

RAPPORT
PM DAGVATTENUTREDNING
SMEDSBACKEN 35



2019-01-18

UPPDRAG 290341, DVU Smed sbacken 35
Titel på rapport: Dagvattenutredning Smedsbacken 35
Status: Koncept
Datum: 2019-01-19

MEDVERKANDE

Beställare: BXX Bygg- & projektledning AB
Kontaktperson: Andreas Nygren

Konsult: Martin Rosén
Uppdragsansvarig: Mia Sklenar
Bitr Uppdragsansvarig: Emil Nämgren, Dagvatten-VA konsult Stockholm AB
Kvalitetsgranskare: Emil Nämgren, Dagvatten-VA konsult Stockholm AB

REVIDERINGAR

Revideringsdatum 2019-01-18
Version: X.Y exv. 1.0
Initialer: Namn, Företag

Uppdragsansvarig:

Datum: ÅR-MÅN-DAG

Handlingen granskad av:

Datum: ÅR-MÅN-DAG

SAMMANFATTNING

Detta PM syftar till att utreda befintlig och kommande dagvattensituation för ombyggnad av kvarteret Smedsbacken 35, i stadsdelen Östermalm, Stockholms stad. I rapporten föreslås dagvattenlösning i form av regnbäddar och krossmagasin.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

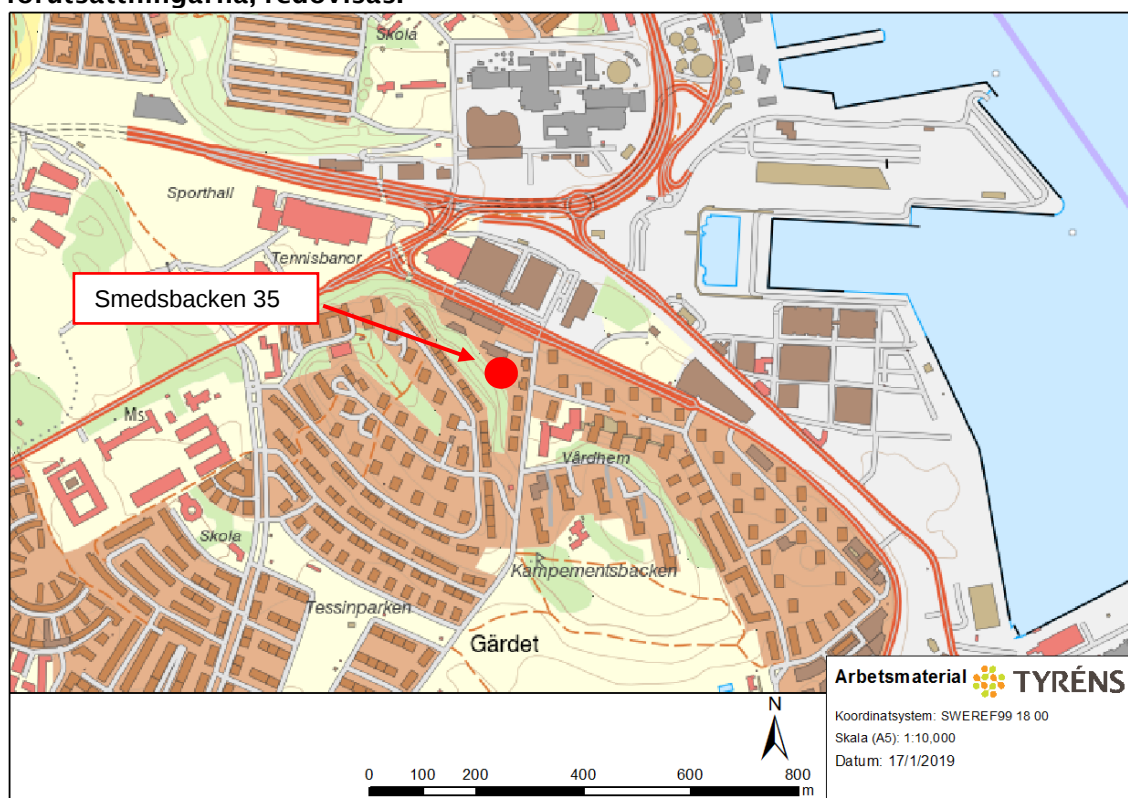
1	INLEDNING.....	6
1.1	BESKRIVNING AV UPPDRAGET	6
2	UNDERLAGSMATERIAL.....	7
3	OMRÅDESBESKRIVNING.....	7
3.1	PLANOMRÅDET.....	7
3.2	HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	9
3.3	AVRINNINGSOMRÅDE OCH AVRINNINGSVÄGAR	10
3.3.1	TIDIGARE UTFÖRD SKYFALLSKARTERING	12
3.4	RECIPIENT OCH MILJÖKVALITETSNORMER	12
3.5	FÖRORENAD MARK	13
3.6	OM KEMIKALIerna OCH FÖRORENINGARNA.....	13
4	FÖRUTSÄTTNINGAR.....	13
4.1	STOCKHOLMS STADS RIKTLINJER GÄLLANDE DAGVATTEN	13
5	METOD OCH INDATA	14
5.1	DAGVATTEN OCH RECEPIENTMODELLEN STORMTAC.....	14
5.2	MARKANVÄNDNING FÖRE OCH EFTER EXPLOATERING.....	14
5.3	REGNINTENSITET, ÅRSNEDERBÖRD, DIMENSIONERANDE REGN.....	15
5.4	KLIMATANPASSNING.....	16
5.5	HANTERING SKYFALL OCH DIMENSIONERING AV KROSSMAGASIN	16
5.6	FÖRDRÖJNINGSVOLYM.....	16
5.7	FÖRORENINGSBERÄKNINGAR	16
5.8	RENINGSEFFEKT VID LOD-ÅTGÄRDER.....	17
6	RESULTAT.....	18
6.1	FLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSVOLYMER	18
6.2	DAGVATTENHANTERING FÖR DETALJPLAN KV SMEDSBACKEN 35	18
6.2.1	YTBEHOV FÖR DAGVATTENANLÄGGNING	18
6.2.2	FÖRSLAG PÅ DAGVATTENANLÄGGNING: TAKYTOR.....	18
6.2.3	FÖRSLAG PÅ DAGVATTENANLÄGGNING: GRUS PÅ NYA TAK.....	19
6.2.4	FÖRSLAG PÅ DAGVATTENANLÄGGNING: REGNBÄDD.....	19
6.3	FÖRORENINGSHALT OCH BELASTNING FÖRE OCH EFTER EXPLOATERING.....	19
6.3.1	FÖRSLAG PÅ DAGVATTENANLÄGGNING KROSSMAGASIN	20
6.4	ÖVERSVÄMNINGSRISK OCH SEKUNDÄRA AVRINNINGSVÄGAR VID 100-ÅRSREGN.....	21
7	SLUTSATS OCH REKOMENDATIONER.....	23
8	FRAMTIDA UTREDNING	23

9	BILAGA.....	24
9.1	FÖRORENINGSBERÄKNINGAR	24

1 INLEDNING

1.1 BESKRIVNING AV UPPDRAGET

Detta PM syftar till att utreda befintlig och kommande dagvattensituation för ombyggnad av kvarteret Smedsbacken 35, i stadsdelen Östermalm, Stockholms stad, se Figur 1. Avrinningsberäkningar och förslag på kostnads- och underhållseffektiva lösningar av LOD, med hänsyn till de naturliga förutsättningarna, redovisas.



Figur 1: Plats för utredningsområdet

2 UNDERLAGSMATERIAL

Följande underlag har använts i utredningen:

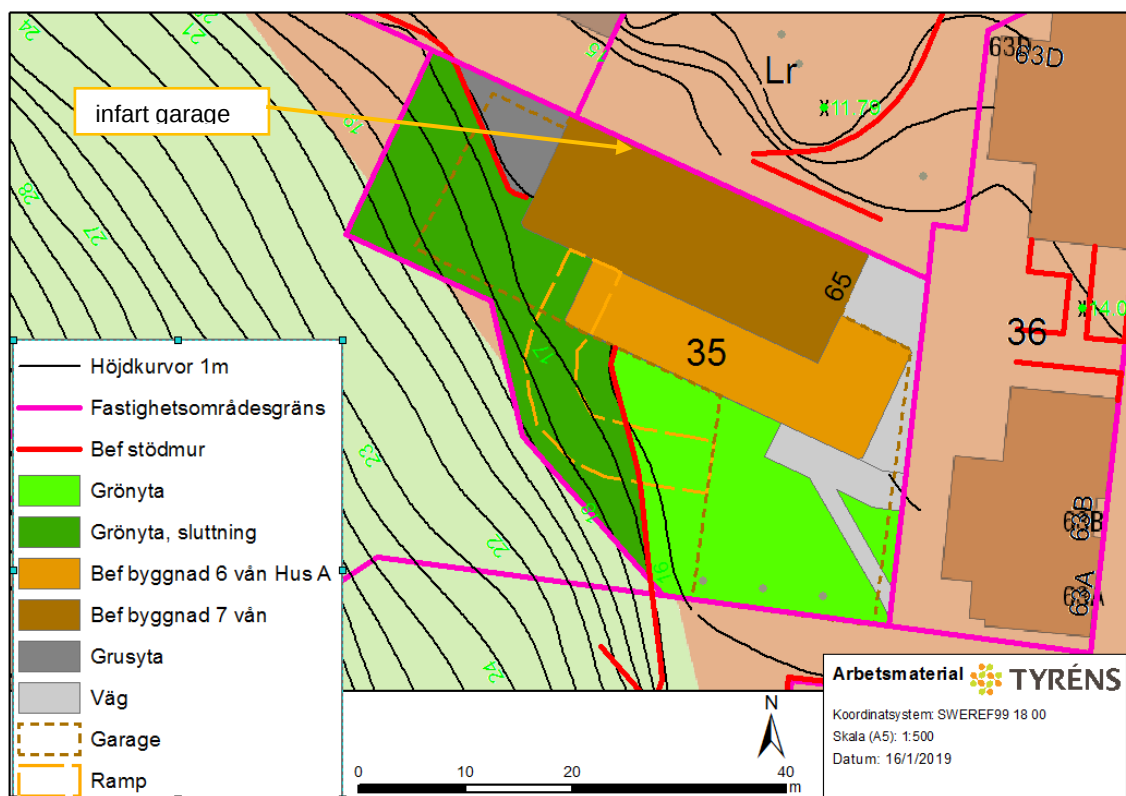
Tabell 1: Underlagsmaterial

Underlag	Typ	Källa	Datum
KV Smedsbacken 35 Relationshandlingar	pappersritning	SIAB	1987-09-01
Smedsbacken detaljplan skiss	PDF	Rydberg&Co	2018-09-09
Smedsbacken 35 relationsritning	Inscannad ritning	SIAB	1986-10-15
Smedsbacken 35 Situationsplan	Inscannad ritning	SIAB	1983-12-05
Smedsbacken 35 VVS	Inscannad ritning	SIAB	1985
VISS Lilla Värtan	PDF	VISS	2018-11-15
Checklista DVU Stockholms stad	PDF	Stockholms Stad	2017-06-16
Dagvattenutredning Torselden 8	PDF	Bengt Dahlgren AB	2017-03-24
Startpromemoria för planläggning av Smedsbacken 35 i stadsdelen Ladugårdsgärdet	PDF	Stockholms Stad	2017
Baskarta	DWG	Norconsult	2018-12-13
Bilder från fältbesök	jpg	Tyréns	2018-12-05
KV Smedsbacken Nr 35 relationsritning	Inscannad ritning	SIAB	1987-09-01
KV Smedsbacken Nr 35 relationsritning	Inscannad ritning	SIAB	1985-08-27
Smedsbacken 35 Samlingskarta	DWG	Norconsult	2018-12-14
Stockholms stads Skyfallskartering	WMS	Stockholms Stad	2018
SGU Jordarter 1:25000-1:100000	WMS	SGU	2018-01-18
Ortofoto 2015	WMS	Stockholms Stad	2015
Publikation P110	Handbok	Svenskt Vatten	2016

3 OMRÅDESBESKRIVNING

3.1 PLANOMRÅDET

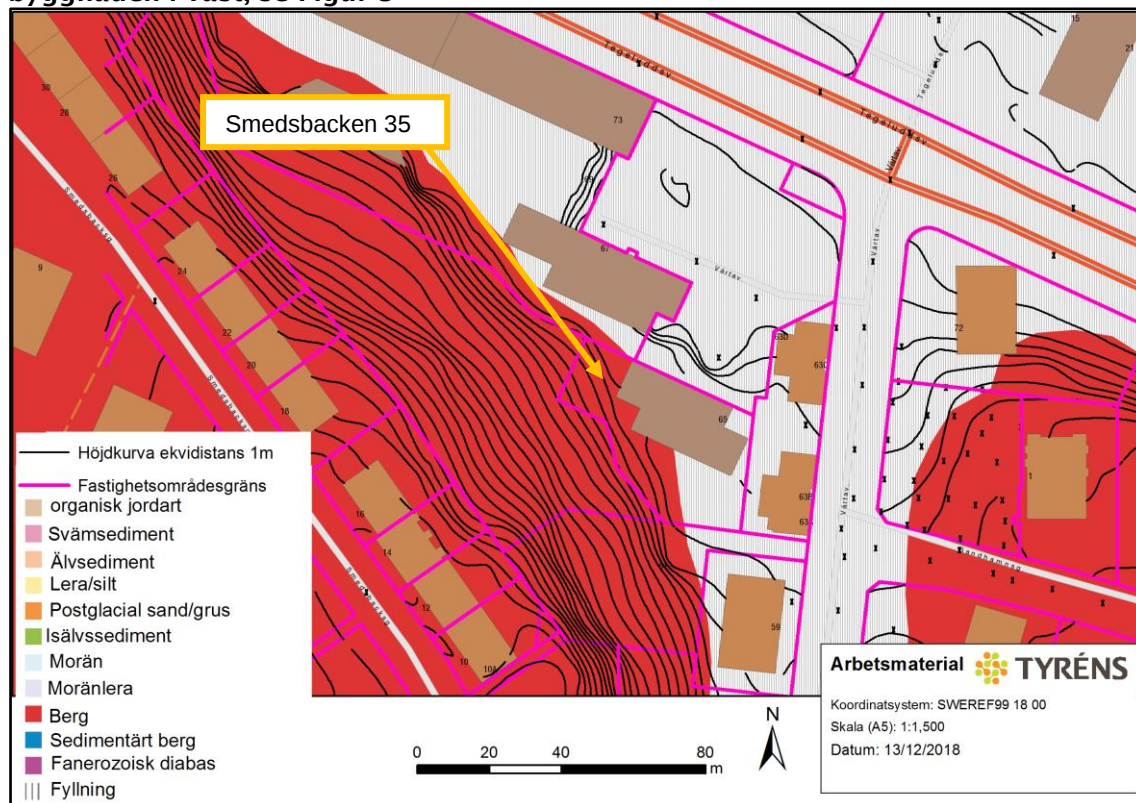
I nuläget består fastigheten av två sammansatta skolbyggnader med 6 och 7 våningar, se Figur 2. I väst finns en bergsknalle med branta slänter som avslutas med en stödmur. I området södra del finns en grönyta omgiven av vägar. Intill Skolbyggnadens nordvästra del finns en grusyta. Under gräsplanen finns ett garage med en ramp som löper under slänten. Infarten till garaget finns i husets nordöstra del. Från den befintliga situationsplanen från SIAB(1980-talet) går det att uppskatta att det minsta avstånd som finns tillgängligt från mark till garagets bjälklag är 900mm. Troligtvis har markhöjder ändrats sedan dess



Figur 2: Översikt över planområdet

3.2 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Östra delen av fastigheten består av fyllnadsmassor med en bergssluttning mot byggnaden i väst, se Figur 3



Figur 3: Jordartskarta

3.3 AVRINNINGSOMRÅDE OCH AVRINNINGSVÄGAR

Byggnaderna inom fastigheten avvattnas i nuläget med brunnar som går från tak, se Figur 4 som samlar upp vattnet från taket till stuprör som löper inuti byggnaden. Det antas att varje takbrunn klarar 3l/s. För övriga VVS system har ingen flödesberäkning utförts. Vattnet från takbrunnarna samlas upp i en utblåsningsbrunn för flödesutjämning, se Figur 5. Vattnet ledas sedan ut till dagvattennätet. Det är troligt att även vatten(grund och ytvatten från omkringliggande slänter avvattnas och leds vidare via denna brunn. Vattnet från slänten infiltrerar i skogsmarken eller mot stödmuren.



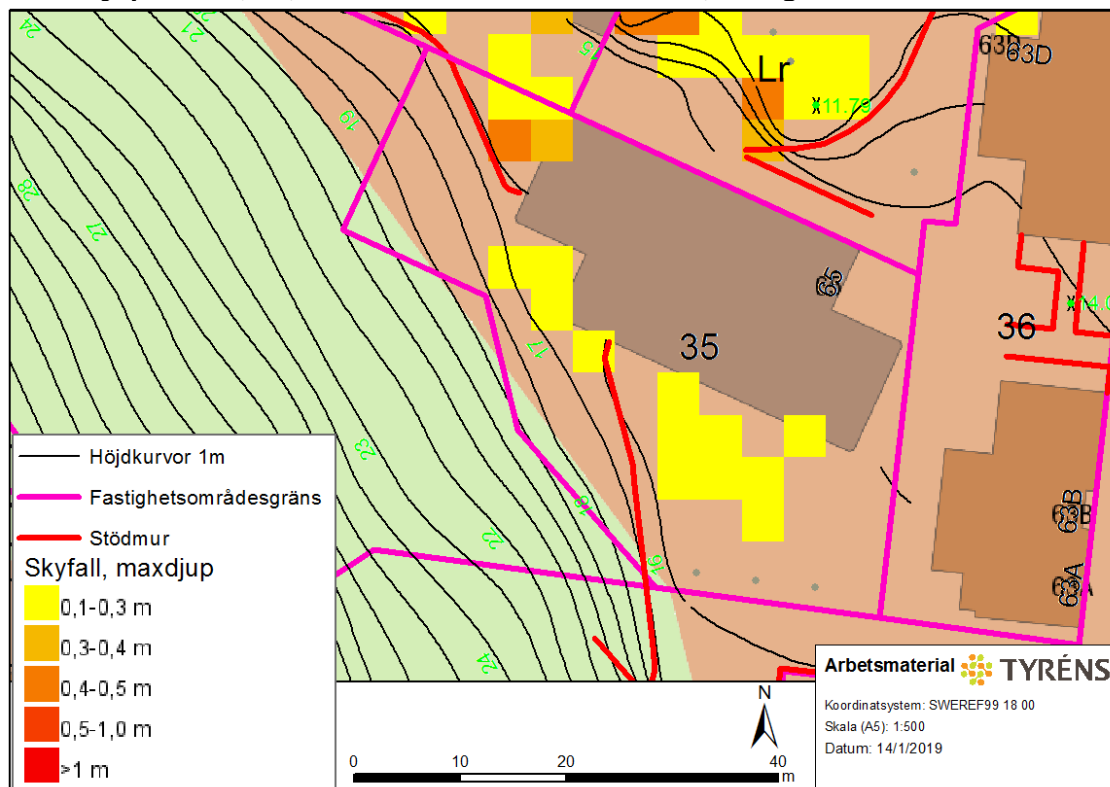
Figur 4: Brunnar på befintligt tak



Figur 5: utblåsningsbrunn på plan 1 i garaget

3.3.1 TIDIGARE UTFÖRD SKYFALLSKARTERING

Det Stockholms skyfallsmodell visar på risk för översvämning vid ett 100årsregn med ett vattendjup på 0,1-0,3m i områdets västra och södra del och risk för vattendjup med 0,3-0,4m i områdets nordvästra del, se Figur 6.



Figur 6: Maxdjup för skyfall, från Stockholms stads skyfallskartering

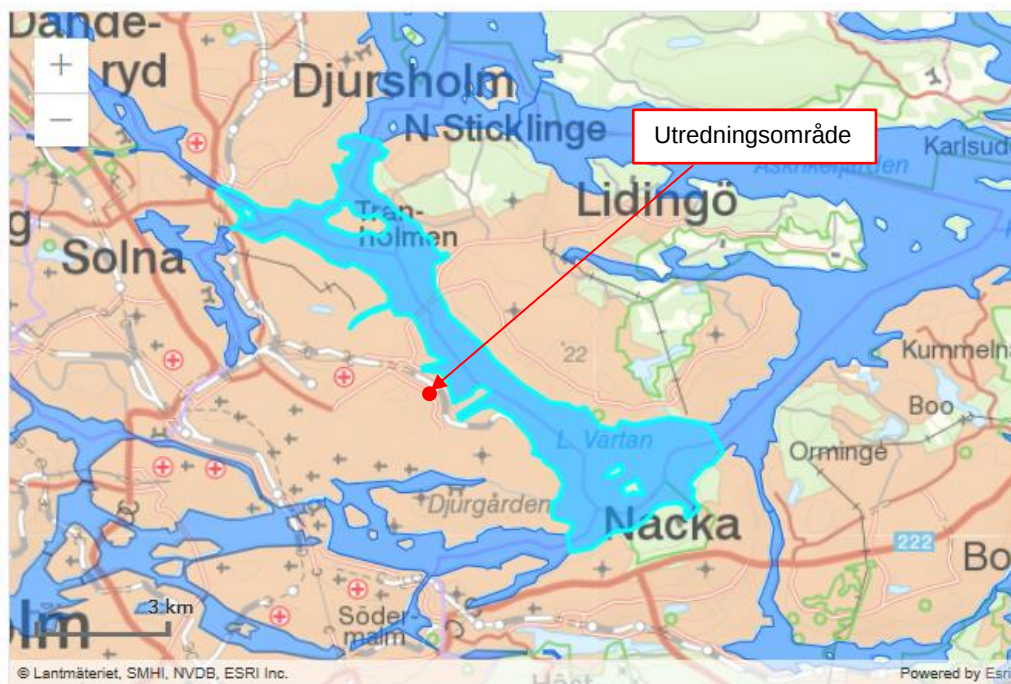
3.4 RECIPIENT OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Vattenförekomsten Lilla Värtan är recipient för Smedsbacken 35, se Figur 7. Den gränsar även till kommunerna Lidingö, Danderyd, Nacka och Solna och tillhör distrikt 3, norra Östersjön. Enligt VISS är statusen måttlig ekologisk men med ett kvalitetskrav till 2027 på måttlig ekologisk status.

Det som är avgörande för statusbedömningen är att bottenfauna och växtplankton uppvisar måttlig status.

Den kemiska statusen uppnår däremot ej god. Detta beror på att det är för höga halter av de industriella föroreningarna antracen, bromerad difenyleter, kvicksilvreföreningar, Tributyltennföreningar. Undantag finns för bromerad difenyleter och kvicksilvreföreningar. Kvalitetskrav är god status till år 2027.

Lilla Värtans andra miljöproblem är detsamma som resten av vattnet längs Svealandskusten, det vill säga övergödning. Detta beror främst på jord- och skogsbruk samt avlopp.



Figur 7: Ytvattenförekomst Lilla värtan

3.5 FÖRORENAD MARK

Ingen potentiellt förorenad mark finns inom utredningsområdet

3.6 OM KEMIKALIerna OCH FÖRORENINGARNA

Antracen förekommer bland annat i asfalt och gummidäck, och är ett polyaromatiskt kolväte. När det kommer till Smedsbacken 35 så kommer främst ifrån parkeringsytor.

Tributyltenn förekommer främst i båtbottnfärger och därför är det inte aktuellt att nämna några åtgärder för i det här fallet.

Fosfor och kväve är föroreningar som kommer från bland annat stoftnedfall från förbränning, avgaser från fordon och grönytor

4 FÖRUTSÄTTNINGAR

4.1 STOCKHOLMS STADS RIKTLINJER GÄLLANDE DAGVATTEN

I Stockholms stads riktlinjer för dagvatten står följande:

- Vid ny- och större ombyggnation ska dagvatten från hårdgjorda ytor fördröjas och renas i hållbara dagvattensystem. Systemen ska dimensioneras med en våtvolym på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolymen utformas som en permanentvolym eller en volym som avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar.

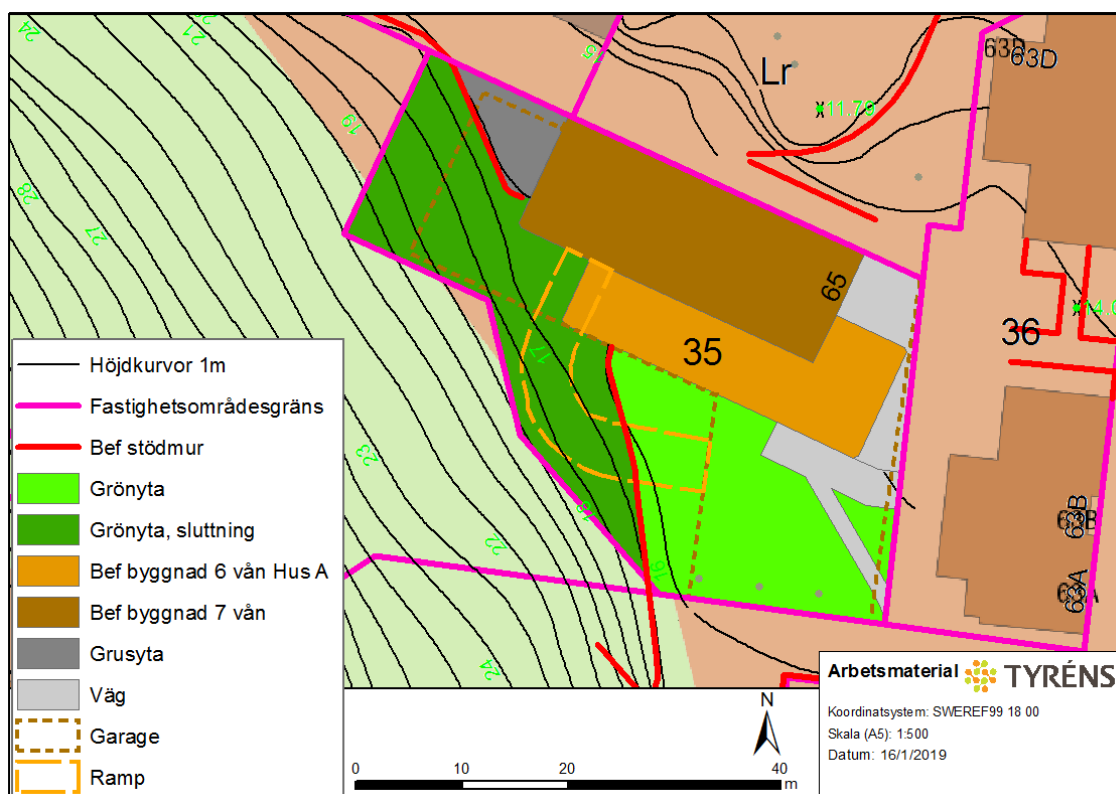
5 METOD OCH INDATA

5.1 DAGVATTEN OCH RECEPIENTMODELLEN STORMTAC

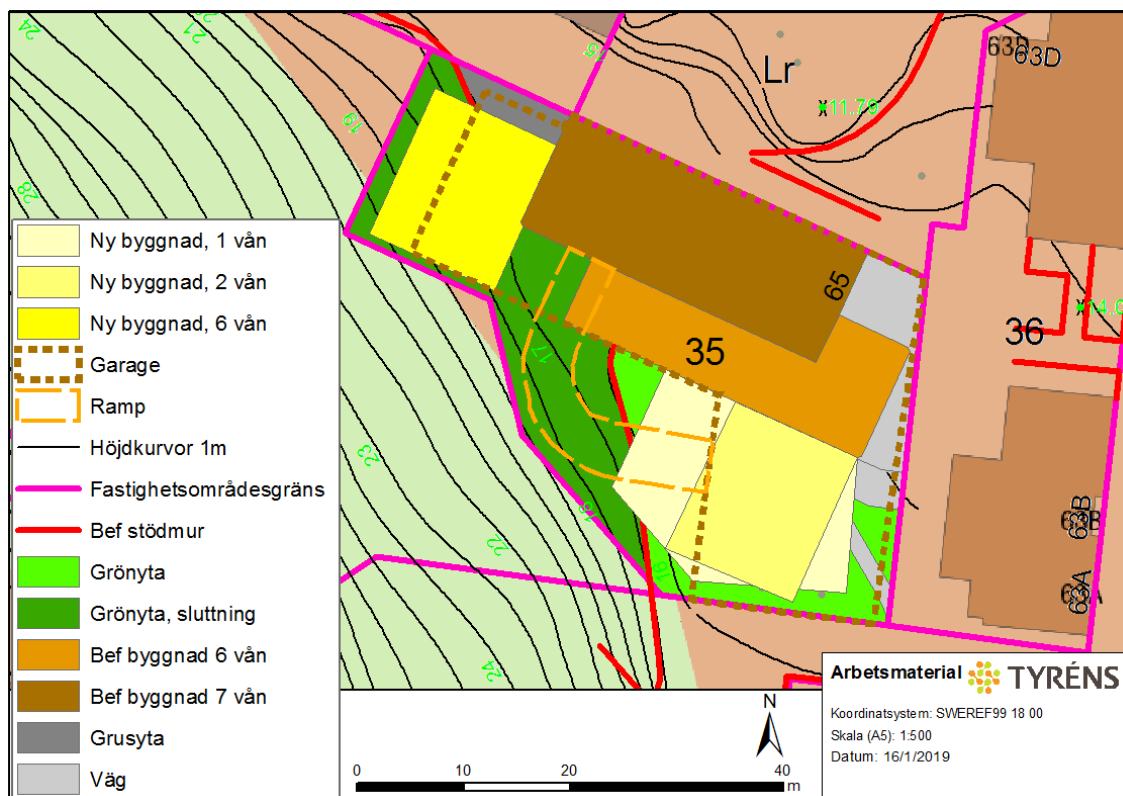
Från Stormtac har tagits schablonhalter gällande reducering av föroreningar för en schematisk uppbyggnad av regnbädd, se Figur 10.

5.2 MARKANVÄNDNING FÖRE OCH EFTER EXPLOATERING

Den befintliga fastigheten består framförallt av två byggnader med en skogsslänt i väster och en gårdplan bestående av gräs och hårdgjort i söder, se Figur 8. I fastighetens nordvästra del finns en mindre grusplan. Efter exploateringen kommer en av de nya byggnaderna täcka en stor del av gårdspanen och delar av skogsslänten, se Figur 9. Den andra byggnaden kommer täcka grusplanen och delar av skogsslänten



Figur 8: Markanvändning före exploatering



Figur 9: Markanvändning efter exploatering

5.3 REGNINTENSITET, ÅRSNEDERBÖRD, DIMENSIONERANDE REGN

För att beräkna flöden uppskattades hur lång tid det tar innan hela avrinningsområdet bidrar med avrinning. Detaljplanen är lika stor som fastighetsgränsen. Ytmässigt är fastigheten kompakt, vilket medför till att avrinningsväg från tak/väg/mark till dagvattenbrunn ligger mellan 3 till 7 minuter. Detta gäller för fastigheten före och efter exploatering. Enligt P110 bör inte rinntid sättas till mindre än 10 minuter. Därmed sätts rinntiden för området till 10 minuter.

Mot framtiden antas bebyggelsen inom kvarteret som område: centrum och affärsområde, klassificering enligt P110, vilket skall dimensioneras för dagvattenflöden inte mindre än ett 10-årsregn. Dagvattenflöden kan beräknas på flera sätt och olika metoder är lämpliga under olika förutsättningar. Goda uppskattningar av flöden kan fås fram med en vanligt använd metod som kallas för den rationella metoden. Rationella metoden innebär att olika s.k. avrinningskoefficienter används för olika slags ytor och markslag för att räkna fram ett flöde. Med rationella metoden beräknas dagvattenflödet från en yta enligt:

$$Q = A \times \phi \times I$$

där

Q = flöde (l/s)

A = Area (ha)

ϕ = avrinningskoefficient (-)

I = Regnintensitet (l/s*ha)

Vidare används de senaste nederbördsdata och regnintensiteter som rekommenderas enligt Svenskt Vatten, publikation P104 (data från Dahlström, 2010). Årlig medelnederbörd valdes till 636 mm/år.

Större regn medför att marken blir vattenmättad och därigenom ökar avrinningskoefficienten betydligt vid större regn. Vid återkomsttid 10 år bör samtliga avrinningskoefficienter efter exploatering sättas till 0,9, eftersom att planområdets hårdgjorda ytor samt gröna tak anses vattenmättade. Vid föroreningsberäkningar antas att samtliga ytor före och efter exploatering ha en avrinningskoefficient enligt P110.

5.4 KLIMATANPASSNING

En klimatfaktor på 1.25 för regn enligt Svenskt Vattens P110 har använts.

5.5 HANTERING SKYFALL OCH DIMENSIONERING AV KROSSMAGASIN

Avrinningsområden för extrema regn har analyserats med tillägget archydro i arcmap. Då rinntiden till krossmagasinet är mindre än 10minuter har ett 10minuters 100årsregn använts för beräkning av volymen på magasinen. Avrinningskoefficienten sattes till 0.8 p.g.a. att slänten är brant med en del berg i dagen.

5.6 FÖRDRÖJNINGSVOLYM

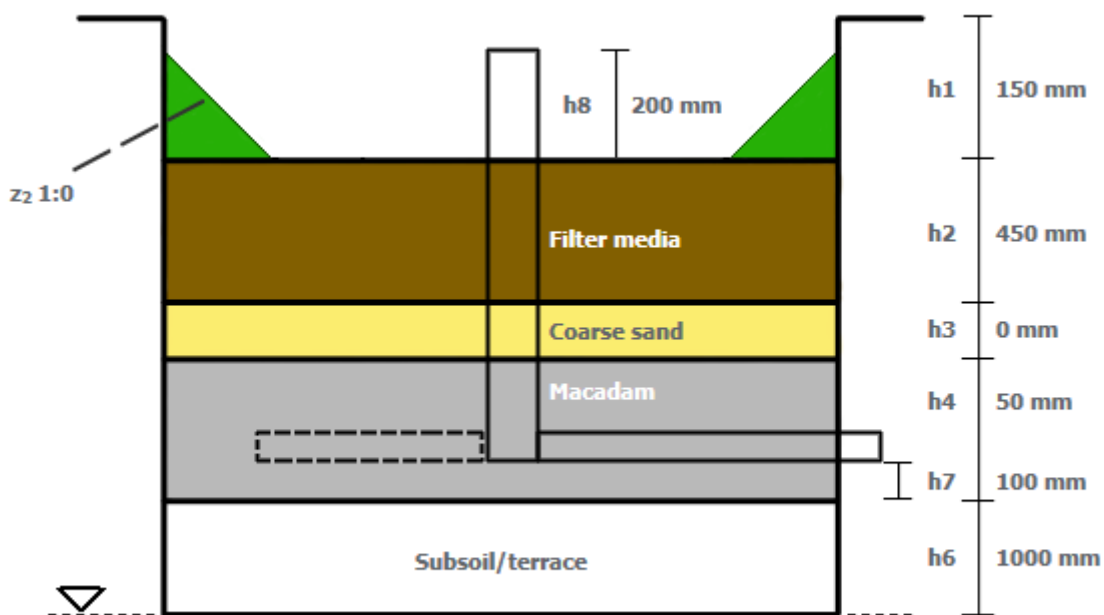
Området ovanför slänten antas ej bidra till dagvattenflödet pga den stora magasinvolymen i skogsmarken och att det planeras anläggas ett krossmagasin för hantering av extrema regn. Inga förändringar görs av avvattning av befintliga byggnader vilket innebär att vattnet från dessa ej fördröjs. För övriga ytor inklusive befintliga grönytor fördröjs 20mm enligt Stockholms Stads dagvattenstrategi. Tiden för infiltration i dagvattenanläggningarna antas vara 15minuter. Vilket gör att den totala dimensionerande rinntiden för framtida förhållanden blir 25minuter.

5.7 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Enligt åtgärdsprogrammet är de viktigaste föroreningarna för Lilla Värtan fosfor och kväve. Därför har fokus lagts på dessa. Föroreningsberäkningar för hela planområdet samt delavrinningsområden gjordes med StormTac för situationerna före exploatering och efter exploatering, samt efter exploatering med LOD. Halt och belastning beräknades för fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (Suspenderade; partiklar), opolära alifatiska kolväten (olja), polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och bens(a)pyren (BaP). Beräknade årsmedelhalter jämfördes med Riktvärdesgruppens (2009) förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp, nivå 2M⁹, samt miljöförvaltningens riktvärde för PAH. Nivå 2 gäller för områden som inte ansluter direkt till recipient och M avser utlopp i en mindre recipient såsom mindre sjö eller grund havsvik. Dessa riktvärden är lämpliga att använda vid t.ex. kommunens planläggning, exploateringar eller förtätningar där flera fastigheter kan ha en gemensam dagvattenlösning.

5.8 RENINGSEFFEKT VID LOD-ÅTGÄRDER

Reningen kommer ske med regnbäddar, se Figur 10. Det antas att 80% av nederbörden kommer att renas. Reningseffekten för fosfor beräknades till 31% och för kväve beräknades reningseffekten till 40%. Med en antagen genomströmningshastighet för filtermaterialet på 70mm/h blir tömningstiden för cirka 6,5 timmar. För nå den beräknade reningsgraden angiven ovan bör tömningstiden vara 6-12 timmar. En tömningstid så nära 12h som möjligt är att eftersträva för att nå Stockholmstads åtgärds mål med god rening. Filtermaterialets tömningstid styrs antingen med materialets infiltrationsförmåga eller djupet på filtermaterialet.



Biofilter (rain garden, bio retention system)

Figur 10: Schematisk skiss över en regnbädd. Subsoil/terrace behöver inte var inräknad uppskattat anläggningsdjup.

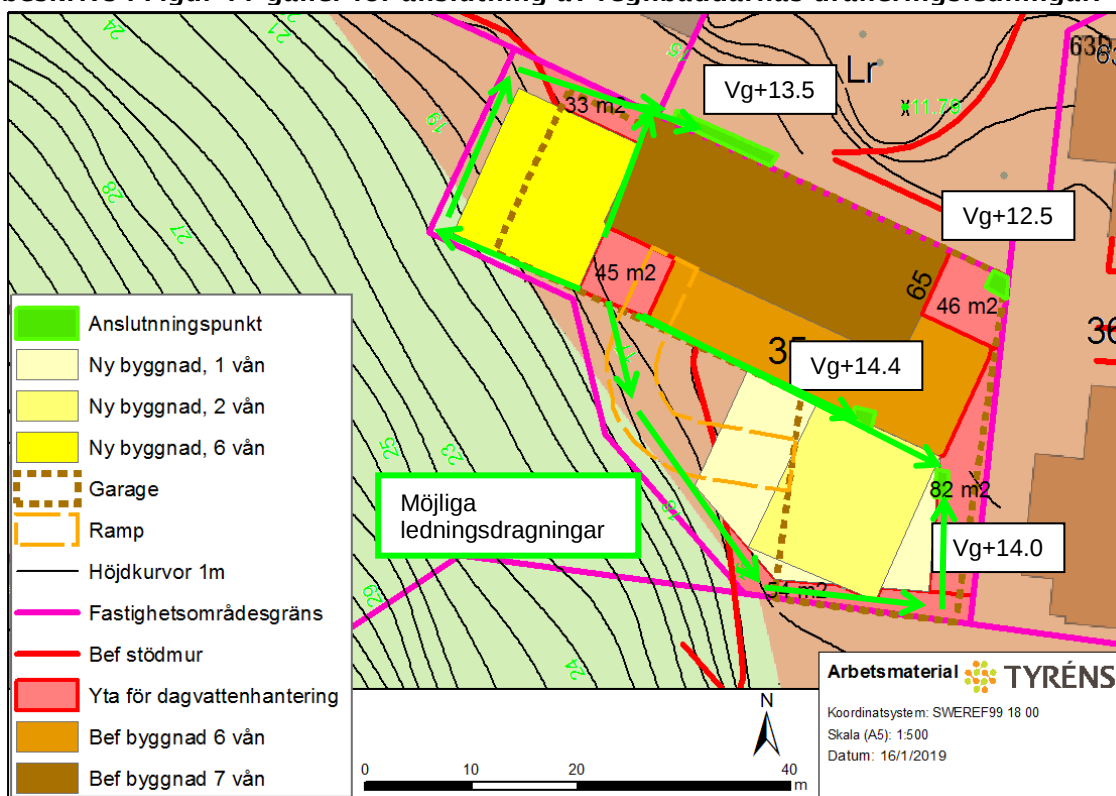
6 RESULTAT

6.1 FLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSVOLYMER

För befintliga förhållanden beräknades flödet från ett 10min 10årsregn med klimatfaktor 1.25 till 21l/s. för framtida förhållanden användes ett 25min 10årsregn med klimatfaktor 1.25 vilket ger ett flöde på 18l/s.

6.2 DAGVATTENHANTERING FÖR DETALJPLAN KV SMEDSBACKEN 35

Dagvattenhanteringen föreslås utföras med regnbäddar. Ett krossmagasin föreslås för att hantera extrema regn och avrinning från bergsslätten. Det finns olika sätt att nå anslutningspunkterna från dagvattenanläggningarna. Antingen kan ledningen dras runt de nya byggnaderna, igenom dessa eller kopplas till ledningssystemet i byggnaden. Det vatten som kommer komma från anläggningarna kommer vara kraftigt fördröjt. De ledningsdragningar som beskrivs i Figur 11 gäller för anslutning av regnbäddarnas dräneringsledningar.



Figur 11: Förslag på dagvattenhantering, höjdsystem för anslutningspunkterna: RH2000. De ledningsdragningar som beskrivs gäller för anslutning av regnbäddarnas dräneringsledningar.

6.2.1 YTBEHOV FÖR DAGVATTENANLÄGGNING

Tillgänglig yta för dagvattenhantering uppskattas till 260m², se Figur 11. Det är dock ej klart om hela ytan för exempelvis entréer kan användas.

6.2.2 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENANLÄGGNING: TAKYTOR

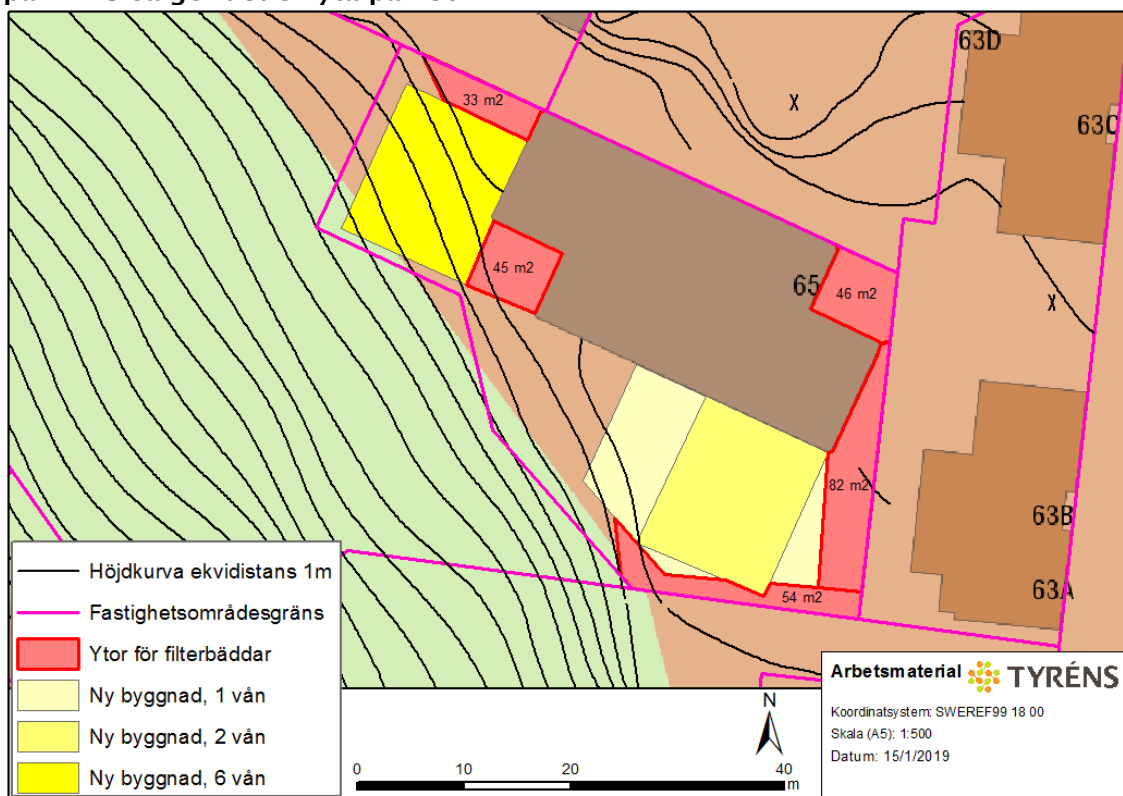
Ingen ändring av dagvattenhanteringen på befintliga takytor föreslås.

6.2.3 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENANLÄGGNING: GRUS PÅ NYA TAK

För att göra systemet mer robust kan det vara intressant att undersöka möjlig fördröjning i form av grusmagasin på nya tak. Detta har dock ej undersökts i denna rapport utan behöver utredas vidare.

6.2.4 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENANLÄGGNING: REGNBÄDD

Regnbädden kan lagra 150mm vattenpelare. Med den totala volymen från ett 10årsregn med varaktighet 25min och klimatfaktor på det exploaterade området på 27m³ så ger det en yta på 180m².



Figur 12: plats för regnbäddar

6.3 FÖRORENINGSHALT OCH BELASTNING FÖRE OCH EFTER EXPLOATERING

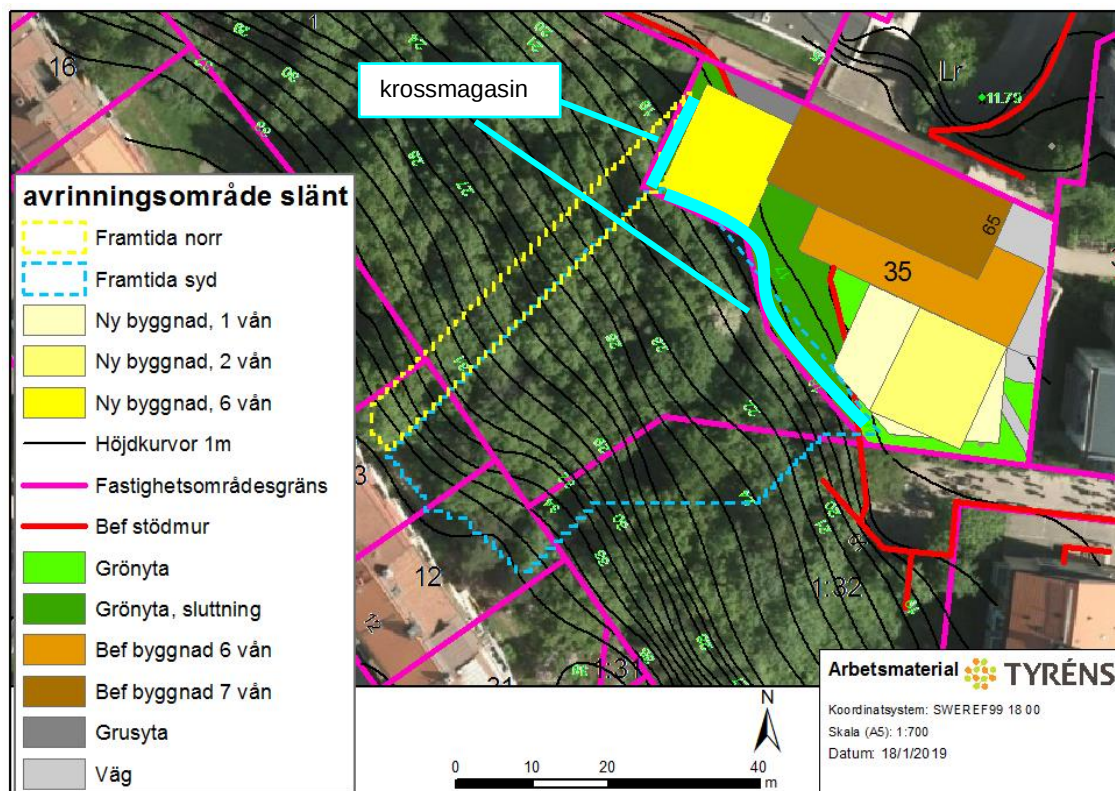
Föroreningsberäkningarna har fokuserat på kväve och fosfor då dessa är ett stort problem i recipienten, se Tabell 2

Tabell 2: Resultat från massberäkningar av fosfor och kväve. Framtid är med den dagvattenhantering som föreslås i denna rapport

Parameter	nutid	framtid
Reducerad area[m ²]	750	1125
Kväve[kg/år]	0.75	0.66
Fosfor[kg/år]	0.052	0.044

6.3.1 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENANLÄGGNING KROSSMAGASIN

För att klara skyfall rinnande längs bergslänten föreslås ett krossmagasin. Ett längs befintlig stödmur och ett längs det nya husets fasad, se Figur 13. Volym beräknades för ett 10minuter 100årsregn med klimatfaktor 1.25, avrinningskoefficient 0.8 p.g.a. brant slänt med en del berg i dagen. Resultatet finns redovisat i Tabell 3.



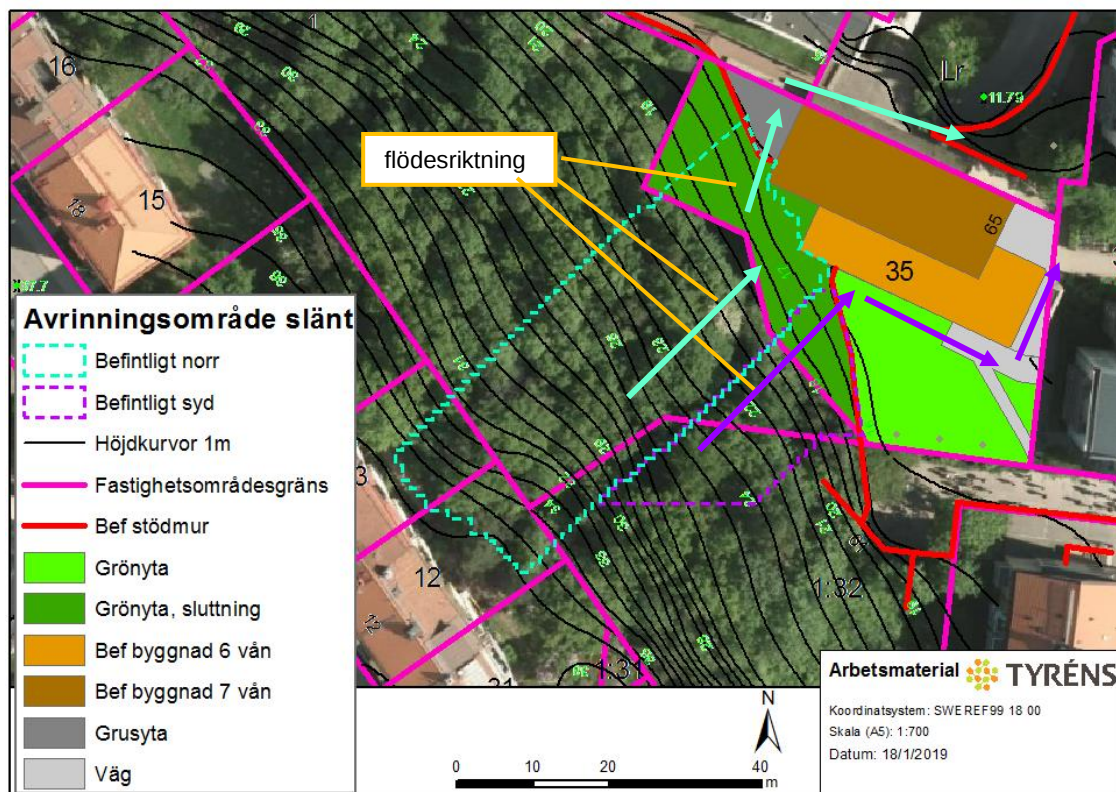
Figur 13: Schematisk placering av krossmagasin

Tabell 3: Beräknad volym för krossmagasin

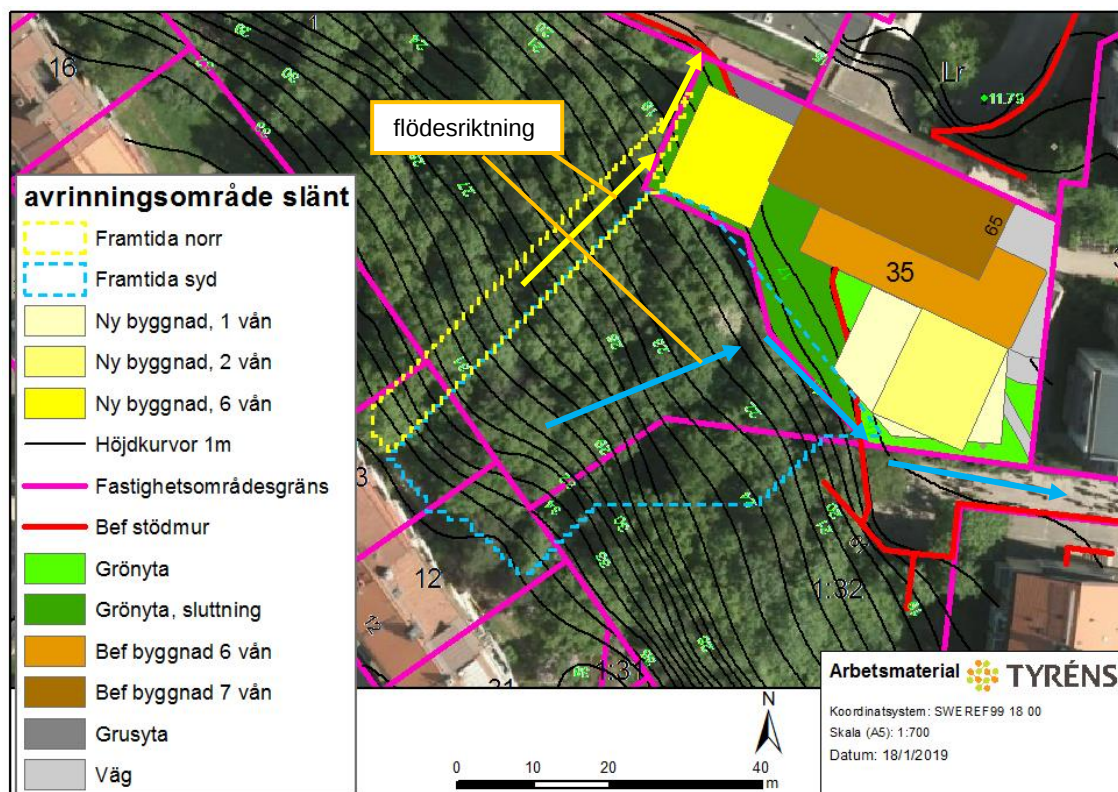
Magasin/avrinningsområde	Area avrinningsområde[m2]	Volym magasin[m3]
Framtida norr	1650	81
Framtida syd	310	15

6.4 ÖVERSVÄMNINGSRISK OCH SEKUNDÄRA AVRINNINGSVÄGAR VID 100-ÅRSREGN

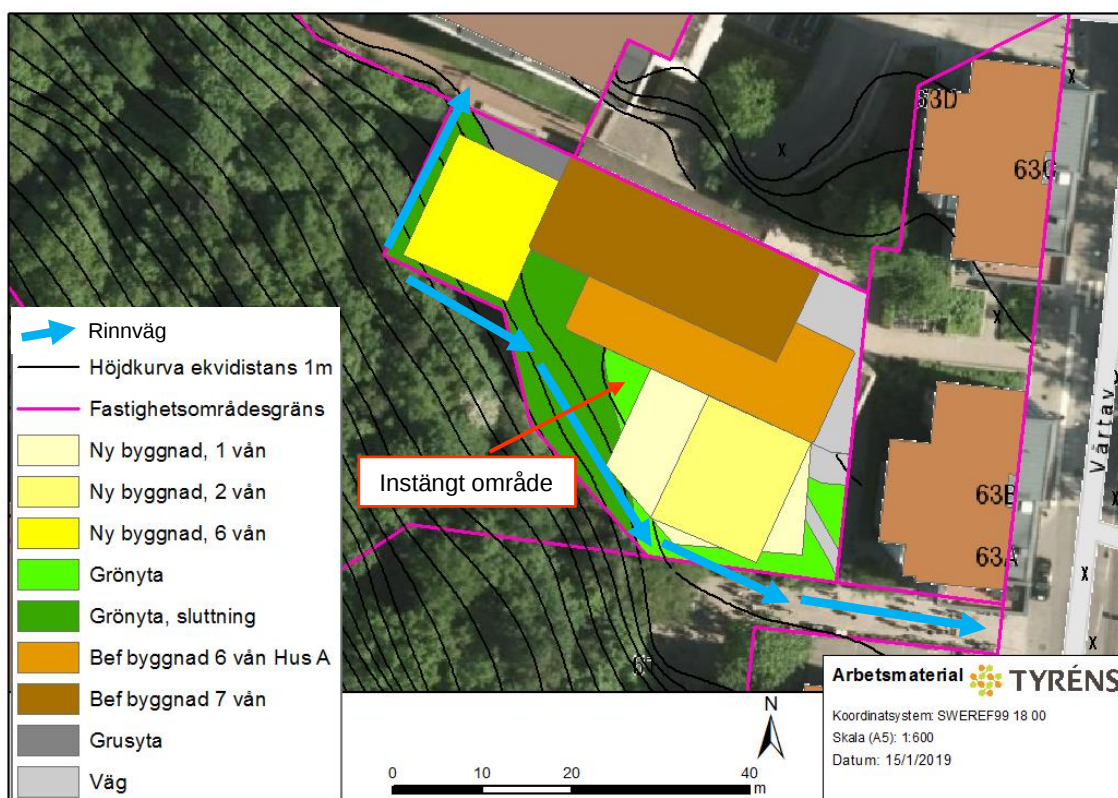
Området behöver höjdsättas så att vatten vid extrema regn kan rinna runt fastigheten. Det instängda området mellan slänten, befintlig byggnad är extra känsligt då risk finns för att vatten rinner ner i garaget, se Figur 16



Figur 14: Avrinningsområden och flödesriktningar vid extrema regn, befintliga förhållanden



Figur 15: Avrinningsområden och flödesriktningar vid extrema regn, framtida förhållanden



Figur 16: Sekundära avrinningsvägar vid extrema regn

7 SLUTSATS OCH REKOMENDATIONER

P.g.a. mycket fördröjning och lågt flöde från dräneringsledningar i regnbäddarna, samt att dragning av ledningar runt byggnaderna kommer att medföra kostsam sprängning i slänten, rekommenderar vi att där det är möjligt koppla vattnet till interna VVS-ledningar.

- Med föreslagen dagvattenlösning kommer flödet till dagvattennätet från hela detaljplanen att minska från nytilkommande tak och omdanade markytor, från det befintliga 21l/s till framtida 18l/s
- Med de föreslagna dagvattenlösningarna kommer:
 - o Kväve minska från befintligt 0.75kg/år till framtida 0.66kg/år
 - o Fosfor minska från befintligt 0.052kg/år till framtida 0.044kg/år
- De framtida taken kan även utformas med grusfördröjande skikt likt de nuvarande taken. Detta för att skapa en mer robust dagvattenhantering om regnbäddarna får försämrad funktion.
- I dag instängt område med lågpunkter av vatten. När den nya byggnationen tillkommer så minskas ytterligare yta som vatten kan ställa sig vid. Detta påvisar att ytliga avrinningsvägar är av stor vikt. Samtliga ytliga avrinningsvägar skall vara utförda av permeabla skikt så vattnet ytterligare fördröjs på vägen ner mot bilvägen.

8 FRAMTIDA UTREDNING

- Finns det dagvattenbrunnar i närheten i den kommunala gatan som kan försörja det ytligt kommande dagvattnet vid större regn än 20mm. Alltså 10 års regnet och uppåt.
- Utredda behovet av fördröjning med grusmagasin på nya tak i de fall där markbelagda regnbäddar inte ges utrymme p.g.a. för litet jorddjup till bjälklag.
- Framtida klimatförändring behöver tas hänsyn till gällande befintlig takavvattning, eftersom dessa inte föreslås att kopplas om till nya fördröjningsanläggningar. Kontroll av det befintliga takavvattningssystemet behöver utföras för att se om det kan klara av ökade vattenflöden. Detta behöver utredas vidare.
- Vidare utredning om detaljplanens eventuella bidrag till förbättring av miljö kvalitetsnormer behöver utredas vidare. Detta eftersom inget underlag gällande detta har hittats

9 BILAGA

9.1 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Föroreningsberäkningarna har fokuserat på kväve och fosfor då dessa är ett stort problem i recipienten
massbalansberäkningar

Nutid

374.9 m³ vatten

Reducerad area= 750m²=0.075ha

Kväve 0.747 kg/år

Fosfor 0.052

framtid endast på taket

Reducerad area = 1125m²=0.1125ha

Ny takarea=513m²

Ny takarea reducerad=462m²

Ny volym/år= 294m³

Kväve in= $462 \cdot 636 \text{ mm/år} / 1000 \cdot 1200 \text{ ug/l} / 10^9 \cdot 1000 = 0.35 \text{ kg/år}$

Kväve ut= $0.35 \cdot 0.2 + 0.35 \cdot 0.8 \cdot (1 - 0.31) = 0.26 \text{ kg/år}$

kvävereduktion=0.09kg/år

Fosfor in $462 \cdot 636 \text{ mm/år} / 1000 \cdot 90 \text{ ug/l} / 10^9 \cdot 1000 = 0.026 \text{ kg/år}$

Fosfor ut= $0.026 \cdot 0.2 + 0.026 \cdot 0.8 \cdot (1 - 0.4) = 0.018 \text{ kg/år}$

Fosforreduktion=0.008kg/år

Massbalans

Kväve nutid:0.747kg/år

Kvävereduktion framtid:0.09kg/år

Kväve framtid: $0.747 - 0.09 = 0.657 \text{ kg/år}$

Fosfor nutid:0.052kg/år

Fosforreduktion framtid:0.008kg/år

Fosfor framtid: 0.044kg/år