skyfall ska den allmänna platsmarken utgöra sekundära avrinningsvägar i sydlig och östlig riktning. Den planerade torgytan kan tillåtas översvämmas något vid kraftiga flöden i Fyrisån men de byggnaderna som ligger intill torgytan bör ligga högre än torgytan.



**Figur 6-3.** Ytavrinning som den framtida höjdsättningen bör eftersträva samt sekundära avrinningsvägar vid skyfall.

## 7 Föroreningsbelastning

I föroreningsberäkningarna har, så långt det är möjligt, vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. För markanvändningskategorier där sådana inte funnits att tillgå har istället avrinningskoefficienter hämtats från StormTac. Den allmänna platsmarken vid planerad markanvändning betraktas som gång & cykelväg och har avrinningskoefficienten 0,8. Skolgården och förskolegården betraktas som skolområde och har avrinningskoefficienten 0,5.

Beräkningar har gjorts för tre scenarier:

- Befintlig markanvändning
- Planerad markanvändning utan dagvattenåtgärder
- Planerad markanvändning med åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten.

Separata föroreningsberäkningar har gjorts för delområde 4, som består av förgårdsmark, och delområden 1-3 som består av takytor och skolgårdsytor. Beräkningarna har sedan summerats för att få en översiktlig bild över föroreningssituationen i dagvatten inom planområdet i sin helhet.

Observera att allmän platsmark inte är inkluderad i föroreningsberäkningen.

Den uppskattade årliga belastningen från planområdet återges i Tabell 7-1. Eftersom planområdet i dagsläget är bebyggt och till stora delar består av parkeringsytor, förväntas den planerade exploateringen medföra sänkta föroreningsmängder för majoriteten av de studerade ämnena. Dock väntas en svag ökning av kvävebelastningen ske efter den planerade exploateringen. Med den föreslagna dagvattenlösningen förväntas den årliga belastningen minska för alla ämnen avsevärt. Utöver den föreslagna dagvattenlösningen planeras plantering av flertal träd inom planområdet vilket sannolikt kommer sänka föroreningshalterna ytterligare genom växtupptag.

Beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och resultaten bör därför inte tolkas som exakta siffror. De osäkerheterna som är redovisade i StormTac i schablonhalter för respektive markanvändningstyp samt reningsgrad redovisas i Bilaga 1.

**Tabell 7-1. Årlig föroreningsbelastning från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000). Orange = halten överstiger befintlig halt, grön = halten understiger befintlig halt.**

Ämne	Enhet	Befintlig	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning med åtgärd
Fosfor	kg/år	2,0	2,4	1,3
Kväve	kg/år	27	16	7
Bly	kg/år	0,27	0,08	0,03
Koppar	kg/år	0,4	0,2	0,1
Zink	kg/år	1,3	0,6	0,2
Kadmium	kg/år	0,008	0,007	0,002
Krom	kg/år	0,14	0,08	0,02
Nickel	kg/år	0,14	0,07	0,02
Kvicksilver	kg/år	0,0007	0,0002	0,0001
Susp. substans	kg/år	1335	464	173
Olja	kg/år	7	3	1
PAH	kg/år	0,031	0,005	0,002
Benso(a)pyren	kg/år	0,0006	0,0003	0,0001
Antracen	kg/år	0,0005	0,0001	0,0001
Tributyltenn	kg/år	0,00003	0,00002	0,00001

## 8 Slutsats

I dagsläget finns det inga LOD-lösningar inom planområdet förutom en oljeavskiljare. Det bedöms att den planerade exploateringen tillsammans med implementering av de föreslagna dagvattenlösningarna kommer att leda till minskad flödesbelastning på de befintliga allmänna dagvattenledningarna och minskad föroreningsbelastning på recipienterna Fyrisån och Ekoln.

Med de föreslagna dagvattenanläggningarna kommer den totala fördröjda regnvolymen inom kvartersmarken inom planområdet att uppgå till 403 m<sup>3</sup>. Detta motsvarar fördröjning av 20 mm regn på den hårdgjorda ytan inom den delen av planområdet som utgörs av kvartersmark. Detta följer Uppsala Vattens riktlinjer om att 20 mm regn ska fördröjas inom fastighetsmark innan vidare avledning till Uppsala Vattens dagvattenledning.

Eftersom dagvattensystemet inom planområdet inte dimensioneras för ett skyfall innebär det att vattnet bör kunna ledas bort från området i händelse av ett sådant. I planområdet utgör den allmänna platsmarken sekundära avrinningsvägar framförallt i sydvästlig och sydostlig riktning.

Slutrapport

## 9 Referenser

Bjerking AB. (2018). *Markteknisk undersökningsrapport Miljö- och Geoteknik. Kungsängen 24:1-2 mfl Nytt parkeringshus, Förskola och bostäder.*

Geosigma AB. (2018). *Risikanalyt av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt - Slutrapport Måsen Etapp 2. GRAP 18116.* Uppsala.

Länsstyrelserna. (2018). Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall.

Länsstyrelsen. (2019). Geodata Katalogen, data har hämtats från

<https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>

Länsstyrelsen. (2019). VISS, data har hämtats från <https://viss.lansstyrelsen.se/>

Uppsala Vatten. (2018). *Checklista för dagvattenutredningar.*

Uppsala vatten. (2016). *Dagvattenhantering - En exempelsamling.*

Uppsala Vatten. (2016). *Handbok för dagvattenhantering i Uppsala kommun.* Uppsala.

Uppsala Vatten. (2014). *Dagvattenprogram för Uppsala kommun.*

SGU, 2019, data har hämtat via WMS tjänst: <https://www.sgu.se/>

StormTac version 20.2.2 se information om programmet på <http://www.stormtac.com/>

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten – funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, publikation 110.*

WSP. (2018). Kompletterande miljöteknisk markundersökning. Kungsängen 24:1, 24:2, 24:8 och 24:10, Uppsala.

Plan- och byggnadsnämnden. (2017). Planbesked för Norra Hovstallängen, Kungsängen 24:1 m.fl. MBS

# **Bilaga 1**

Osäkerheter i StormTac

Tabell 1. Osäkerhet av föroreningshalter för den befintliga markanvändningen för hela området.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Parkering	140	2400	30	40	140	0.45	15	15	0.080	140000
SD	45	450	94	24	120	0.97	9.6	nd	nd	98000
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000
Blandat grönområde	120	1000	6.0	12	23	0.27	1.8	1.0	0.010	43000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	ANT	TBT					
Parkering	800	3.5	0.060	0.050	0.0020					
SD	290	nd	nd	nd	nd					
Takyta	0	0.44	0.010	0.010	0.0020					
SD	nd	nd	75	nd	nd					
Blandat grönområde	170	0.10	0.010	0.010	0.0020					
SD	nd	nd	nd	nd	nd					

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet Medel säkerhet Låg säkerhet

Tabell 2. Osäkerhet av föroreningshalter för den planerade markanvändningen, delområden 1–3.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Skolområde	300	1600	15	27	100	0.70	12	9.0	0.030	70000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	ANT	TBT					
Skolområde	700	0.60	0.050	0.010	0.0020					
SD	nd	nd	nd	nd	nd					
Takyta	0	0.44	0.010	0.010	0.0020					
SD	nd	nd	75	nd	nd					

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet Medel säkerhet Låg säkerhet

Tabell 3. Osäkerhet av föroreningshalter för den planerade markanvändningen, delområde 4.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Gårdsyta inom kvarter	220	1900	3.7	16	29	0.23	3.7	2.3	0.010	41000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP	ANT	TBT					
Gårdsyta inom kvarter	360	0.61	0.0067	0.010	0.0019					
SD	nd	nd	nd	nd	nd					

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet

Tabell 4. Osäkerhet av reningseffektivitet i delavrinningsområden 1-3.

Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	44	53	65	67	74	72	76	73
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Absolut osäkerhet (+/-)	13	16	20	20	22	22	23	22
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	ANT	TBT	
Uträknat	41	63	80	59	59	40	40	
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Absolut osäkerhet (+/-)	12	19	24	18	18	12	12	

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.

Minsta möjliga

Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)

Max reningseffekt

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet



Tabell 5. Osäkerhet av reningseffektivitet i delavrinningsområde 4.

**Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)**

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	81	66	81	81	87	76	58	71
SD	84	64	18	52	18	8.4	196	53
Absolut osäkerhet (+/-)	24	20	24	24	26	23	17	21
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	ANT	TBT	
Uträknat	67	79	79	94	42	67	67	
SD	nd	50	14	nd	nd	nd	nd	
Absolut osäkerhet (+/-)	20	24	24	28	13	20	20	

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.		Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)		Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet
		Låg säkerhet