

RAPPORT  
**DAGVATTENUTREDNING  
LILLJANSBERGET, UMEÅ**



SLUTVERSION (reviderad 2018-09-29)  
2018-03-09

**UPPDRAG** 280776, MKB för detaljplan Lilljanberget, Umeå

Titel på rapport: Dagvattenutredning Lilljansberget, Umeå

Status: Slutversion

Datum: 2018-03-09

**MEDVERKANDE**

Beställare: Umeå kommun

Kontaktperson: Anna Åslin

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Johanna Thurdin

Handläggare: Linda Bäckström

Sofie Sarri

Kvalitetsgranskare: Torbjörn Melin

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>BAKGRUND .....</b>	<b>5</b>
1.1	SYFTE.....	5
1.2	AVGRÄNSNING .....	5
<b>2</b>	<b>FÖRUTSÄTTNINGAR.....</b>	<b>6</b>
2.1	TILLHANDAHÅLLET UNDERLAG .....	6
2.2	KOMMUNALA RIKTLINJER OCH STÄLLNINGSTAGANDEN.....	7
2.3	BEFINTLIG MARKANVÄNDNING .....	7
2.4	TOPOGRAFI .....	7
2.5	GEOTEKNISKA OCH GEOHYDROLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR .....	7
2.6	RECIPIENT OCH VATTENFÖREKOMSTER.....	9
2.7	SKYDDADE OMRÅDEN ETC. ....	10
2.8	FÖRORENINGSRISKER .....	11
2.9	EXPLOATERINGSFÖRSLAG.....	11
2.10	ÖVERSVÄMNINGSRISKER.....	13
<b>3</b>	<b>BEFINTLIG AVVATTNING.....</b>	<b>15</b>
3.1	IN- OCH UTSTRÖMNINGSPLATSER .....	15
3.2	BEFINTLIGT DAGVATTENSYSTEM OCH AVVATTNING.....	15
3.3	MARKAVVATTNINGSFÖRETAG .....	15
<b>4</b>	<b>ANALYS, BERÄKNINGAR OCH BEDÖMNINGAR.....</b>	<b>16</b>
4.1	AVRINNINGSOMRÅDEN OCH RINNSTRÅK.....	16
4.2	FLÖDEN .....	18
4.2.1	SNÖSMÄLTNING .....	20
4.3	FÖRDRÖJNINGSBEOV .....	20
4.3.1	INOM UTREDNINGSSOMRÅDET .....	20
4.3.2	NATURMARKSOMRÅDEN I PLANOMRÅDET, EJ TIDIGARE DETALJPLANELAGD 21	
4.4	FÖRORENINGSRISKER .....	21
4.5	ÖVERSVÄMNINGSRISKER.....	22
<b>5</b>	<b>FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING .....</b>	<b>23</b>
5.1	JUSTERAD HÖJDSÄTTNING OCH FÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER .....	23
5.2	DAGVATTENHANTERING, FÖRDRÖJNING OCH RENING .....	24
5.3	BYGGSEDE.....	25
5.4	PLANBESTÄMMELSER .....	25
<b>6</b>	<b>MILJÖBEDÖMNING .....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>26</b>

<b>8</b>	<b>FORTSATT ARBETE .....</b>	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>REFERENSER .....</b>	<b>28</b>

**BILAGA 1. FLÖDESBERÄKNINGAR FÖR UTREDNINGSOMRÅDET**

**BILAGA 2. FLÖDESBERÄKNINGAR OCH FRÖDRÖJNINGSBEHOV FÖR NATURMARK**

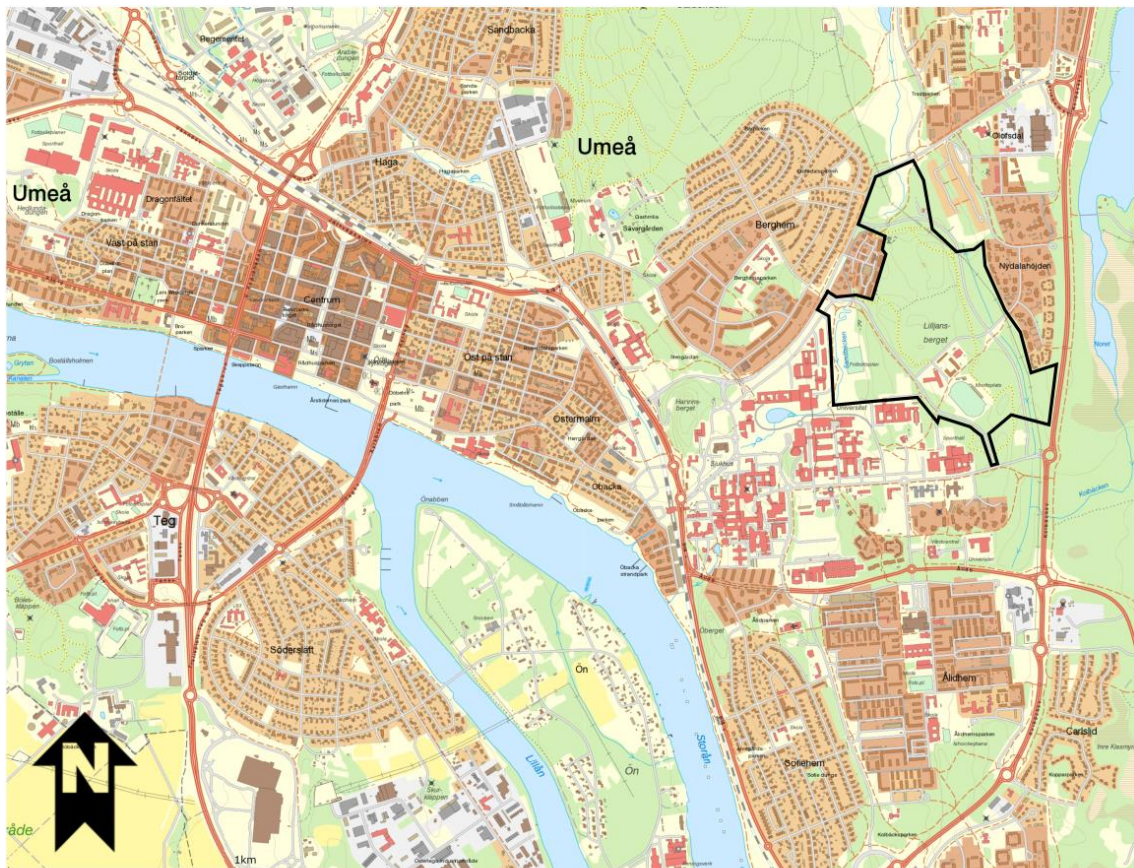
**BILAGA 3. TILLGÄNGLIG KAPACITET I MAGASIN PÅ KVARTERSNIVÅ UTIFRÅN ERHÅLLEN  
EXPLOATERINGSGRAD**

**BILAGA 4. FÖRDRÖJNINGSBEHOV I UTREDNINGSOMRÅDET**

**BILAGA 5. ILLUSTRATION ÅTGÄRDSFÖRSLAG**

## 1 BAKGRUND

Umeå kommun har avsikten att upprätta en ny detaljplan för området kallat Lilljansberget för att skapa förutsättningar och möjligheter att utveckla området för stadsbebyggelse. Lilljansberget är placerat direkt nordöst om Umeå universitet och Norrlands Universitetssjukhus, se Figur 1.



© Länsstyrelsen, Lantmäteriet, NVDB, ESRI Inc, RAA, SGU, Sjöfartsverket, SMHI, SVO, SCB, SJV, FM, Bergsstaten, SLU, DIRNAT

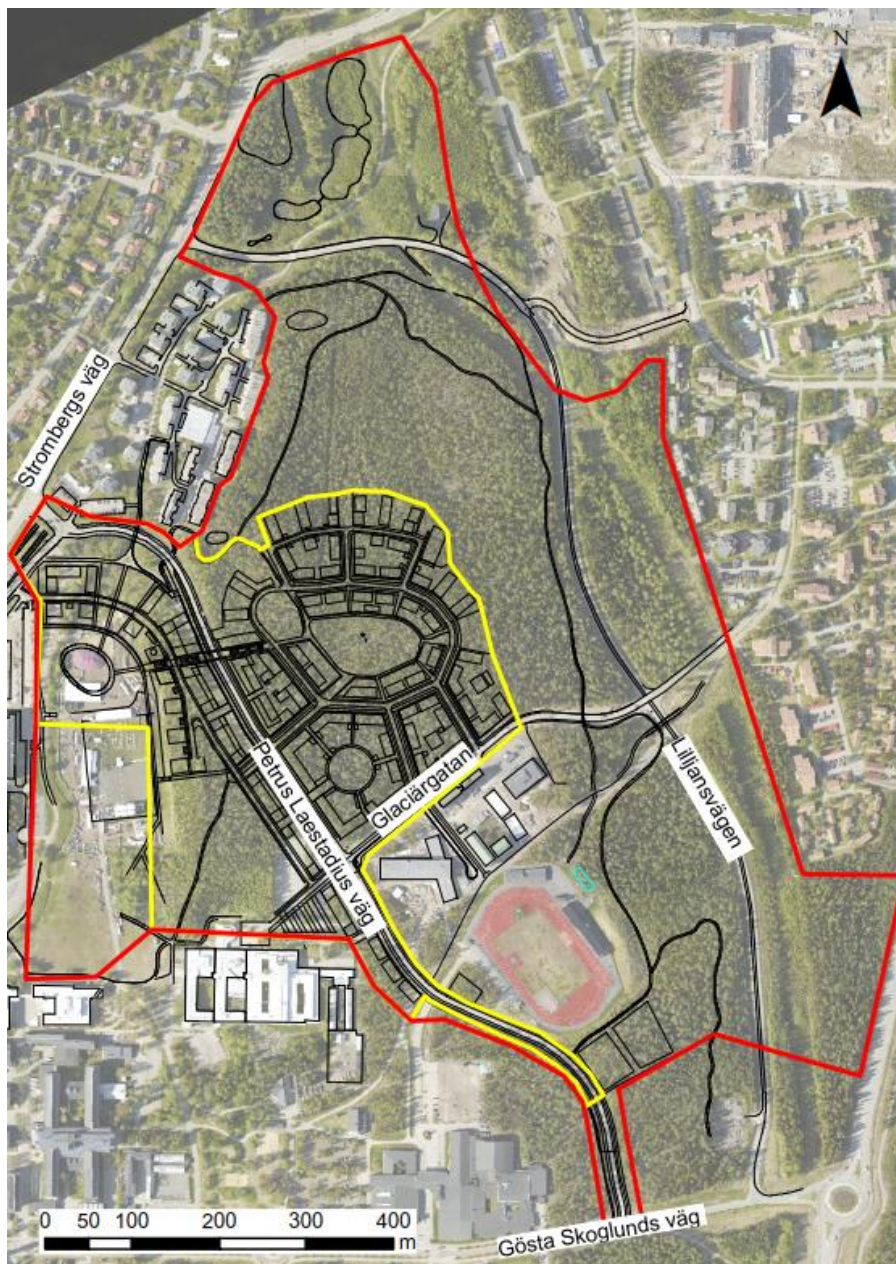
Figur 1. Figuren visar var planområdet Lilljansberget, utmarkerat med svart, är lokaliserat i Umeå.

### 1.1 SYFTE

Dagvattenutredningen syftar till att klargöra behov och åtgärder beträffande dagvattnet på kvarternivå för aktuell detaljplan med utgångspunkt från mottagande vattensystems begränsningar och krav.

### 1.2 AVGRÄNSNING

Utredningsområdet har för denna dagvattenutredning avgränsats till att i huvudsak omfatta det område som avses förändras och detaljplanläggas till annat ändamål än naturmark och angränsande vägområden som också förändras, se Figur 2. Arean för utredningsområdet uppgår till c:a 20 ha. För utredningsområdet klargörs såväl flödesförändring som fördröjningsbehov och åtgärdsförslag. För naturtytor nordost och sydost om utredningsområdet i planområdet har endast flödesförändring och fördröjningsbehov avseende dagvattnet beaktats.



Figur 2. Figuren visar tänkt exploatering på Lilljansberget. Planområdesgränsen är utmarkerad med röd linje och utredningsområdets avgränsning utmarkerad med gul linje. Därtill framgår namnen på de större vägarna i eller i anslutning till utrednings samt planområdet.

## 2 FÖRUTSÄTTNINGAR

### 2.1 TILLHANDAHÅLLET UNDERLAG

Umeå kommun har tillhandahållit följande underlag till denna utredning.

- Geotekniskt underlag från närliggande områden
- Utdrag ur primärkartan
- Situationsplan

- VA-ledningsunderlag
- Skyfallsanalys
- Dagvattenutredning Lilljansberget
- Dagvattenutredning Sandbäcken

## 2.2 KOMMUNALA RIKTLINJER OCH STÄLLNINGSTAGANDEN

Umeå kommun meddelade vid mötet den 2017-11-07 att en klimatfaktor på 1,3 ska användas vid flödesberäkningar för framtida regn.

Umeå kommun har vid möte den 2018-02-22 meddelat att det viktiga är att det av utredningen tydligt framgår vilka antaganden som görs. Då det är känt att nedströms mottagande dagvattensystem har begränsningar önskade kommunen att dagvattenutredningen gärna kunde visa på vilken hårdgörandegrad som rekommenderas. VA-huvudmannen hade ingen information om tillgänglig fri kapacitet i nedströms ledningssystem utan hänvisade till underlagsrapport Dagvattenutredning Lilljansberget (Sweco 2015) för flödesuppgifter.

## 2.3 BEFINTLIG MARKANVÄNDNING

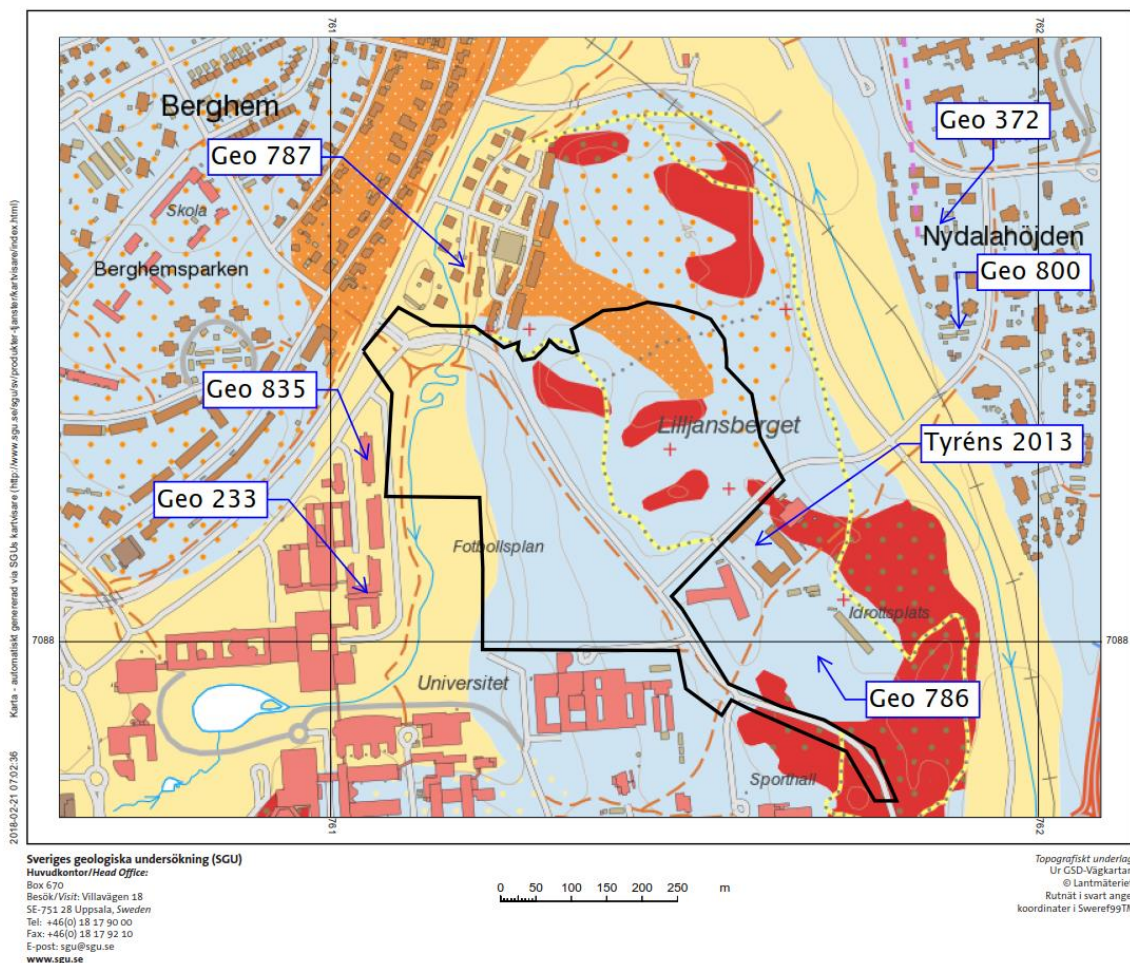
I nuläget består större delen av exploateringsområdet av naturmark med nära till berg i dagen. Inom skogsområdet finns ett antal mindre stigar samt ett motionsspår. Exploateringsområdet genomkorsas av Petrus Laestadius väg. På södra sidan av vägen angränsar planområdet till en fotbollsplan. Denna del av planområdet används för aktiviteter kopplade till fotbollsplanen. Genom planområdets västra del rinner Sandbäcken och i anslutning till denna ligger en gång och cykelväg.

## 2.4 TOPOGRAFI

I planområdet som innefattar Lilljansberget och angränsande naturmark finns två jämnhöga höjdpunkter en strax nordost om exploateringsområdet och en inom exploateringsområdet. Exploateringsområdet ligger på en bergssluttning där högsta punkten ligger på ca + 48 meter över havet. Området sluttar ner åt sydväst mot Sandbäcken och exploateringsområdets lägsta punkt ligger på ca + 23 meter över havet. Sydöstra delen av planområdet sluttar åt sydost.

## 2.5 GEOTEKNISKA OCH GEOHYDROLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Jordartskartan från SGU (2018) visar att området för planerad exploatering ligger på en höjd där berg i dagen förekommer återkommande inom hela områdets högre belägna delar. I övrigt består marken av ett tunt moränlager på kullens höjd för att få större mäktighet vid sluttningens fot. På bergets västra sluttning finns ett stråk med postglacial sand som går i en sänka från bergets topp ner mot bebyggelsen i anslutning till Strombergs väg. Marken i de lägre delarna av planområdet, i anslutning till Sandbäcken, består i huvudsak av lera och eller silt.



Figur 3. I figuren visas utdrag ur SGU:s jordartskarta samt utredningsområdet i svart, klarröda fält markerar berg i dagen, ljusprickat oranget fält anger lokalisering av postglacial sand och beigegula fält visar på områden med lera och silt.

Tyréns genomförde år 2004 en geoteknisk undersökning på fastigheten Stadsliden 6:6 vilket är placerat väster om Lilljansberget i direkt anslutning till Sandbäcken, se markering Geo 787 i Figur 3. Närmast Lilljansbergets sluttning består jordarten av morän med lokala inslag av ett ytligt lager med sand. Moränen närmast berget bedömdes vara flytbenägen och erosionskänslig i vattenmättat tillstånd. Området närmare Sandbäcken består i varierande grad av sand, silt och lera ovan morän. Sulfidlera har påträffats i en del av lerskiktet. Grundvattenytan ligger på mellan 1-2 meter under befintlig markyta.

Tyréns genomförde år 2014 en markteknisk undersökning och 2015 ett projekteringsunderlag på universitetsområdet, se markering Geo 835 i Figur 3. Vid undersökningen återfanns fyllnadsmassor under asfalteringen. Därunder silt eller varvigt lagrad sand och silt som övergår i sulfidsilt ovan sandig siltmorän. I västra delen av det område som undersöktes påträffades ingen sulfidsilt. Grundvattenytan påträffades på mellan 1-1,5 meter under befintlig markyta.

VAB arkitekter ingenjörer genomförde år 1987 en geoteknisk undersökning på universitetsområdet, se markering Geo 233 i Figur 3. Det översta jordlagret består av fyllnadsmaterial och under detta påträffades sandiga siltiga eller leriga sediment. Från jordanalyserna har sulfidhaltig lera påträffats. Grundvattenytan påträffades 1-2 meter under befintlig markyta.

WSP genomförde år 2009 en geoteknisk undersökning på Lilljansberget i samband med byggnationen av Campus Friidrottsarena, se markering Geo 786 i Figur 3. Generellt sett ligger berget ytligt och berg i dagen förekommer inom området för friidrottsarenan. Jordarten i



området utgörs till stor del av grusig sand över siltig sandmorän. Grundvattenytan har bedömts som ytlig och ligger på mellan 0-1 meter under befintlig markyta. I en punkt uppmättes grundvattenytan ligga på ett djup om mer än 1,3 meter under befintlig markyta men med bedömningen att högsta grundvattennivån ligger på omkring 0-0,5 meter under befintlig markyta.

Tyréns genomförde år 2013 en geoteknisk undersökning i samband med detaljplaneläggande av fastigheterna sydöst om Glaciärgatan uppe på Lilljansberget, se markering Tyréns 2013 i Figur 3. Generellt sett består marken av blockrik morän med nära till berg. Djupet till berg bedöms variera mellan 0-4 meter under befintlig markyta. Berg i dagen förekommer på stora delar av området. Moränen överlagras av relativt tunna lager sediment som består av sand och silt. Moränen består i de södra delarna av siltmorän som mot de norra delarna av området övergår till en stenig grusig sandig morän. Grundvattennivån mättes vid undersökningstillfället till 0,7 meter under befintlig markyta och bedömdes generellt återfinnas på mellan 0,5-1 meters djup under befintlig markyta.

WSP genomförde år 2012 en geoteknisk undersökning på kvarteret Rullstenen 2, se markering Geo 800 i Figur 3. Den dominerande jordarten är siltig sandmorän. Grundvattenytan bedömdes återfinnas cirka 2 meter under befintlig markyta.

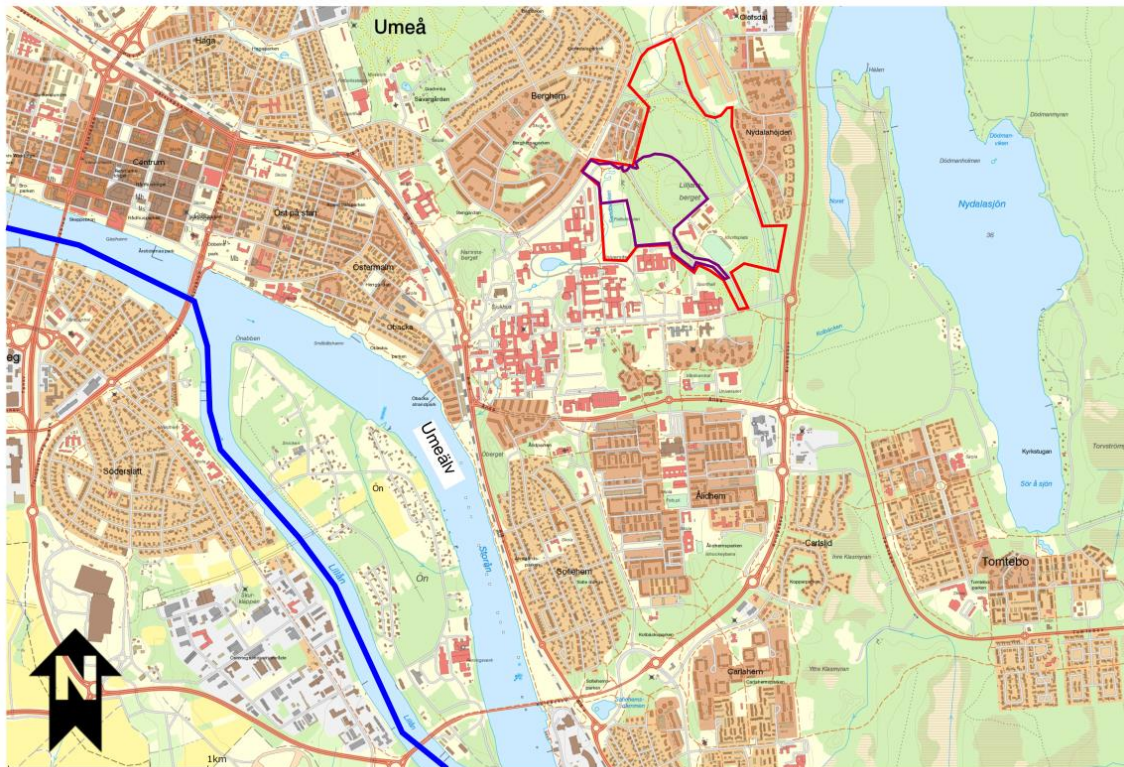
VAB Infrastruktur genomförde år 1995 en geoteknisk undersökning på fastigheten Västerteg 6:62, se markering Geo 372 i Figur 3. Inom området har sandig siltmorän eller siltig sandmorän. Inget berg har påträffats ytligare än tre meter. Grundvattenytan påträffades på mellan 0,39-1,35 meter under markytan.

## 2.6 RECIPIENT OCH VATTENFÖREKOMSTER

Mottagande vatten för det dagvatten som uppkommer inom exploateringsområdet är Sandbäcken, dock är denna inte klassad som en vattenförekomst. Mottagande recipient är därmed vattenförekomsten Umeälven, som har måttlig ekologisk status och miljökvalitetsnormen god ekologisk status 2027. Den kemiska statusen är uppnår ej god och den kemiska miljökvalitetsnormen är god kemisk ytvattenstatus, se Tabell 1 och Figur 4.

Tabell 1. Fakta om Umeälvens ekologiska och kemiska klassning och status framgår av tabellen.

Umeälven		
SE708620-171973	Ekologisk	Kemisk
Miljö kvalitetsnorm	God ekologisk status 2027	God kemisk ytvattenstatus
		Undantag, mindre stränga krav: Kviksilver och kvicksilverföreningar Bromerad difenyleter
Statusklassning	Måttlig	Uppnår ej god
	Recipienten har problem med främmande arter och då är det främst vattenpest. Vidare har recipienten problem med morfologin och vattenförekomsten är flödesreglerad.	Det är främst förekomsten av tungmetaller och industriella föreningar som gör att statusklassningen inte är god.

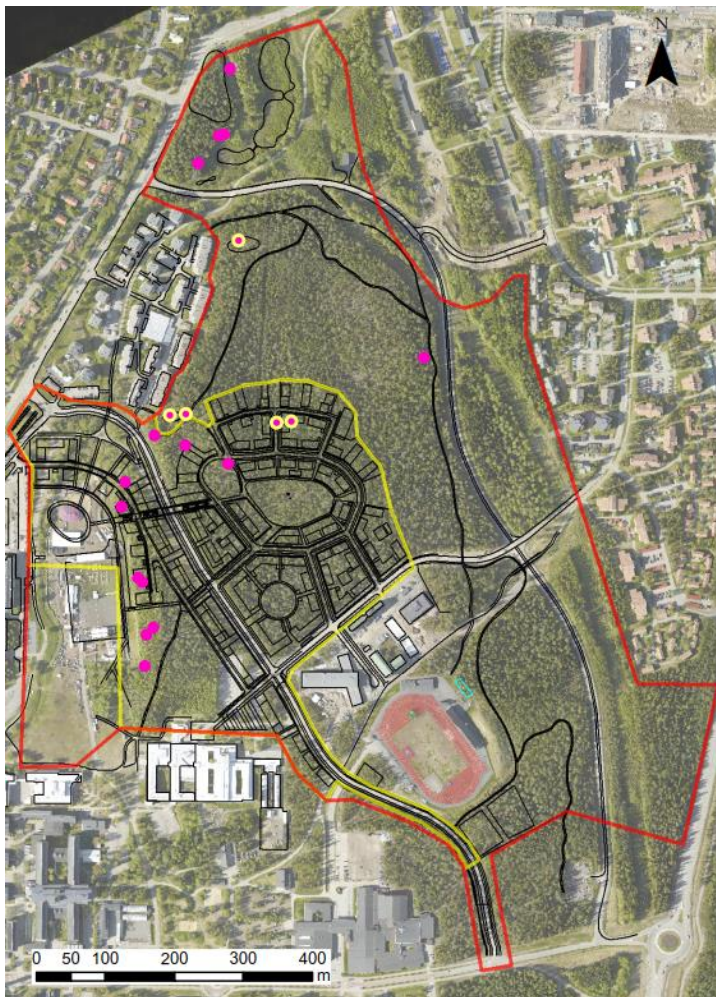


© Länsstyrelsen, Lantmateriet, NVDB, ESRI Inc, RAA, SGU, Sjöfartsverket, SMHI, SVO, SCB, SJV, FM, Bergsstaten, SLU, DIRNAT

Figur 4. Figuren illustrerar exploaterings-/utredningsområdet i mörklila och planområdet i rött i relation till recipienten Ume älv.

## 2.7 SKYDDADE OMRÅDEN ETC.

I planområdet och även i berört exploateringsområde återfinns registrerade kulturvärden, totalt 20 objekt varav fem är klassade som fornlämningar och därmed innehar ett juridiskt skydd se Figur 5. Fornminnena i exploateringsområdet utgörs av boplatsgropar respektive stensättningar/gravar.



Figur 5. Figuren visar lokalisering av kulturvärdesobjekt, rosa punkter med gul kant utgör fornminnen och helrosa punkter är klassad som övrig kulturhistorisk lämning.

## 2.8 FÖRORENINGSRISKER

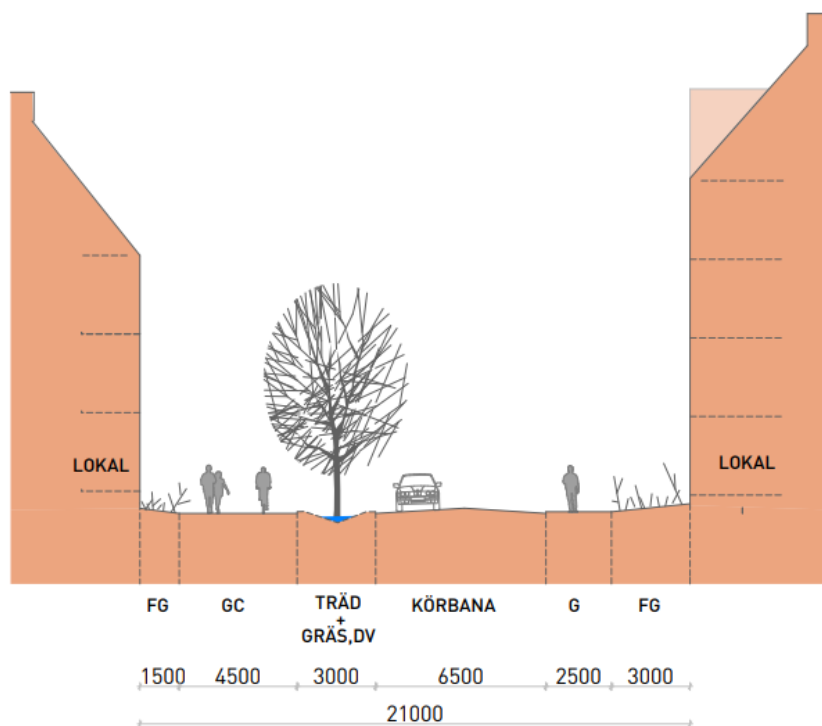
Inom området för Lilljansberget finns inga kända föroreningsrisker sedan tidigare. Däremot återfinns sulfidjord i jordlagren som är i anslutning till de flackare partierna invid Sandbäcken.

## 2.9 EXPLOATERINGSFÖRSLAG

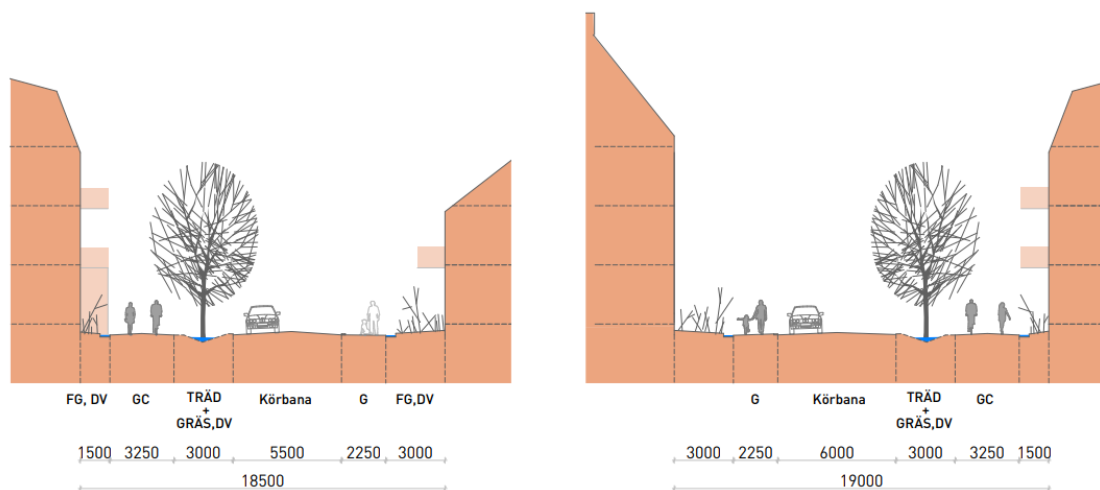
I erhållit underlag framgår kommunens planer på exploatering i utredningsområdet och utredningar. Sammanlagt 14 kvarter avses bebyggas med flerbostadshus såväl uppe på Lilljansberget som väster om Petrus Laestadius väg i Campusparken. Situationskissen, se Figur 6, har tillsammans med typsektioner för vägar, se Figur 7 och Figur 8, från förslag till utformning (Brunnberg och Forshed, 2016) utgjort underlag för antaganden till dagvattenberäkningar.



Figur 6. I figuren visas ett utsnitt ur den av kommunen erhållna situationsskissen, tilltänkta byggnader är illustrerade i rödbrunorange skala medan befintlig bebyggelse är gråfärgad.



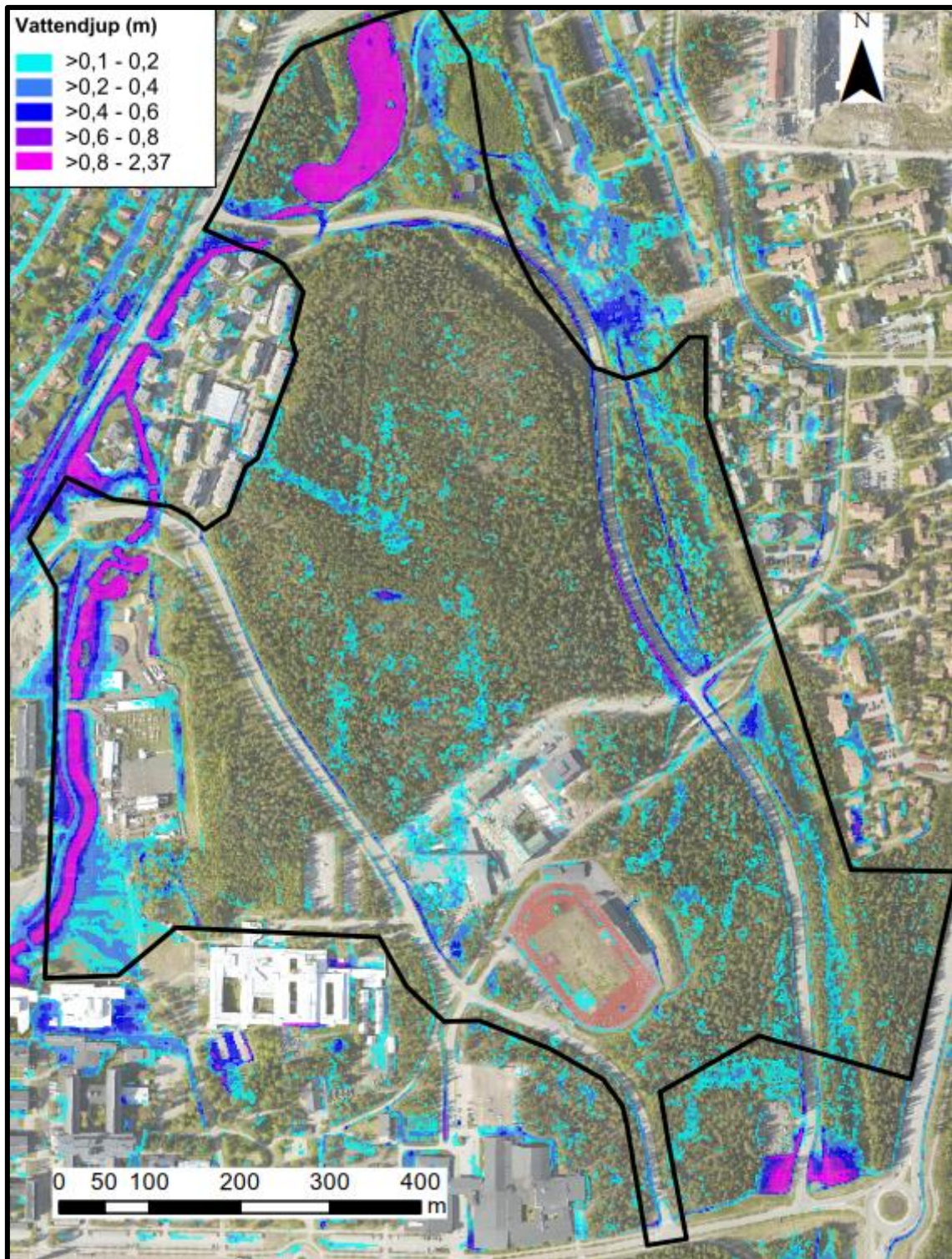
Figur 7. Typsektion för utformning av Petrus Laestadius väg.



Figur 8. Typsektion för utformning av bostadsgata (t.v.) och infartsgata (t.h.)

## 2.10 ÖVERSVÄMNINGSRISKER

Resultatet från tidigare utförd översvämningsmodellering (Vatten & Miljöbyrån, 2016) visar på ett påtagligt svåravvattnad och nederbördsackumulerande område i planområdets västra kant se Figur 9. Området där vatten blir stående är främst lokaliserat utmed Sandbäckens sträckning, Sandbäcken är en liten bäck som är mycket flack och därmed har låg vattenförande kapacitet. Bäckens kulverterad den sista sträckan förbi Norrlands universitets sjukhus varmed begränsning i systemet således finns nedströms, något som bidrar till dämning i bäcken uppströms.



Figur 9. Av figuren framgår vattendjup för nutida förhållanden med framtida 100 års regn samt gränsen för planområdet i svart. Illustrationen är framtagen av erhållit översvämningsdata (Vatten & Miljöbyrån 2016) med hjälp av skyfallsdata och ArcGIS.

### **3 BEFINTLIG AVVATTNING**

#### **3.1 IN- OCH UTSTRÖMNINGSPLATSER**

Längst norrut i planområdet finns ett tydligt inflöde där Sandbäcken löper in i planområdet, bäcken fortsätter sedan söderut i planområdets västra kant. För utredningsområdet finns bortsett från Sandbäckens passage inget inströmmande eller påtryckande dagvatten. Utflöde sker i huvudsak via Sandbäcken.

Känt utströmningsområde med svallisproblematik återfinns öster om befintlig bebyggelse i bostadsområdet Lilljansberget.

#### **3.2 BEFINTLIGT DAGVATTENSYSTEM OCH AVVATTNING**

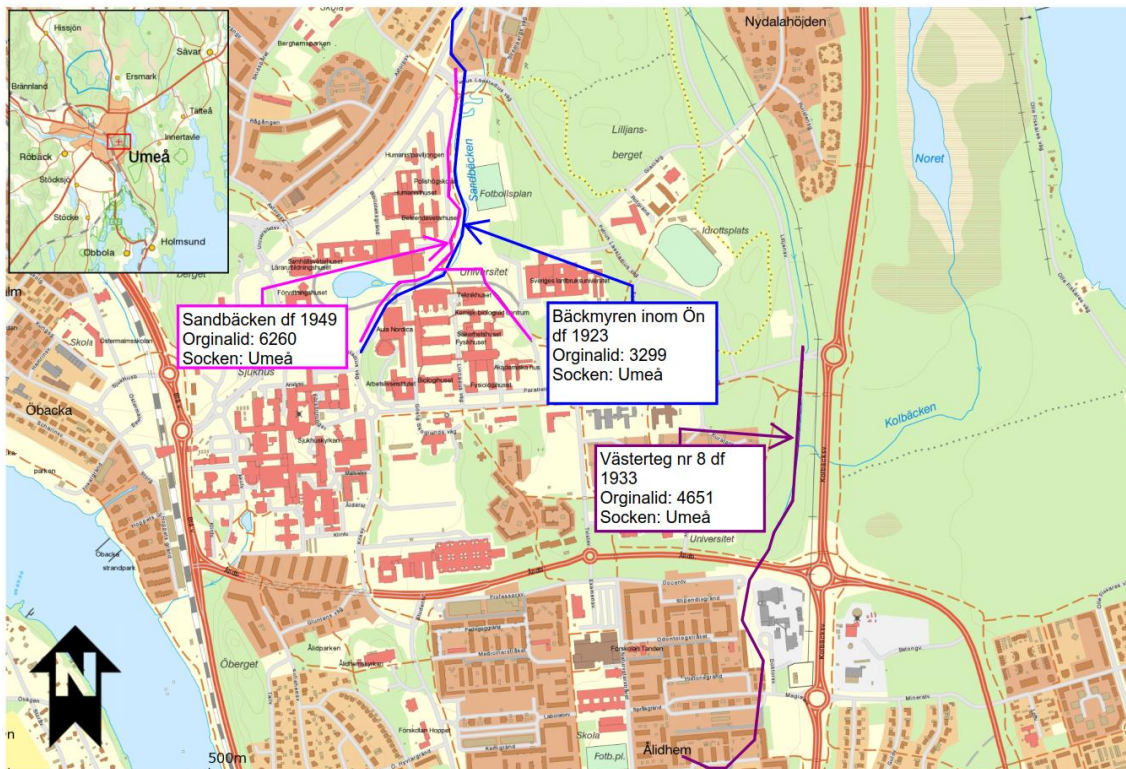
Bebyggelsen som återfinns direkt söder utredningsområdet uppe på Lilljansberget söder om Glaciärgatan avvattnas via kommunalt dagvattensystem som leder dagvattnet åt nordost i riktning mot Lilljansvägen. I övrigt finns ett antal trummor under Petrus Laestadius väg samt en uppsamlade rännstensbrunn i utredningsområdets nordvästliga del som tar trafikavvattningen ner till Sandbäcken. Dagvattnet från området når därefter markavvattningsföretag (se nedan) som i sin tur övergår till kommunalt dagvattennät (Hamrinstunneln).

#### **3.3 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG**

Det finns tre markavvattningsföretag i anslutning till planområdet se Figur 10. De två, Sandbäcken df 1949 och Bäckmyren inom Ön df 1023, som återfinns utmed Sandbäcken har i stort sett samma sträckning och troligtvis är det senare en förändring/utökning av det tidigare. Större delen av exploateringsområdet avvattnas i nuläget till dessa. Det tredje markavvattningsföretaget, Västerteg nr 8 df 1933, ligger öster om planområdet och berörs enbart i mycket liten utsträckning. För exploateringen som den här utredningen avser är det tveksamt ifall det kommer att beröras alls.

För dikningsföretagen längs Sandbäcken finns ett dimensionerande flöde på 1,5 l/s, ha.

För dikningsföretaget Västerteg nr 8 finns ett dimensionerande flöde om 1 l/s, ha.



Figur 10. Figuren illustrerar de identifierade markavvattningsföretagens lägen och benämningar.

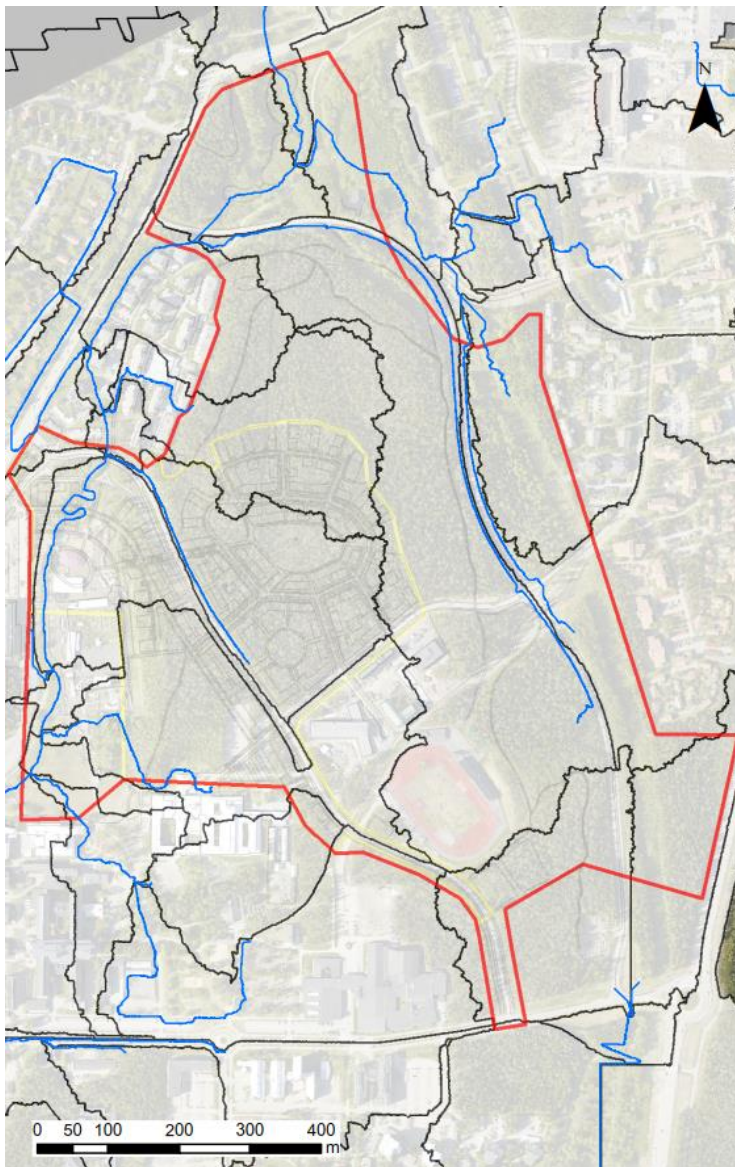
## 4 ANALYS, BERÄKNINGAR OCH BEDÖMNINGAR

### 4.1 AVRINNINGSSOMRÅDEN OCH RINNSTRÅK

En GIS-analys har genomförts avseende nuläget för att klargöra avrinningsområden och rinnstråk för nulägesituationen. Den höjddata som använts är ett utdrag ur Lantmäteriets NH Grid 1+ som tillhandahållits av Umeå kommun. Det koordinatsystem som använts är Sweref 99 20 15 och höjdsystemet är RH2000.

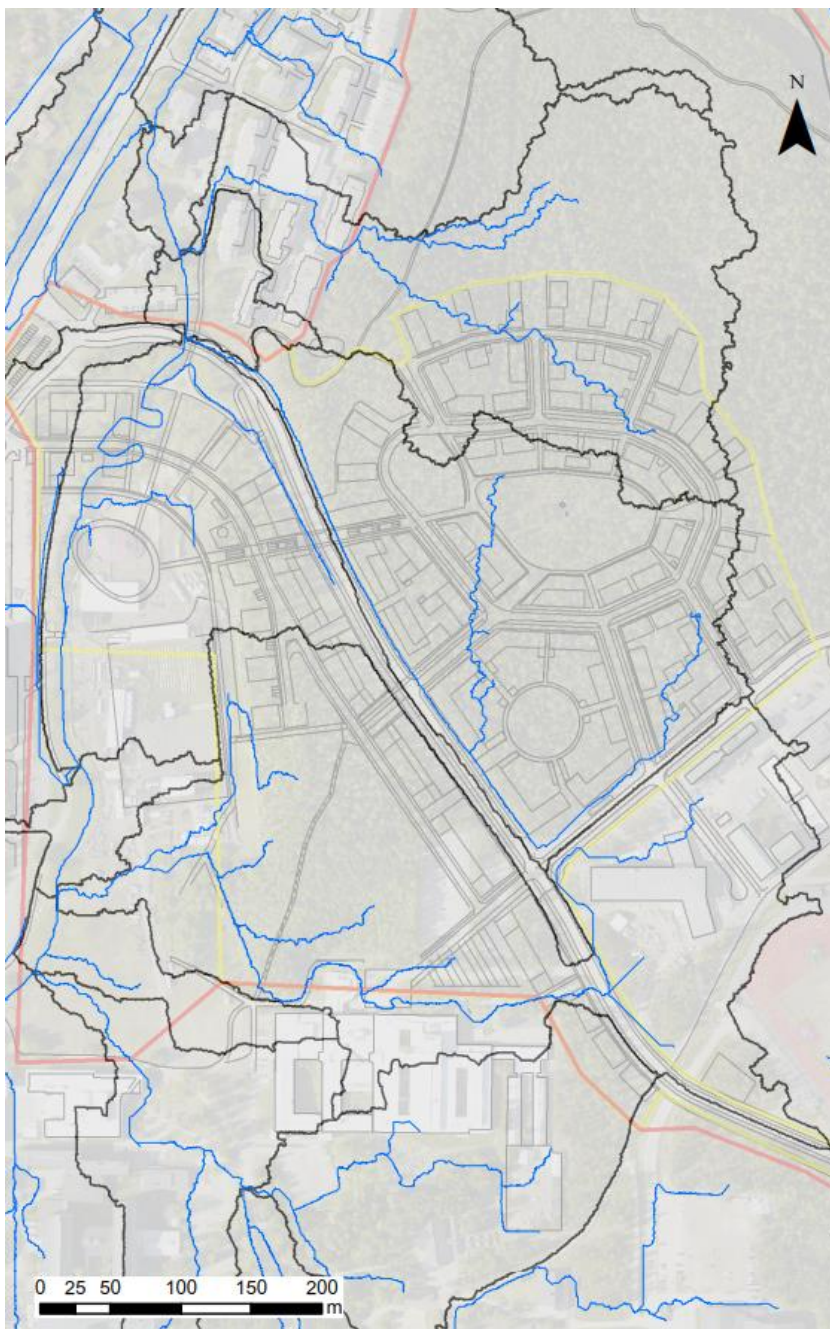
I Figur 11 illustreras resultatet av analysen av erhållen höjddata. Avrinningen sker i huvudsak västerut eller österut vilket framgår av höjddelaren som går i nordsydlig riktning. Av figuren framgår att endast de sydostligaste delarna av planområdet avvattnas åt sydost, övrigt dagvatten leds mot Sandbäcken.





Figur 11. I figuren illustreras identifierade lokala ytvattendelare(höjåsar) som svarta streck, blå linjer visar flödesackumulationslinjer där dagvatten kommer att vilja rinna.

I utredningsområdet identifieras uppe på Lilljansberget en höjddelare just söder om de nordligaste kvarteren, i västnordvästlig- östsydostlig riktning. Höjddelaren på berget styr ytavrinningen åt nordväst respektive sydväst. Dagvattnet som rinner åt sydväst följer därefter Petrus Laestadius väg och når slutligen Sandbäcken. Den södra delen av utredningsområdet avvattnas västerut i nuläget via diffus ytavrinning och når slutligen Sandbäcken. Se Figur 12.



Figur 12. Figuren visar en mer högupplöst bild av flödesackumulationslinjer(i blått) tillsammans med lokala höjddelare i svart.

## 4.2 FLÖDEN

Flödena är beräknade med rationella metoden i enlighet med Svenskt vattens (2016) publikation P110. För de framtida flödena har en klimatfaktor på 1,3 använts.

För beräkning av flöden har ytor mätts upp utifrån erhållen situationsskiss (Figur 6) samt utifrån typsektioner för Petrus Laestadius väg respektive lokalgator (se Figur 8 och Figur 9), och antaganden om ytors beskaffenhet har genomförts. Beroende på typ av yta väljs en avrinningskoefficient (phi-värde) som multipliceras med ytans area varmed bidragande area fås. Phi-värde mellan 0 och 1 kan väljas. Om marken utgörs av naturmark eller gräsytor kommer vatten att exempelvis tas upp av växter, infiltrera i underliggande mark samt avdunsta varmed

den avrinnande andelen blir väldigt liten. För aktuell utredning har phi i dessa hänseenden ansatts till 0,1. Konventionella tak ger ingen avrinningsförlust i form av växtupptag och avrinningen sker snabbt varmed avdunstningen är liten, detta medför att ett högt phi-värde ansatts. För takytor har ett phi-värde om 0,9 använts. Samtliga valda avrinningskoefficienter framgår av Tabell 2. Ju större andel hårdgjorda ytor desto större utgående dagvattenflöde genereras som därmed behöver avledas via dagvattensystem.

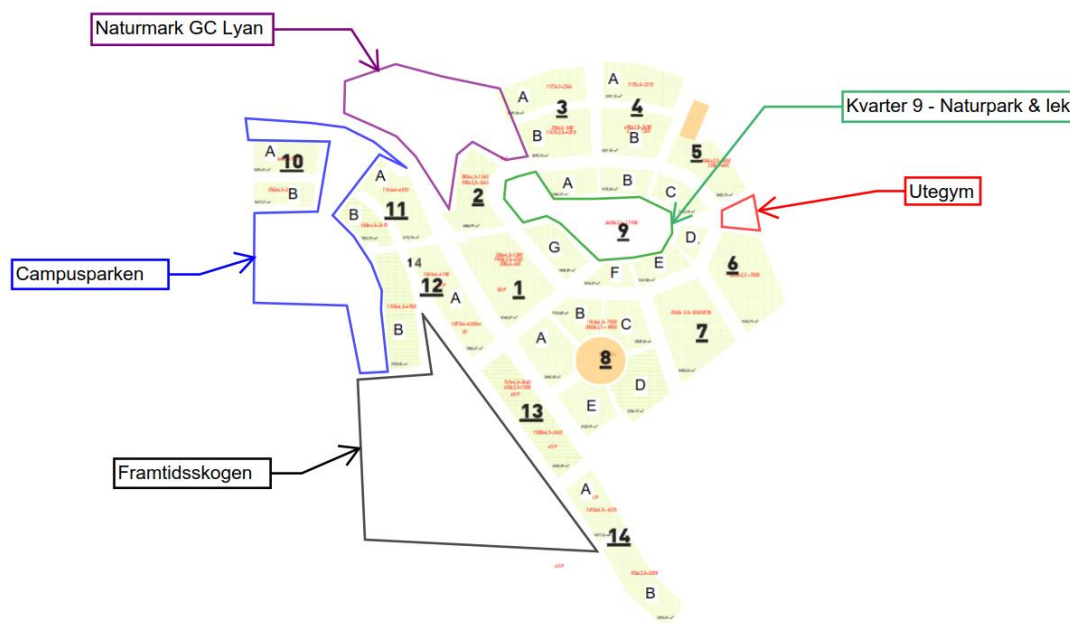
Tabell 2. Tabellen visar de avrinningskoefficienter som har använts vid flödesberäkning.

Beskrivning av yta	Avrinningskoefficient $\phi$
Tak	0,9
Asfalt	0,8
Markstensbelagd yta/uteplats	0,7
Grusytplan, obebyggd kvartersmark	0,2
Vegetation	0,1

En uppdelning av beräkningsområden har genomförts i enlighet med Figur 13. Dagvattenflödena från exploateringsområdet kommer enligt beräkningarna, i och med exploateringen och hänsyn till framtida klimatförändring, att öka markant. Jämförs flödet av ett klimatkompenserat framtida regn efter exploatering med nulägesflödet (oexploaterat och utan klimatfaktor) för samma återkomsttid (2, 5, 10 eller 30 år) fås en ökning om 442 %.

Om totala flödesförändringen från utredningsområdet för ett framtida 10 års regn istället jämförs med ett nutida 2 års regn är ökningen 822 %. Ser man till flödesförändringen i relation till vad mottagande markavvattningsföretag en gång dimensionerades för är förändringen 15 923 %. Vid jämförelse med det flöde som kan tillåtas släppas till Sandbäcken utan att större nivåförändring sker i bäcken är förändringen 4707 %.

Flöden före och efter exploatering för respektive kvarter går att utläsa i Bilaga 1.



Figur 13. Kvarters- och områdesindelning för flödes- och fördröjningsberäkningar.

Även för den till exploateringsområdet angränsande ej detaljplanelagda naturmarken har dagvattenflöden beräknats såväl för nutida förhållanden som med framtida klimatförändring, områdesindelning och flödesförändring presenteras i Bilaga 2.

#### 4.2.1 SNÖSMÄLTNING

Dagvattenbelastning från avsmältande snö kan vara betydande, inte minst inom större avrinningsområden och i norra Sverige. Snösmältningsvolymen i området har därför uppskattats i enlighet med de principer som beskrivs i Svenskt vattens publikation P110 (2016), baserat på referensvärden från närliggande områden, Kåge alternativt Sundsvall. För Kåge gäller tabellvärdet för maximal snösmältningsintensitet 33,1 mm/d vilket för ett dygn skulle motsvara 7,7 l/s, ha. För Sundsvall gäller tabellvärdet för maximal snösmältningsintensitet 36,0 mm/d vilket för ett dygn skulle motsvara 8,3 l/s, ha. Jämfört med den specifika avrinning om 296 l/s, ha som uppstår vid 10 års regn med klimatfaktor 1,3 är effekten av snösmältningen försumbar. Trots detta bör eventuella upplagsplatser för snö inom området placeras så att tillfredsställande omhändertagande av dagvatten kan ske.

#### 4.3 FÖRDRÖJNINGSBEHOV

Såväl i den utredning som tidigare utförts för hela Sandbäckens avrinningsområde (Sweco 2013) som i dagvattenutredningen för Lilljansberget avseende påverkan på vattennivåerna vid MIT-huset (Sweco, 2015) har vikten av dagvattenfördröjning nära källan betonats. I utredningen genomförd av Sweco år 2015 gick det att läsa ut det utflöde som kan tillföras Sandbäcken med lägsta möjliga inverkan på bäckens vattennivå. Att förhålla sig till detta är viktigt för att skapa så liten olägenhet nedströms utredningsområdet som möjligt. Umeå kommun meddelade vid avstämningsmöte den 22 februari 2018 att mottagande markavvattningsföretags dimensionerande förutsättningar skulle bortses från.

##### 4.3.1 INOM UTREDNING SOMRÅDET

Det utgående samlade flödet från exploateringsområdet får högst uppgå till 100 l/s för det dagvatten som avrinner västerut enligt tolkning av dagvattenutredning Lilljansberget (Sweco 2015). Sammanvägt innebär detta att flödet behöver fördröjas ner till 5 l/s, ha. En fördröjning ner till 5 l/s, ha är ett väldigt strypt utflöde och medför att man skapar ett utflöde som till och med är lägre än dagens naturmarksflöde för långvariga regn vilket för ett två år regnhändelse uppgår till 9 l/s, ha och för ett 10 års regn uppgår till ca 17 l/s, ha (utläst ur figur 4.4 i P110).

Initialt genomfördes en beräkningskontroll för den del av exploateringsområdet som avvattnas västerut (utredningsområdet bortsett från kvarter 5 och 6) för att klargöra om fördröjningsbehovet kunde lösas. Sammantaget visade kontrollen att exploatering är möjlig att genomföra ned till angiven fördröjningsnivå 5 l/s, ha eller ett samlat utflöde om 100 l/s.

Vid vidare beräkningar av möjligheten att lösa fördröjningsbehovet på kvartersnivå konstaterades att det endast var kvarter 14B som uppfyllde kriteriet bortsett från parkområdena. För att ett fördröjningsbehov ska anses vara löst behöver fördröjningsmagasinets tillgängliga kapacitet i princip vara helt återställd 24 timmar efter regnets starttid, detta för att kunna mottaga eventuellt tätt påföljande regn. Då utflödet är väldigt strypt får inte tillrinningen ske för fort för då töms inte magasinet inom gällande tidsram. I Bilaga 3 visas en sammanställning av tillgänglig kapacitet efter 24 timmar respektive 48 timmar i magasin på kvartersnivå. Där kan konstateras att fördröjningsbehovet inte kan tillgodoses på kvartersnivå med den erhållna exploateringsgraden som presenterats i planprogrammet.

Kontroll genomfördes därefter för vilken samlad avrinningskoefficient( $\phi$ ) för kvarteren som fördröjningsbehovet kan lösas. Ett  $\phi$ -värde om 0,37 på kvartersnivå ger förutsättningarna för att kunna lösa fördröjningsbehovet. Om bebyggelseytan ska maximeras innebär det att en tredjedel av respektive kvarter kan bebyggas, förses med takytor ( $\phi$ -värde om 0,9 dvs. traditionella takbeläggningar) och att resterande två tredjedelar av kvarteret behöver ha ett genomsnitts  $\phi$  om 0,1 (exempelvis gräs/plantering eller dylikt). Ett behov av fördröjningsvolym på kvartersnivå i spannet 10-71 m<sup>3</sup> uppkommer vid exploatering med ett  $\phi$ -värde om 0,37. Fördröjning för parkeringshuset i kvarter 8 behöver dock ske samlat tillsammans med övriga lokalgator och park-/naturområdet, se nedan. Behovet av fördröjningsvolym på kvartersnivå framgår av Bilaga 4 där antagandet om att exploateringen begränsas till  $\phi$  0,37.

För såväl Petrus Laestadius väg som Glaciärgatan gjordes bedömningen att det inte var motiverbart att fördröja det flödet till motsvarande 5 l/s, ha detta eftersom vägarna redan existerar. Istället testades till vilket flöde det gick att lösa fördröjningsbehovet dvs. vilket utflöde

måste tillåtas för att ett fördröjningsmagasin ska hinna avtappas under 24 h. Fördröjning gick att skapa med ett tillåtet utflöde motsvarande 10 l/s, ha. Fördröjningsbehovet som därigenom behövs utmed Petrus Laestadius väg uppgår till 457 m<sup>3</sup>. Föreslagen utformning av Petrus Laestadius väg, med svackdike och skelettjordar inom gatusektionen mellan vägbana och GC-väg bedöms tillräcklig för detta då vägsträckan som innefattats uppgår till c:a 1 km.

För de tillkommande lokalvattna, naturmarksområden och parkeringsgaraget i kvarter 8 kan fördröjningsbehovet lösas om det sker samlat i Campusparken. Ett framtida 10 års regn med klimatfaktor 1,3 kan fördröjas ner till ett flöde som motsvarar 5 l/s, ha, behovet av fördröjningsvolym uppgår då till 751 m<sup>3</sup>.

Kvarter 5, 6 samt ytan med utegymmet avvattnas österut och har en betydligt längre rinnsträcka (och rinntid) innan den når Sandbäcken varmed det flödet inte inverkar i samma utsträckning på Sandbäckens vattennivå som övriga exploateringsområdet. Enligt erhållen underlagsrapport (Sweco 2015) är det optimala utflödet österut 20 l/s. Behovet av fördröjningsvolym för kvarter 5, 6 respektive utegymmet uppgår då till 31 m<sup>3</sup>, 52 m<sup>3</sup> respektive 5 m<sup>3</sup>. För dessa kvarter behövs ingen korrigerande av exploateringsgrad göras utan exploatering kan ske enligt erhållen skiss.

#### 4.3.2 NATURMARKSOMRÅDEN I PLANOMRÅDET, EJ TIDIGARE DETALJPLANLAGD

Den till utredningsområdet angränsande naturmarken avvattnas i största del norrut mot Sandbäcken och en liten andel naturmark avvattnas söderut. Såväl i norr som i söder utgör markavvattningsföretag mottagare av dagvattnet. Då dikningsföretagen är dimensionerade för regn med betydligt kortare återkomsttid än dagens riktlinjer medför de stora krav på flödesreglerandeåtgärder.

Om klimatkompensering för 10 års regn ska göras kommer fördröjningsvolymerna att behöva skapas även för naturmark även fast den inte exploateras. Fördröjningsbehov för naturmarken som avvattnas norrut uppgår till 720 m<sup>3</sup>, för naturmarken som avvattnas söderut uppgår fördröjningsbehovet till 120 m<sup>3</sup>. Tömningstiden blir dock längre än 24 timmar varmed kapacitetshöjande åtgärder nedströms skulle behövas för att säkerställa dagvattenhanteringen. Fördröjningsbehovet presenteras i bilaga 2.

#### 4.4 FÖRORENINGSRISKER

Då trafikintensiteten i området kommer att öka vid exploatering av området bedöms vägdagvattnet kunna bli mer förorenat. Med anledning av detta har en StormTac modellering (i version 18.1.1) utförts för Petrus Laestadius väg för att klargöra föroreningsförändringen för vägdagvattnet för att kunna rekommendera renande dagvattenåtgärder. En ökning från ett ÅDT om 2600 till ett ÅDT om 4500 har ansatts i modellen. Beräkning har utförts för halter av fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderade ämnen (SS), olja, PAH:er och bensapyren (BaP). Eftersom förändringen av gaturummet minskar andelen naturmark kommer föroreningskoncentrationerna av näringsämnen och suspenderat material att minska. I övrigt ökar de utgående halterna av de beräknade parametrarna. Ökningen är dock väldigt liten i förhållande till nulägesituationen. Föroreningskoncentrationer såväl före som efter exploatering går att utläsa i Tabell 3.

Tabell 3. Av tabellen framgår nutida samt framtida förväntade föroreningskoncentrationerna i dagvattnet för Petrus Laestadius vägområde.

Petrus Laestadius väg	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nuläge	120	2100	4.5	21	51	0.25	6.7	4.2	0.061	51000	630	0.16	0.0096
Efter exploatering	110	2000	4.8	23	51	0.27	7.2	4.5	0.057	37000	690	0.19	0.011

Då markytor hårdgörs ökar avrinningen varmed den totala föroreningsbelastningen sett till kg/år ökar för samtliga parametrar. Utgående totalhalter för Petrus Laestadius väg för samtliga parametrar går att utläsa i Tabell 4.

Tabell 4. Av tabellen går att utläsa förändringen avseende totalbelastning(kg/år) från Petrus Laestadius vägområde.

Petrus Laestadius väg	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Nuläge	0.79	13	0.029	0.14	0.33	0.0016	0.043	0.027	0.00039	330	4.1	0.0011	0.000063
Efter exploatering	0.88	16	0.038	0.19	0.40	0.0021	0.057	0.036	0.00046	290	5.5	0.0015	0.000085

Då föroreningsbelastning från kvartersmark i allmänhet är låg och med hänsyn till den utspädande effekt som fås på dagvattnet såväl innan som i recipienten Umeälvs bedöms inget behov av dagvattenrenande åtgärder uppstå. Därmed har ingen föroreningsberäkning på kvarternivå utförts. Dagvattenrenande effekt kommer ändå att erhållas via de fördröjningsanläggningar som behöver skapas på kvarternivå.

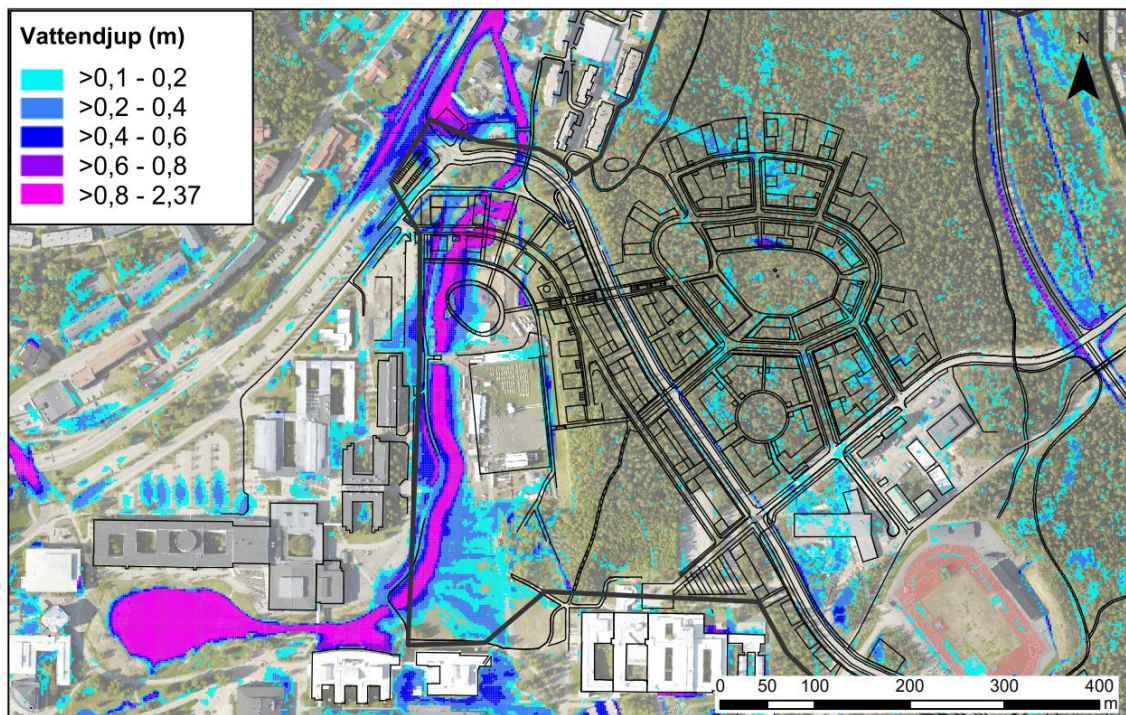
Sulfidhaltig lera har påträffats i tidigare utförda geotekniska undersökningar inom exploateringsområdet i de låglänta områdena utmed Sandbäcken. Vid grävarbeten eller arbeten som schaktning eller omläggning av bäckfåra finns risk att sulfidlera blottas och syresätts. Syresättning av intilliggande sulfidjordlager kan också uppstå om efter urschaktning under grundvattennivå fyller med ett mer genomsläppligt material. Grundvattnet återfinns c:a 1-2 m under markytan utmed Sandbäcken. Då sulfidhaltiga jordarter syresätts oxiderar sulfid till sulfat varmed pH värdet kan sänkas till strax under 3 vilket i sin tur orsakar frisättning av metaller och svavel från marken. Förhöjda värden av svavel, järn, aluminium, kadmium, nickel, zink och koppar kan fås i vattnet som dräneras från marken. Vid arbeten i de flacka områdena i närheten kring Sandbäcken är det därmed viktigt att minimera risken för syresättning av sulfidhaltiga massor.

#### 4.5 ÖVERSVÄMNINGSRISKER

I Figur 14 nedan framgår hur tänkt exploatering sammanfaller med områden som översvämmas vid framtida 100 års regn. Det är tydligt att Sandbäcken dämmer över sin bäckfåra och att vatten trycks ut på angränsande mark. Det går även tydligt att se att kvarteren längst västerut i exploateringsområdet översvämmas vid skyfall. Därmed är kvarter 10 olämpligt att bebygga ur skyfallshänseende. För att kunna bebygga denna del av exploateringsområdet behöver markytan höjsättas till en plushöjd om närmare 25 m ö h samtidigt som den magasinierande kapaciteten för framtida 100 års regn inte får försämrats.

Generellt för utredningsområdet gäller att vid utfyllnad av ytor som har en magasinierande funktion i händelse av skyfall riskerar nedströms liggande fastigheter att få högre vattenbelastning. För att undvika det bör funktionella låglänta områden av motsvarande volym skapas för möjlighet att tillfälligt magasinera regnmängder vid händelse av skyfall.

För att minimera risken för negativ inverkan på fastigheterna nedströms exploateringsområdet kan såväl frånstyrande åtgärder som översvämningsvänliga ytor skapas. Gaturum bör även höjsättas lägre än kvartersmark och marken inom kvarter bör alltid höjsättas så att vatten har en yttlig väg ut från gården när de dimensionerade systemen går fulla.



Figur 14. Figuren visar ett utsnitt ur skyfallskarteringen för översvämningsskildern som ett framtida 100 års regn ger med nutida förhållanden i relation till det tänkta exploateringsområdet. Illustrationen är framtagen av erhållit översvämningsskildersdata (Vatten & Miljöbyrå 2016) med hjälp av skyfallsdata och ArcGIS.

## 5 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING

En samlad illustration av förslagen på dagvattenhantering återfinns som Bilaga 5 vilken med fördel kan studeras samtidigt som de två inledande avsnitten nedan läses.

### 5.1 JUSTERAD HÖJDSÄTTNING OCH FÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER

För att på ett säkert sätt bortleda vatten vid regnhändelser som överstiger dimensionerade anläggningars kapacitet behöver lokalgatorna höjdsättas lägre än angränsande kvartersmark. För att minimera risken för olägenhet för befintliga fastigheter nordost om utredningsområdet behöver höjdsättningen av gaturummen göras med omsorg. Ytan mellan kvarter 3A och tänkt GC-väg samt GC-vägen behöver höjdsättas så att skyfall kan avledas söder om tänkt GC väg i utredningsområdets nordvästligaste del. Ett rinnstråk behöver skapas genom naturmarken ner mot fördröjningsanläggningen i Campusparken. Även kvartersmarken för kvarter 3A och 4A bör i möjligast mån avvattnas mot lokalgata för att inte riskera orsaka skada vid händelse av skyfall på nedströms belägna fastigheter.

Beträffande höjdsättning inom kvartersmark behöver särskild aktsamhet finnas för kvarteren 1, 9A-F, 7, 8A samt 8D-E då felaktig höjdsättning riskerar att orsaka vattenbelastning på fastigheterna. Marken måste luta från husen och möjlig rinnväg ut från kvarter mot gaturum måste skapas.

Utmed Glaciärgatan i korsningen mellan kvarter 6 och 7 är en plushöjd om 44 m ö h angiven, vägnivån bör sänkas till + 43 m ö h för att trygga säker avledning av dagvatten i gaturummet.

För att bygga in extra robusthet avseende skyfallshändelser kan lekparken och gräsytor med fördel utföras något nedsänkta. Därtill föreslås att parkeringen i utredningsområdets sydligaste del utföras nedsänkt eller något invallad för att tillföra en översvämningssyta i området.

Exploatering av kvarter 10 anses olämplig och bör utgå med hänsyn till identifierade översvämningsrisker och områdets betydelse för magasinering av regn vid händelse av skyfall.

Inför gräv- och schaktarbeten etc. i område utmed Sandbäcken där sulfidlera påträffats behöver en plan upprättas för hur sulfidhaltiga massor ska hanteras för att undvika onödig syresättning.

## 5.2 DAGVATTENHANTERING, FÖRDRÖJNING OCH RENING

Fördröjningsbehovet inom kvartersmark är som tidigare konstaterats i utredningen stort. Nedan ges principiella förslag på dagvattenlösningar.

Fördröjningsanläggningar kan skapas nedsänkta eller nedsprängda i marken såväl som uppbyggda. Man kan sänka ur en del av en gårdsyta för att skapa ett ytligt fördröjningsmagasin eller så kan man skapa makadam-, kassett- eller rörmagasin under marken. Om den tillgängliga ytan för fördröjningsanläggningen är liten eller om de geotekniska eller geohydrologiska förutsättningarna försvårar anläggande av exv. underjordsanläggningar kan upphöjda regnbäddar utmed fastigheten vara ett alternativ, se Figur 15. Regnbäddar kan även utföras nedsänkta såväl i gaturum som på innergårdar, de kan också integreras i svackdiken. Regnbäddar har en mycket god fördröjande och renande förmåga. Upphöjda regnbäddar bör isoleras för att minska risken för igenfrysning, utformning av utloppet bör också utformas så att inte kalldrag genom magasinet uppstår.



Figur 15. Regnbädd med vattenlås för att minska risken för rotinträngning och för att öka dess vattenhållande förmåga. Utlopp kan utföras underjordiskt eller ytligt. Regnbädd kan förses med tätskikt för att inte belasta fastighetens grundläggning med vatten. (SLU 2015)

Möjligheten till infiltration av dagvatten i utredningsområdet är i allmänhet begränsad av såväl högt stående grundvatten som nära till berg. Detaljerade geotekniska utredningar av respektive kvarter kommer att avgöra möjligheterna för val av lösning. Utrymmesmässigt i utredningsområdet finns inga hinder till att skapa erforderlig fördröjningsvolym för respektive kvarter. Förslagen för dagvattenhantering för kvarter 1-4 samt 7-14 utgår från en exploateringsgrad med ett phi-värde om 0,37.

Inom kvarter 3 och 4 bör inte infiltration ner i marken tillåtas då det kan förvärra känd problematik med svallis för fastigheterna nedströms.

Den samlade fördröjningsbehovet om c:a 750 m<sup>3</sup> för lokalgator, parker samt parkeringshuset i kvarter 8 bör skapas i Campusparken förslagsvis som en torr damm. Om den genomsnittliga



dämningsnivån i dammen uppgår till 2 dm behövs en yta om 3700 m<sup>2</sup> ianspråkats vilket även är illustrerat i Bilaga 5. Även för Framtidsskogen och dess angränsande parkering och lekplats finns ett behov av samlad fördröjning om 158 m<sup>3</sup> även den kan förslagsvis skapas som en torr damm med en genomsnittlig dämningshöjd om 2 dm. Det ger ett ytbehov om 790 m<sup>2</sup> vilket illustreras i Bilaga 5. För parkeringsytor i utredningsområdet föreslås genomsläpplig beläggning såsom exempelvis armerat gräs, se Figur 16.



Figur 16. Bilden visar parkering utförd med genomsläpplig beläggning, s.k. armerat gräs, fotot är taget på angränsande fastighet söder om Glaciärgatan på Lilljansberget. (Tyréns 2017)

Beträffande rening och fördröjning av trafikdagvatten föreslås svackdikena konstrueras för att möjliggöra infiltration av dagvatten detta för att nå bästa möjliga renande förmåga. I diket kan lämpligen dämnen regelbundet placeras ut för att skapa mer fördröjningsvolym. I svackdikedet bör även upphöjda kupolsilsbrunnar placeras som i sin tur via ledning leder vattnet vidare ner mot Sandbäcken.

### 5.3 BYGGSKEDE

Under byggskedet kommer såväl avbaning av vegetation som sprängningsarbeten att behövas i exploateringsområdet. Detta leder till såväl ökad avrinning som risk för förorening av dagvattnet främst avseende kväve och partiklar. Dagvattnet föreslås avledas ytligt genom kvarvarande naturmark för att möjliggöra fastläggning av partiklar och upptag av näringsämnen. Det rekommenderas även att fördröjningsanläggningarna i Campusparken respektive Framtidsskogen anläggs i ett så tidigt skede som möjligt för att kunna nyttjas i även byggskedet. För avskiljning av näringsämnen, partiklar och för fördröjning kan även filtervallar anläggas.

### 5.4 PLANBESTÄMMELSER

Planbestämmelser som krävs för att uppfylla syftet med detaljplanen kan fastställas. Man kan förse ytor med egenskapsbestämmelser som klargör att marken ska vara försedd med vegetation eller att den ej får hårdgöras. Man kan även begränsa den byggbara ytan. Att till stor del bygga in dagvattensäkerhet på kvartersmark kan vara sårbart. Det finns nämligen inget styrande regelverk som medför exempelvis uppföljning av hårdgörande grad i ett långsiktigt perspektiv.

De mest robusta verktygen för dagvattenhantering vid detaljplanering är höjdsättning samt avsättning av allmän platsmark för säkerställande av dagvattenhantering. Med hjälp av höjdsättning av ytor kan man exempelvis styra hur vatten avses rinna och var det inte bör rinna. Detta är väldigt viktigt såväl för vägområden som för kvartersmark. Nedsänkta ytor för skyfallshantering kan således också säkerställas i ett långsiktigt perspektiv. En naturmarksyta

kan också ges en egenskapsbestämmelse som visar på att marken ska användas för dagvattenhantering. I de fall anläggningar utförs som gemensamhetsanläggningar vilket kan bilfallet i Campusparken kan den ges egenskapsbestämmelse som även anger det.

Därtill kan kommunen via exploaterings-/markanvisningsavtal tydliggöra skyldigheten att skapa och upprätthålla fördröjningsvolymerna för dagvatten på fastighetsnivå i sådana fall är det dock viktigt att även avtala om att skyldigheten måste föras vidare vid överlåtelse av fastigheten.

## 6 MILJÖBEDÖMNING

Under förutsättning att föreslagna förändringar beträffande hårgörandegrad, sulfidjordshantering samt förslag avseende fördröjnings- och renings- och skyfallsåtgärder genomförs bedöms dagvattnets inverkan på människors hälsa, natur och miljö i övrigt som liten. Detta gäller såväl kortsiktigt vid byggskede som ur ett långsiktigt perspektiv.

## 7 SLUTSATSER

Fördröjningsbehovet är väldigt stort. För föreslagen exploateringsgrad krävs en samlad fördröjning för att möta mottagande systems begränsningar. Fördröjning på kvartersnivå är inte möjlig utifrån erhållet exploateringsförslag.

För att klara fördröjningsbehovet på kvartersnivå får inte phi-värdet överskrida 0,37 för respektive kvarter om dagvattnet ska kunna fördröjas på kvartersnivå. Undantaget kvarter 5 och kvarter 6 som kan tillåtas exploateras enligt planförslaget eftersom de avvattnas österut mot naturmarksområdena vilka enligt Swecos rapport tillåts ha ett något högre utflöde från fördröjningsmagasinen utan att den kritiska nivån vid MIT-huset överskreds.

Samlad fördröjning krävs för lokalgator, parker och parkeringsgaraget i kvarter 8.

Dagvattenrenande åtgärder bedöms endast nödvändiga för de mest trafikerade gatorna Petrus Laestadius väg och Glaciärgatan, tänkt gatusektion möjliggör skapandet av tillräcklig renings- och fördröjningsanläggningar.

Åtgärder för att reducera effekten av skyfall på befintliga fastigheter nordväst om utredningsområdet är nödvändiga.

Kvarter 10 är sett ur ett översvämningssperspektiv inte lämplig att exploatera.

## 8 FORTSATT ARBETE

Utreda hur dränvatten i området ska hanteras.

Se över kapacitet i kulverten för dikningsföretaget Västerteg nr 8 om ytterligare exploatering i dess avrinningsområde avses göras.

Se över möjligheten att utföra samlad fördröjning av dagvattnet från tänkt exploatering för att inte behöva ändra andelen byggbar andel i kvartersmark.

Se över möjligheten att leda dagvatten österut från kvarter 4, kvarter 7 samt östra delen av kvarter 9 (utöver tidigare föreslagna kvarter 5 och 6).

Klargöra geotekniska förutsättningar på kvartersnivå för att klargöra förutsättningarna för dagvattenhantering på kvartersnivå.

Klargöra ansvars- och kostnadsfördelning för eventuell klimatkompensering av naturmarksområden.

Då det i ett sent skede framkommit att området för framtidsskogen inte på något sätt får tas i anspråk för dagvattenanläggningar behöver man utreda möjligheten att på annat sätt klimatkompensera flödesförändringen från det området. Eventuell samlad fördröjning för dagvatten från planerad tillkommande bebyggelse uppströms kan komma att försvåras vilket måste beaktas i det fortsatta arbetet.

När kommunen beslutat hur ansvaret för dagvattenhanteringen avses fördelas för tänkt exploatering så kan förslag på planbestämmelser arbetas fram.

## 9 REFERENSER

Brunnberg & Forsheden, 2016. Förslag till bebyggelse Lilljansberget och Campus Umeå februari 2016.

SLU, 2015. *Regnbäddar – biofilter för behandling av dagvatten*. Movium fakta #2. 2015

Svenskt Vatten, 2016. *Avledning av dag-, drän- och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*. Svenskt Vattens publikation P110.

Sweco, 2013. *Dagvattenutredning för Sandbäckens avrinningsområde*. Rapport 2013-12-16.

Sweco, 2015. *Dagvattenutredning Lilljansberget effekter på vattennivån vid MIT-huset*. Rapport 2015-12-15.

Tyréns, 2004. *Tekniskt PM Geoteknik – Stadsliden 6:6 Nybyggnad bostäder, Etapp 1*. Rapport 2004-12-15.

Tyréns, 2013. *PM Geoteknik – Ny detaljplan på Lill-jansberget*. Slutrapport 2013-06-07.

Tyréns, 2014. *MUR (Markteknisk undersökningsrapport)/Geoteknik – Umeå universitet*. Slutrapport 2014-11-13.

Tyréns, 2015. *Projekteringsunderlag geoteknik – Umeå universitet*. Slutrapport 2015-04-23.

VAB arkitekter ingenjörer, 1987. *Geoteknisk utredning för planerad nybebyggelse*. Rapport 1987-05-15.

VAB Infrastruktur, 1995. *Geoteknisk utredning – KV RULLSTENEN Nytt bostadsområde*. Rapport 1995-05-18.

Vatten och Miljöbyrån, 2016. *Översvämningsmodeller och åtgärdsförslag*. Centrala Umeå, Umeå Kommun. 2016-09-19.

WSP, 2009. *PM geoteknik – Campus Friidrottsarena, Umeå*. Rapport 2009-04-21.

WSP, 2012. *PM Projektering Geoteknik – Rullstenen 2, nybyggnad av bostäder*. Granskningshandling 2012-12-01.

## **BILAGA 1, FLÖDESBERÄKNINGAR FÖR UTREDNINGSOMRÅDET**

Flödesberäkningar har utförts enligt rationella metoden såväl före exploatering (Tabell 5) som efter exploatering med klimatfaktor om 1,3 enligt erhållen situationsskiss (Tabell 6) samt för exploatering med phi-värde om 0,37 på kvartersnivå (Tabell 7). Samtliga beräkningar är utförda utan hänsyn till rinntider.

Tabell 5. I tabellen redovisas flödessituationen på kvartersnivå före exploatering.

**Dimensionerande regn**

Återkomsttid

Varaktighet

Regnintensitet

mm nederbörd

Nuläge	Area [ha]	$\omega$	Area* $\omega$
Kvarter 1	0,55	0,10	0,05
Kvarter 2	0,31	0,10	0,03
Kvarter 3A	0,31	0,10	0,03
Kvarter 3B	0,33	0,10	0,03
Kvarter 4A	0,31	0,10	0,03
Kvarter 4B	0,32	0,10	0,03
Kvarter 5	0,28	0,10	0,03
Kvarter 6	0,52	0,10	0,05
Kvarter 7	0,53	0,10	0,05
Kvarter 8A	0,26	0,10	0,03
Kvarter 8B	0,17	0,10	0,02
Kvarter 8C	0,20	0,10	0,02
Kvarter 8D	0,27	0,10	0,03
Kvarter 8E	0,22	0,10	0,02
Kvarter 8 Parkering övrigt	0,60	0,10	0,06
Kvarter 9A	0,15	0,10	0,01
Kvarter 9B	0,14	0,10	0,01
Kvarter 9C	0,15	0,10	0,01
Kvarter 9D	0,08	0,10	0,01
Kvarter 9E	0,14	0,10	0,01
Kvarter 9F	0,10	0,10	0,01
Kvarter 9G	0,19	0,10	0,02
Kvarter 9 Naturpark, lek	1,20	0,10	0,12
Kvarter 10A	0,24	0,18	0,04
Kvarter 10B	0,16	0,15	0,02
Kvarter 11A	0,26	0,10	0,03
Kvarter 11B	0,15	0,10	0,02
Kvarter 12A	0,40	0,10	0,04
Kvarter 12B	0,37	0,10	0,04
Kvarter 13	0,44	0,22	0,10
Kvarter 14A	0,23	0,25	0,06
Kvarter 14B	0,33	0,13	0,04
Lokalgata 1-9	0,95	0,10	0,10
Lokalgata 10-14	0,83	0,71	0,59
Petrus Leastadius väg	2,03	0,51	1,03
Glaciärgatan	0,43	0,50	0,22
Utegyms	0,14	0,10	0,01
Naturmark GC Lyan	0,61	0,10	0,06
Campusparken	2,61	0,13	0,34
Framtidsskogen	3,06	0,18	0,55
Ytor mellan kv. 3-4-5	0,17	0,10	0,02
<b>Summa</b>	<b>20,76</b>	<b>0,19</b>	<b>4,03</b>

2 år 10 min 134 l/s,ha	5 år 10 min 181 l/s,ha	10 år 10 min 228 l/s,ha	30 år 10 min 328 l/s,ha
8,0 mm	10,9 mm	13,7 mm	19,7 mm
l/s	l/s	l/s	l/s
7,4	9,9	12,5	18,0
4,2	5,6	7,1	10,2
4,2	5,7	7,1	10,3
4,4	6,0	7,5	10,8
4,2	5,6	7,1	10,2
4,3	5,9	7,4	10,6
3,8	5,1	6,4	9,2
6,9	9,4	11,8	17,0
7,1	9,6	12,1	17,4
3,5	4,8	6,0	8,7
2,3	3,2	4,0	5,7
2,7	3,7	4,6	6,6
3,6	4,9	6,2	8,9
2,9	3,9	4,9	7,1
8,0	10,9	13,7	19,7
2,0	2,7	3,3	4,8
1,9	2,6	3,2	4,6
1,9	2,6	3,3	4,8
1,1	1,4	1,8	2,6
1,9	2,6	3,3	4,7
1,4	1,8	2,3	3,3
2,6	3,4	4,3	6,2
16,1	21,7	27,3	39,3
5,8	7,9	9,9	14,2
3,1	4,2	5,3	7,6
3,5	4,8	6,0	8,6
2,1	2,8	3,5	5,0
5,4	7,3	9,2	13,2
5,0	6,7	8,5	12,2
13,0	17,6	22,2	31,9
7,8	10,5	13,2	19,0
5,7	7,7	9,7	14,0
12,8	17,3	21,8	31,3
79,3	107,2	134,9	194,0
138,7	187,5	235,7	339,0
28,9	39,0	49,1	70,6
1,8	2,5	3,1	4,5
8,2	11,1	14,0	20,1
45,4	61,4	77,2	111,1
73,8	99,8	125,5	180,5
2,3	3,1	3,9	5,6
<b>541</b>	<b>732</b>	<b>920</b>	<b>1323</b>

Tabell 6. I tabellen redovisas flödessituationen efter exploatering enligt erhållen situationsskiss.

**Dimensionerande regn**

				2 år	5 år	10 år	30 år
				10 min	10 min	10 min	10 min
				174 l/s,ha	236 l/s,ha	296 l/s,ha	426 l/s,ha
				10,5 mm	14,1 mm	17,8 mm	25,6 mm
				l/s	l/s	l/s	l/s
<b>Efter exploatering</b>							
<b>planförslag</b>	<b>Area [ha]</b>	<b><math>\omega</math></b>	<b>Area*<math>\omega</math></b>				
Kvarter 1	0,55	0,54	0,30	51,5	69,6	87,6	125,9
Kvarter 2	0,31	0,45	0,14	24,5	33,1	41,6	59,9
Kvarter 3A	0,31	0,46	0,15	25,3	34,2	43,1	61,9
Kvarter 3B	0,33	0,52	0,17	30,0	40,6	51,0	73,4
Kvarter 4A	0,31	0,47	0,14	25,2	34,0	42,8	61,5
Kvarter 4B	0,32	0,47	0,15	26,7	36,1	45,4	65,4
Kvarter 5	0,28	0,60	0,17	29,6	40,0	50,3	72,4
Kvarter 6	0,52	0,45	0,23	40,3	54,5	68,5	98,5
Kvarter 7	0,53	0,51	0,27	46,7	63,1	79,3	114,1
Kvarter 8A	0,26	0,57	0,15	26,4	35,7	44,8	64,5
Kvarter 8B	0,17	0,50	0,09	15,3	20,7	26,1	37,5
Kvarter 8C	0,20	0,50	0,10	17,7	23,9	30,0	43,2
Kvarter 8D	0,27	0,47	0,13	22,3	30,1	37,9	54,5
Kvarter 8E	0,22	0,55	0,12	20,8	28,1	35,3	50,8
Kvarter 8 Parkering övrigt	0,60	0,81	0,49	84,6	114,4	143,9	206,9
Kvarter 9A	0,15	0,45	0,07	11,6	15,7	19,7	28,4
Kvarter 9B	0,14	0,52	0,07	12,8	17,3	21,8	31,3
Kvarter 9C	0,15	0,45	0,07	11,4	15,3	19,3	27,8
Kvarter 9D	0,08	0,46	0,04	6,4	8,6	10,8	15,6
Kvarter 9E	0,14	0,45	0,06	11,2	15,1	19,0	27,4
Kvarter 9F	0,10	0,47	0,05	8,4	11,3	14,2	20,5
Kvarter 9G	0,19	0,41	0,08	13,7	18,5	23,3	33,5
Kvarter 9 Naturpark, lek	1,20	0,22	0,26	44,9	60,7	76,4	109,8
Kvarter 10A	0,24	0,51	0,12	21,6	29,2	36,8	52,9
Kvarter 10B	0,16	0,41	0,06	11,2	15,1	19,0	27,4
Kvarter 11A	0,26	0,52	0,14	24,0	32,5	40,8	58,7
Kvarter 11B	0,15	0,42	0,07	11,4	15,4	19,4	27,9
Kvarter 12A	0,40	0,59	0,24	41,4	56,0	70,4	101,3
Kvarter 12B	0,37	0,43	0,16	27,8	37,5	47,2	67,9
Kvarter 13	0,44	0,62	0,28	48,1	65,0	81,8	117,6
Kvarter 14A	0,23	0,61	0,14	24,5	33,2	41,7	60,0
Kvarter 14B	0,33	0,33	0,11	18,7	25,3	31,8	45,8
Lokalgata 1-9	0,95	0,50	0,48	83,2	112,5	141,5	203,5
Lokalgata 10-14	0,83	0,50	0,42	72,6	98,2	123,5	177,6
Petrus Leastadius väg	2,03	0,64	1,31	227,9	308,1	387,5	557,3
Glaciärgatan	0,43	0,50	0,22	37,5	50,7	63,8	91,7
Utegyr	0,14	0,10	0,01	2,4	3,2	4,0	5,8
Naturmark GC Lyan	0,61	0,14	0,09	15,5	20,9	26,3	37,8
Campusparken	2,61	0,19	0,49	85,2	115,2	144,9	208,4
Framtidsskogen	3,06	0,19	0,58	100,9	136,4	171,6	246,7
Ytor mellan kv. 3-4-5	0,17	0,20	0,03	5,9	8,0	10,1	14,5
<b>Summa</b>	<b>20,76</b>	<b>0,41</b>	<b>8,42</b>	<b>1467</b>	<b>1984</b>	<b>2494</b>	<b>3587</b>

Tabell 7. I tabellen redovisas flödessituationen på kvartersnivå med ett genomsnittligt phi-värde om 0,37.

**Dimensionerande regn**

Återkomsttid	2 år	5 år	10 år	30 år
Varaktighet	10 min	10 min	10 min	10 min
Regnintensitet	174 l/s,ha	236 l/s,ha	296 l/s,ha	426 l/s,ha
mm nederbörd	10,5 mm	14,1 mm	17,8 mm	25,6 mm
Klimatfaktor 1,3	l/s	l/s	l/s	l/s

**Efter exploatering med**

<b>begränsad hårdgörandegrad</b>	<b>Area [ha]</b>	<b>φ</b>	<b>Area*φ</b>				
Kvarter 1	0,55	0,37	0,20	35,4	47,8	60,1	86,5
Kvarter 2	0,31	0,37	0,12	20,1	27,2	34,2	49,1
Kvarter 3A	0,31	0,37	0,12	20,2	27,3	34,3	49,4
Kvarter 3B	0,33	0,37	0,12	21,2	28,7	36,1	51,9
Kvarter 4A	0,31	0,37	0,11	20,0	27,0	34,0	48,8
Kvarter 4B	0,32	0,37	0,12	20,8	28,2	35,4	50,9
Kvarter 5	0,28	0,60	0,17	29,6	40,0	50,3	72,4
Kvarter 6	0,52	0,45	0,23	40,3	54,5	68,5	98,5
Kvarter 7	0,53	0,37	0,20	34,2	46,2	58,1	83,6
Kvarter 8A	0,26	0,37	0,10	17,1	23,1	29,0	41,7
Kvarter 8B	0,17	0,37	0,06	11,3	15,2	19,1	27,5
Kvarter 8C	0,20	0,37	0,07	13,0	17,6	22,2	31,9
Kvarter 8D	0,27	0,37	0,10	17,4	23,6	29,6	42,6
Kvarter 8E	0,22	0,37	0,08	14,0	18,9	23,8	34,2
Kvarter 8 Parkering övrigt	0,60	0,81	0,49	84,6	114,4	143,9	206,9
Kvarter 9A	0,15	0,37	0,05	9,4	12,8	16,1	23,1
Kvarter 9B	0,14	0,37	0,05	9,1	12,3	15,5	22,3
Kvarter 9C	0,15	0,37	0,05	9,4	12,7	15,9	22,9
Kvarter 9D	0,08	0,37	0,03	5,1	6,9	8,6	12,4
Kvarter 9E	0,14	0,37	0,05	9,3	12,6	15,8	22,8
Kvarter 9F	0,10	0,37	0,04	6,6	8,9	11,1	16,0
Kvarter 9G	0,19	0,37	0,07	12,3	16,6	20,9	30,0
Kvarter 9 Naturpark, lek	1,20	0,22	0,26	44,9	60,7	76,4	109,8
Kvarter 10A	0,24	0,37	0,09	15,6	21,0	26,4	38,0
Kvarter 10B	0,16	0,37	0,06	10,0	13,5	17,0	24,4
Kvarter 11A	0,26	0,37	0,10	17,0	22,9	28,8	41,5
Kvarter 11B	0,15	0,37	0,06	9,9	13,4	16,9	24,3
Kvarter 12A	0,40	0,37	0,15	25,9	35,0	44,1	63,4
Kvarter 12B	0,37	0,37	0,14	24,0	32,5	40,8	58,7
Kvarter 13	0,44	0,37	0,16	28,5	38,5	48,4	69,6
Kvarter 14A	0,23	0,37	0,09	15,0	20,2	25,4	36,6
Kvarter 14B	0,33	0,37	0,12	21,2	28,6	36,0	51,8
Lokalgata 1-9	0,95	0,50	0,48	83,2	112,5	141,5	203,5
Lokalgata 10-14	0,83	0,50	0,42	72,6	98,2	123,5	177,6
Petrus Leastadius väg	2,03	0,64	1,31	227,9	308,1	387,5	557,3
Glaciärgatan	0,43	0,50	0,22	37,5	50,7	63,8	91,7
Utegyrn	0,14	0,10	0,01	2,4	3,2	4,0	5,8
Naturmark GC Lyan	0,61	0,14	0,09	15,5	20,9	26,3	37,8
Campusparken	2,61	0,19	0,49	85,2	115,2	144,9	208,4
Framtidsskogen	3,06	0,19	0,58	100,9	136,4	171,6	246,7
Ytor mellan kv. 3-4-5	0,17	0,20	0,03	5,9	8,0	10,1	14,5
<b>Summa</b>	<b>20,76</b>	<b>0,36</b>	<b>7,48</b>	<b>1303</b>	<b>1762</b>	<b>2216</b>	<b>3187</b>



## BILAGA 2. FLÖDESBERÄKNINGAR OCH FÖRDRÖJNINGSBEHOV FÖR NATURMARK

I bilagan redovisas flödesförändringen (se Tabell 8) och fördröjningsbehovet (se Tabell 9 och Tabell 10) vid klimatkompensering av dagvatten från icke detaljplanelagd naturmark öster om utredningsområdet. Beräkningarna är utförda enligt rationella metoden utan hänsyn till rintid.

Tabell 8. Tabellen visar på nulägesflöden och klimatkompenserade flöden för naturmarken.

Dimensionerande regn				2 år	5 år	10 år	30 år
Återkomsttid				10 min	10 min	10 min	10 min
Varaktighet				134 l/s,ha	181 l/s,ha	228 l/s,ha	328 l/s,ha
Regnintensitet				8,0 mm	10,9 mm	13,7 mm	19,7 mm
mm nederbörd				l/s	l/s	l/s	l/s
Nuläge	Area [ha]	ϖ	Area*ϖ				
Naturmark söderut	3,33	0,11	0,35	47	64	80	115
Naturmark norrut	18,92	0,12	2,23	299	405	509	732
Summa	22,26	0,12	2,58	346	468	589	847
Med klimatfaktor				2 år	5 år	10 år	30 år
Klimatfaktor				KF	KF	KF	KF
1,3				10 min	10 min	10 min	10 min
Efter exploateringen				174 l/s,ha	236 l/s,ha	296 l/s,ha	426 l/s,ha
	Area [ha]	ϖ	Area*ϖ	l/s	l/s	l/s	l/s
Naturmark söderut	3,33	0,11	0,35	61,2	82,7	104,0	149,6
Naturmark norrut	18,92	0,12	2,23	389,1	526,0	661,5	951,3
Summa	22,26	0,12	2,58	450	609	766	1101

Tabell 9. Fördröjningsbehov för naturmarksavrinningen som avleds söderut. Erforderlig magasinvolym för att fördröja ett 10 års regn med klimatfaktorn 1,3 till ett utflöde motsvarande 1 l/s, ha är 130 m<sup>3</sup> vilket går att utläsa ur tabellen.

Erforderlig magasinvolym [m <sup>3</sup> ]:						
Varaktighet [min]	Återkomsttid [år]					
	2	5	10	30	50	100
10	33	46	58	84	100	126
60	58	81	103	151	180	228
120	65	91	118	175	209	266
180	66	96	125	187	224	287
240	66	97	128	194	234	300
300	65	97	129	198	240	309
360	63	96	<b>130</b>	201	244	316
(tim)	8	57	93	128	203	249
12	44	82	120	200	249	331
24	0	36	78	169	224	315
26	0	27	70	162	218	310
28	0	19	62	155	211	305
30	0	10	54	148	204	299
36	0	0	28	125	183	280
48	0	0	0	75	136	237
72	0	0	0	0	32	139

Tabell 10. Fördröjningsbehov för naturmarksavrinningen som avleds norrut. Erforderlig magasinvolym för att fördröja ett 10 års regn med klimatfaktorn 1,3 till ett utflöde motsvarande 20 l/s (1l/s, ha) är 720 m<sup>3</sup> vilket går att utläsa ur tabellen.

Erforderlig magasinvolym [m <sup>3</sup> ]:						
Varaktighet [min]	Återkomsttid [år]					
	2	5	10	30	50	100
10	190	259	328	476	565	713
60	327	455	582	854	1018	1291
120	361	513	663	985	1181	1504
180	368	534	698	1051	1264	1618
240	363	540	715	1089	1315	1691
300	353	538	<b>720</b>	1111	1348	1741
360	339	530	719	1124	1369	1776
(tim)						
8	302	504	704	1131	1390	1819
12	213	430	644	1103	1381	1842
24	0	135	375	890	1201	1719
26	0	81	324	845	1161	1685
28	0	27	272	799	1119	1648
30	0	0	219	752	1075	1610
36	0	0	56	604	935	1486
48	0	0	0	287	633	1208
72	0	0	0	0	0	585

### **BILAGA 3. TILLGÄNGLIG KAPACITET I MAGASIN PÅ KVARTERSNIVÅ UTIFRÅN ERHÅLLEN EXPLOATERINGSGRAD**

I tabellen har erforderlig magasinvolym för respektive kvarter sammanställts utifrån erhållen exploateringsgrad i planprogrammet och begränsningen i utloppsflöde om 5 l/s, ha. Tabellen visar vilken kapacitet som finns i respektive magasin efter 24 timmar respektive 48 timmar. För att ett magasin ska anses vara godtagbart och funktionsenligt bör det vara tömt inom 24 timmar för att kunna ta emot nästa regntillfälle. Magasin som inte ens tömts inom 48 timmar bör ej ens

övervägas att godtas.

**Sammanställning av erforderlig magasinvolym i m<sup>3</sup>**

där utloppet är strypt till 5 l/s, ha och där magasinet antas tömmas med självfall.

Område	Erforderlig magasinvolym	Tillgänglig kapacitet efter 24 h	Tillgänglig kapacitet efter 48 h
Kvarter 1	118	30%	97%
Kvarter 2	52	56%	100%
Kvarter 3A	54	52%	100%
Kvarter 3B	68	35%	100%
Kvarter 4A	55	47%	100%
Kvarter 4B	58	48%	100%
Kvarter 5*			
Kvarter 6*			
Kvarter 7	106	37%	100%
Kvarter 8A	62	24%	82%
Kvarter 8B	34	41%	100%
Kvarter 8C	39	38%	100%
Kvarter 8D	48	48%	100%
Kvarter 8E	48	27%	92%
Kvarter 8 Parkering övrigt	59	3%	25%
Kvarter 9A	25	56%	100%
Kvarter 9B	29	34%	100%
Kvarter 9C	38	71%	100%
Kvarter 9D	14	50%	100%
Kvarter 9E	24	54%	100%
Kvarter 9F	18	50%	100%
Kvarter 9G	28	71%	100%
Kvarter 9 Naturmark, lek	76	100%	100%
Kvarter 10A	48	38%	100%
Kvarter 10B	23	74%	100%
Kvarter 11A	54	35%	100%
Kvarter 11B	24	67%	100%
Kvarter 12A	98	21%	74%
Kvarter 12B	59	63%	100%
Kvarter 13	118	15%	59%
Kvarter 14A	59	17%	66%
Kvarter 14B	26	100%	100%
Lokalgata 1-9	186	40%	100%
Lokalgata 10-14	162	40%	100%
Petrus Lestadius väg	571	18%	67%
Glaciärgatan	84	39%	100%
Utegyrn	3	100%	100%
Fornlämning	21	100%	100%
Campusparken	134	100%	100%
Framtidsskogen	158	100%	100%
Ytor mellan kv.3-4-5	9	100%	100%

\* Har ej beräknats vid denna sammanställning då dessa kvarter har ett annat utloppsflöde

## BILAGA 4. FÖRDRÖJNINGSBEHOV I UTREDNINGSSOMRÅDET

I Tabell 11 redovisas fördröjningsbehoven(erforderlig) magasinvolym samt tillgänglig kapacitet efter 24 h för utredningsområdet.

Tabell 11. Av tabellen framgår erforderlig magasinvolym samt tillgänglig kapacitet efter 24 h.

Sammanställning av erforderlig magasinvolym i m <sup>3</sup> där utloppet är strypt till 5 l/s, ha och där magasinet antas tömmas med självfall. Bostadskvarteren är begränsade till phi 0,37.		
Område	Erforderlig magasinvolym	Tillgänglig kapacitet efter 24 h
Kvarter 1	71	94%
Kvarter 2	40	93%
Kvarter 3A	40	93%
Kvarter 3B	42	93%
Kvarter 4A	40	93%
Kvarter 4B	42	93%
Kvarter 7	68	94%
Kvarter 8A	34	94%
Kvarter 8B	22	95%
Kvarter 8C	26	92%
Kvarter 8D	35	94%
Kvarter 8E	28	93%
Kvarter 9A	19	95%
Kvarter 9B	18	94%
Kvarter 9C	19	95%
Kvarter 9D	10	90%
Kvarter 9E	19	95%
Kvarter 9F	13	92%
Kvarter 9G	25	92%
Kvarter 10A	31	94%
Kvarter 10B	20	95%
Kvarter 11A	34	94%
Kvarter 11B	20	95%
Kvarter 12A	52	94%
Kvarter 12B	48	94%
Kvarter 13	57	93%
Kvarter 14A	30	93%
Kvarter 14B	31	94%
Framtidsskogen	158	100%
Samlad fördröjning i kommunal regi: Kvarter 8 Parkering övrigt Kvarter 9 Naturmark, lek Lokalgata 1-9 Lokalgata 10-14 Naturmark GC Lyan	751	100%
Sammanställning av erforderlig magasinvolym i m <sup>3</sup> där utloppet är strypt till 10 l/s, ha och där magasinet antas tömmas med självfall.		
Område	Erforderlig magasinvolym	Tillgänglig kapacitet efter 24 h
Petrus Leastadius väg	457	100%
Glaciärgatan	65	100%
Sammanställning av erforderlig magasinvolym i m <sup>3</sup> där det sammanlagda utflödet från magasinen ej överstiger 20 l/s.		
Område	Erforderlig magasinvolym	Tillgänglig kapacitet efter 24 h
Kvarter 5	31	100%
Kvarter 6	52	100%
Utegyrn	5	100%