
RAPPORT

Dagvattenutredning dp 1975 Effekten 5 Västerås

UPPDRAGSNUMMER 30035341



2023-11-06 VER. 3

VÄSTERÅS VA-SYSTEM

CAMILLA HÄGG WICKMAN

MARLENE NILSSON

CHRISTER AXELSSON

Sammanfattning

Aktuellt planområde omfattar 6 hektar och är lokaliserat ca 4 km nordöst om centrala Västerås. Detaljplanen syftar till att ge möjlighet för bebyggelse i form av bostäder, kontor och centrumverksamhet i kombination med en ny grundskola med tillhörande skolgård, anpassade för att stödja behov från verksamheter på Finnslätten.

Enligt Mälarenergi är recipienten för dagvatten från ledningsnätet från planområdet Svartån mellan Västeråsfjärden/Mälaren och Skultuna.

Ekologiska statusen är idag otillfredsställande och kemiska statusen uppnår ej god. Kvalitetsnormen är att god ekologisk status ska uppnås senast 2045 samt att kemisk ytvattenstatus ska uppnå god.

Idag finns kommunalt dagvattennät i Fredholmsgatan med dimension 600 mm. Servisen delas med fastigheten norr om Fredholmsgatan.

Utifrån befintlig utformning av området och tillgängliga höjddata har en analys av flödesvägar och lågpunkter vid extrema regnhändelser (150 mm, där 68 mm motsvarar ett regn med 100-års återkomsttid vid en varaktighet på 60 min och med klimatkoefficient 1,25) utförts. Dagvattnet inom området rinner vid kraftiga regn (då dagvattensystemen är fyllda) yttligt generellt i västlig riktning. En liten del av planområdet avrinner i östlig riktning. Inom planområdet finns idag några lågpunkter där vatten vid kraftiga regn kan ställa sig. Vid den västra plangränsen finns en lågpunkt där vattnet kan bli stående till ett djup om 1,2 m.

Vid höjdsättning inom planområdet behöver man i den norra delen säkerställa att dagvatten från uppströms liggande områden inte rinner in i planområdet. Dagvattnet bör i stället följa Fredholmsgatan.

Beräkning av dagvattenflöden, fördröjningsvolym och föroreningsbelastning utfördes med hjälp av den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac. Beräkningarna av dimensionerande dagvattenflöden från exploateringsområdet gjordes utifrån ett regn med en återkomsttid på 10 år. En klimatkoefficient på 1,25 har använts vid beräkningen av nederbördsintensitet efter exploatering. Beräkningarna inom planområdet delas upp och utförs separat för de två fastigheterna samt Fredholmsgatan. Område 1 rör flerbostadsbebyggelse och område 2 rör östra delens kvarter.

Beräkningar visar att dagvatten från planområdet behöver fördröjas och renas för att nå de krav som definierats ur dagvattensynpunkt. Åtgärderna behöver sträva efter att uppnå ett utflöde från planområdet som uppgår till maximalt 15 l/s, ha vid ett 10-årsregn. Den totala fördröjningsvolymen som behövs vid ett utflöde på 15 l/s, ha (10-årsregn) är 135 m³ för område 1, 331 m³ för område 2 och 35 m³ för område 3. För att föroreningskoncentrationerna för den antagna markanvändningen inte ska öka efter exploatering krävs rening av dagvattnet.

Inom *område 1*, västra delen, föreslås hantering av dagvatten från takytorna i upphöjda eller nedsänkta växtbäddar. Takyterna kan även anläggas med sedumtak för att minska dagvattenflödena som avrinner från taken. Dagvattnet från gårdarna kan hanteras i nedsänkta växtbäddar och med genomsläpplig beläggning.

Dagvatten från lokalgatorna föreslås renas och fördröjas i nedsänkta växtbäddar eller träd i skelettjord.

Inom *område 2*, östra delen, föreslås hantering av dagvatten inom skolgården genom nedsänkta växtbäddar och infiltration i genomsläppliga beläggningar. Dagvatten från taken kan tas omhand i nedsänkta eller upphöjda växtbäddar. För att minska flödena från taken kan takytorna anläggas som sedumtak.

Inom *område 2*, östra delen kan parkeringsytans storlek komma att ändras. I de fall ett alternativ beslutas bör dagvattnet fördröjas 0,03 m³ per m² för att nå kravet på maximalt utflöde 15 l/s, ha, som är satt att VA-huvudmannen, Mälarenergi.

Fördröjning och rening av dagvatten från *område 3*, Fredholmsgatan, föreslås i de planerade grönzonerna inom gatusektionen. Längs Fredholmsgatan föreslås anläggande och plantering av träd i skelettjord och växtbäddar på sidan som vetter mot Effekten 5 och på andra sidan gatan (mot Effekten 1 och 9) brunnar som leder vattnet under gatan till skelettjordarna.

De föreslagna åtgärderna reducerar föroreningar i dagvatten. Föroreningsutsläpp bedöms kunna minska efter exploatering om de föreslagna åtgärderna implementeras och underhålls regelbundet för att upprätthålla deras funktion. Vattnet från planområdet kommer att renas innan det släpps från området. Dessutom är föroreningarna från området en mycket liten del av den totala mängden från recipientens hela avrinningsområde. Det bedöms därför att möjligheterna att uppnå MKN inte kommer försämrats efter planerad exploatering.

Innehållsförteckning

1	Inledning	2
1.1	Uppdrag och syfte	2
1.2	Organisation	2
1.3	Metod	2
2	Riktlinjer för planering av dagvatten	3
2.1	Västerås dagvattenpolicy	3
2.1.1	Riktlinjer	3
2.1.2	Riktvärden	3
2.2	VA-huvudmannen, Mälarenergi	4
2.3	Svenskt Vattens publikation P110	4
2.4	Miljö kvalitetsnormer	5
3	Förutsättningar	5
3.1	Områdesbeskrivning och planförslag	5
3.2	Recipient och miljö kvalitetsnormer	8
3.3	Geologi och grundvatten	9
3.4	Topografi	9
3.5	Dagvattenhantering idag	10
3.6	Övrigt	10
4	Analyser	11
4.1	Flödesvägar, lågpunktsanalys och avrinningsområden	11
4.2	Beräkningar	14
4.2.1	Indata	14
4.2.2	Dagvattenflöden och behov av fördröjning	16
4.2.3	Modellerade föroreningsmängder och halter	17
5	Förslag till hantering av dagvatten	19
5.1	Växtbäddar (Rain gardens)	21
5.2	Träd i skelettjord	22
5.3	Sedumtak	23
6	Påverkan på uppfyllnad av miljö kvalitetsnormer för ytvatten	23
6.1	Principiell höjdsättning och skyfallshantering (100-årsregn)	24
6.2	Rekommendationer för fortsatt arbete relaterat till dagvattenhantering	27
7	Litteraturförteckning	28

1(28)

RAPPORT

DAGVATTENUTREDNING DP 1975 EFFEKTEN 5 VÄSTERÅS

1 Inledning

1.1 Uppdrag och syfte

Sweco har av Aroseken AB fått i uppdrag att utreda förutsättningar för omhändertagande av dagvatten inom detaljplan Effekten 5 i Västerås.

Utredningen innehåller förutsättningar för omhändertagande av dagvatten utifrån nuvarande situation, beräkningar av flöden och föroreningar samt förslag på systemlösning för omhändertagande av dagvatten inom planområdet.

1.2 Organisation

Beställare	Christian Brobeck, Aroseken AB
Uppdragsledare	Camilla Hägg Wickman, Sweco Sverige AB
Handläggare	Camilla Hägg Wickman, Sweco Sverige AB Marlene Nilsson, Sweco Sverige AB
Intern granskning	Christer Axelsson, Sweco Sverige AB
Extern granskning	Lena Höglund, Mälarenergi AB Terese Renström, Mälarenergi AB

1.3 Metod

Utredningen utgår från områdets förutsättningar samt andra riktlinjer, såsom P110, MKN för recipient med mera. I analysarbetet ingår identifiering av rinnvägar, avrinningsområden och lågpunkter vilket genomförs baserat på digital höjddataanalys via verktyget SCALGO Live. Beräkningar av flöden från dagvattnet görs via verktyget StormTac. Baserat på resultaten görs sedan en bedömning av behov av fördröjning och rening. Därefter presenteras förslag på utformning av lösning för dagvattenhantering (på systemnivå), möjliga typer av anläggningar.

2 Riktlinjer för planering av dagvatten

I arbetet med dagvattenutredningen för det aktuella området har ett antal dokument varit styrande vid bedömningar av dagvattensituationen. Dessa presenteras kortfattat nedan.

2.1 Västerås dagvattenpolicy

Västerås stad har en dagvattenpolicy med syfte att framtagna strategier ska kunna hantera dagvatten på ett miljömässigt och kostnadseffektivt sätt. I policyn redovisas riktlinjer och riktvärden för föroreningskoncentrationer i dagvattnet. (Västerås stad, 2023a)

2.1.1 Riktlinjer

- Dagvatten ska renas och fördröjas så nära källan som möjligt. I första hand ska tröga system användas.
- Dagvatten ses som en resurs vid utbyggnad av staden. Lösningar som gynnar flera ekosystemtjänster ska prioriteras.
- Dagvatten ska renas från näringsämnen och miljögifter så att miljökvalitetsnormerna för vatten kan uppnås.
- Skador på byggnader och anläggningar orsakade av dagvatten ska förebyggas och minimeras. Hänsyn ska tas till de förväntade klimatförändringarna.
- Framkomlighet för utryckningsfordon vid skyfall ska beaktas vid ny- och ombyggnation.
- Dagvatten ska göras synligt och vara en del av gestaltningen.
- Grundvattenbalansen bibehålls alternativt återskapas.
- Dagvatten ska utredas i alla planer.
- Planlagda områden genererar inte högre dagvattenflöden än motsvarande naturmark.
- Staden ska arbeta för en hållbar dagvattenhantering inom egna verksamheter och agera som god förebild för andra aktörer.
- Allmänhetens kunskap om dagvatten ska öka.

2.1.2 Riktvärden

Dagvattnet ska renas om det bedöms innehålla högre årsmedelhalter av näringsämnen, tungmetaller och olja än vad som står i Tabell 1. För utredningsområdet i denna rapport bedöms riktvärdena för "Mälaren/ Svartån/ Sagån" mest relevant (se grå markering i Tabell 1).

Tabell 1. Riktvärden för dagvattenutsläppavseende årsmedelhalter (Västerås stad, 2023a). Kolumn med Svartån och Mälaren är gråmarkerad då de anses vara recipient.

Ämne med enhet		Övriga vatten-förekomster*	Mälaren/Svartån/Sagån	VA-huvudmans ledning/dike
Fosfor (P)	µg/l	160	200	250
Kväve (N)	mg/l	2	2,5	3,5
Bly (PB)	µg/l	8	10	15
Koppar (Cu)	µg/l	18	30	40
Zink (Zn)	µg/l	75	90	150
Kadmium (Cd)	µg/l	0,4	0,45	0,5
Krom (Cr)	µg/l	10	15	25
Nickel (Ni)	µg/l	15	20	30
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,03	0,05	0,1
Suspenderad substans (SS)	mg/l	40	50	100
Oljeindex (Olja)	mg/l	0,4	0,50	1
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,03	0,05	0,1

2.2 VA-huvudmannen, Mälarenergi

Enligt VA-huvudmannen Mälarenergi (2022) ska utflödet från dagvattenåtgärder inom planområdet begränsas till maximalt 15 l/s, ha vid ett 10-årsregn.

2.3 Svenskt Vattens publikation P110

Svenskt Vattens P110 är en publikation som ger rekommendationer för hur nya exploateringsområden ska uppnå uppsatta funktionskrav för skydd av anläggningar och bebyggelse (Svenskt Vatten 2019). Publikationen berör även befintliga områden och visar att mycket arbete kommer att krävas för att uppnå en förbättrad säkerhet mot översvämning i befintliga samhällen och reducera utsläppen av dagvattenföroreningar till recipienter.

P110 definierar vilka återkomsttider som ska gälla i olika typer av bebyggelse. Aktuellt område bör dimensioneras för 10 års återkomsttid för trycknivå i markyta och 2 års återkomsttid för fylld ledning då hela planområdet är kvartermark. I syfte att ta hänsyn till framtida klimatförändringar föreslår Svenskt Vatten även att nederbördsintensiteten ska ökas med 25 procent i beräkningar då utredning av dagvattenfrågan sker. Då nya dagvattensystem ska anläggas är det också en grundläggande fråga att husgrunder och byggnader inte översvämmas då kapaciteten i ledningar och öppna diken överskrids. Därmed är det viktigt att ta hänsyn till hur byggnader ska höjdsättas så att ytligt rinnande dagvatten från kraftiga skyfall kan rinna undan utan att skada bebyggelse.

2.4 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer används som ett styrinstrument inom förvaltning av vatten. Normerna uttrycker den kvalitet som en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Fastställda MKN finns för alla ytvatten som definierats som vattenförekomster.

Utifrån den så kallade Weserdomen (mål C-461/13) som avkunnades i EU-domstolen under 2015 får inte tillstånd ges till verksamheter om de riskerar att orsaka en försämring av en vattenförekomsts status. Det inkluderar även försämringar av status för enskilda kvalitetsfaktorer (t.ex. näringsämnen).

3 Förutsättningar

3.1 Områdesbeskrivning och planförslag

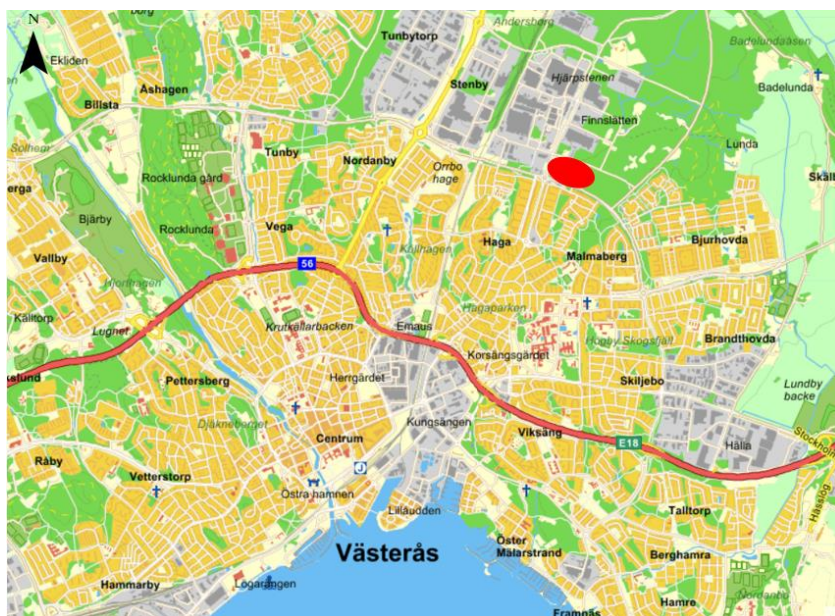
Aktuellt planområde (figur 1) omfattar 6 hektar och är lokaliserat ca 4 km nordöst om centrala Västerås (figur 2). Planområdet består idag av två befintliga byggnader med tillhörande stora markparkeringar samt viss del skogsmark och del av Fredholmsgatan. Planområdet har två gator i nära angränsning Lugna gatan i väster och Österleden i söder.

Detaljplanen syftar till att ge möjlighet för bebyggelse i form av bostäder, kontor och centrumverksamhet i kombination med en ny grundskola med tillhörande skolgård, anpassade för att stödja behov från verksamheter på Finnslätten.

Figur 1 visar planområdet i dagsläget där röd markering visar planområdesgränsen. Figur 2 visar planområdets placering i den norra delen av Västerås. I Figur 3 visas planerad utformning och i Figur 4 visas planerad sektion över Fredholmsgatan.



Figur 1. Planområdet före exploatering (SCALGO Live, 2023). Karta: Lantmäteriet

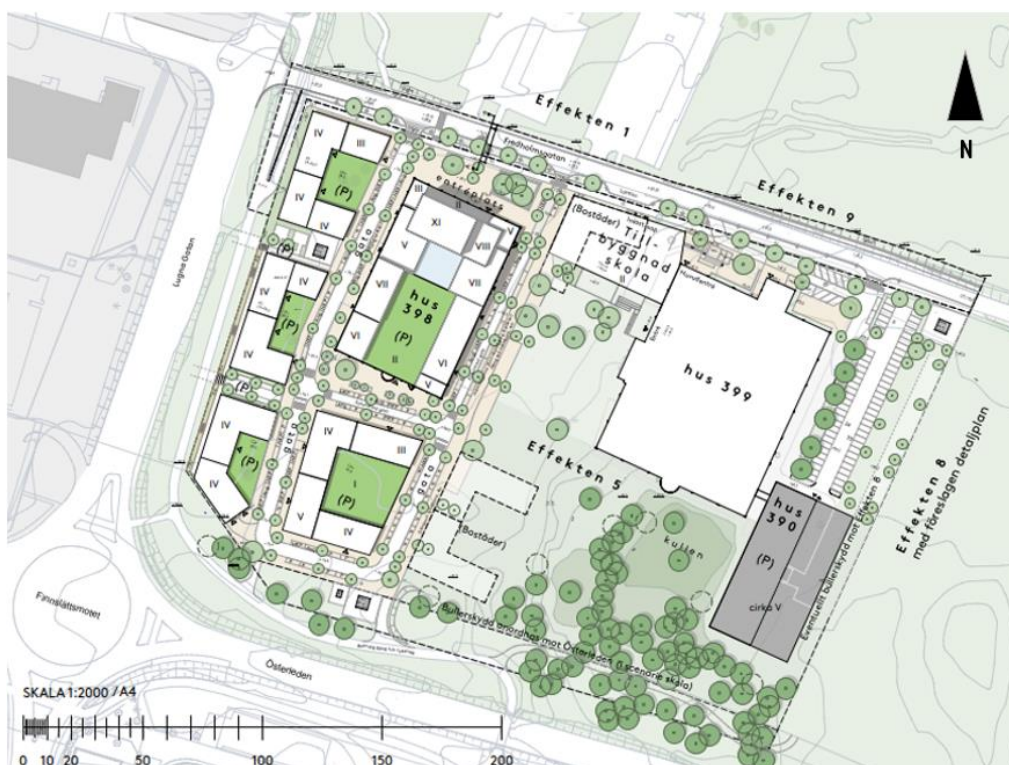


Figur 2. Planområdets placering (röd markering) i Västerås (Eniro, 2022).

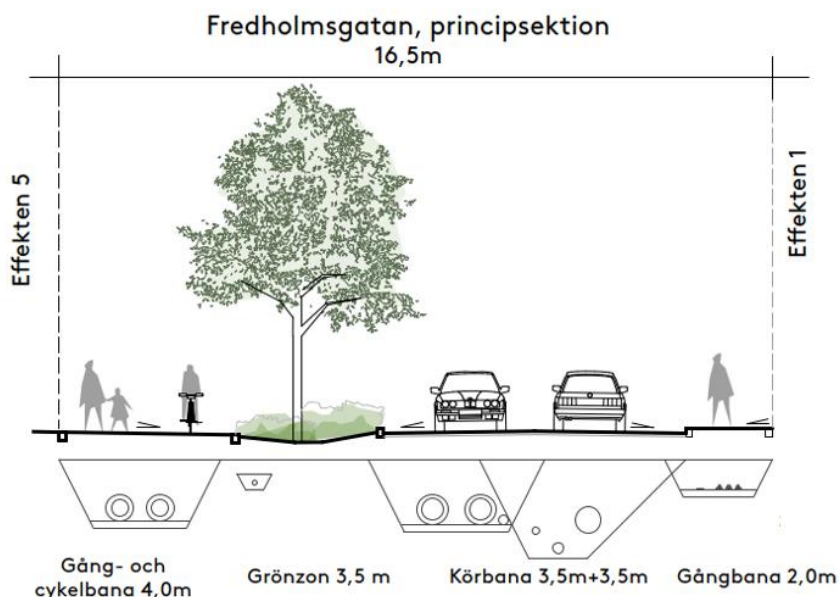
6(28)

RAPPORT

DAGVATTENUTREDNING DP 1975 EFFEKTEN 5 VÄSTERÅS



Figur 3. Planerad utformning av planområdet (ÅWL Arkitekter, 2023, Aroseken situationsplan pdf).



Figur 4. Planerad sektion över Fredholmstorg (ÅWL Arkitekter, 231027).

3.2 Recipient och miljö kvalitetsnormer

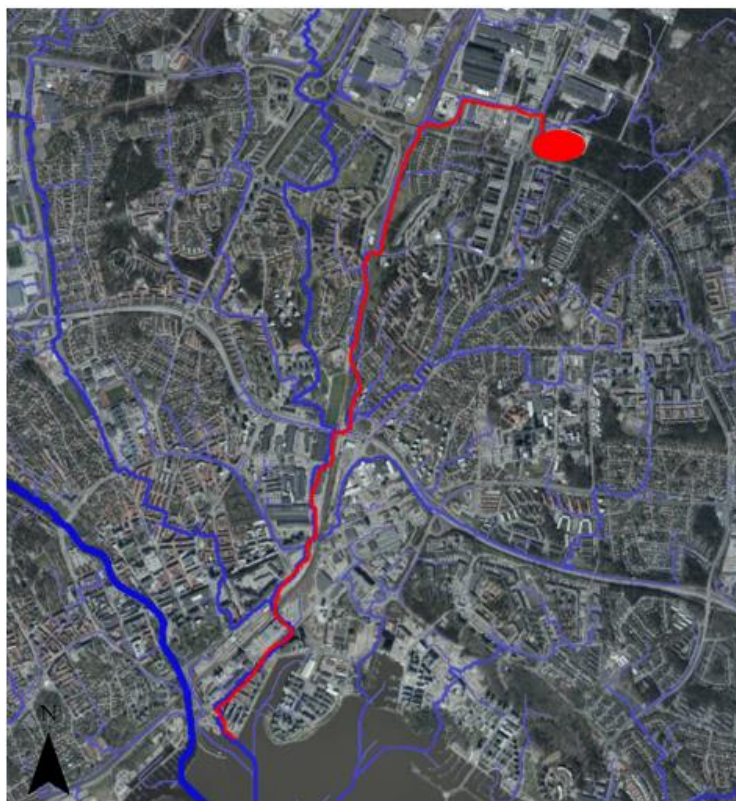
Enligt Mälarenergi är recipienten för dagvatten från ledningsnätet från planområdet Svartån mellan Västeråsfjärden/Mälaren och Skultuna (SE 661152–154047).

Miljö kvalitetsnormer (MKN) används som ett styrinstrument inom förvaltning av vatten. Normerna uttrycker den kvalitet som en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt.

Svartån som rinner mellan Västeråsfjärden/Mälaren och Skultuna har enligt bedömning 2021 otillfredsställande status och den kemiska statusen uppnår ej klassningen god. Kvalitetsnormen är att god ekologisk status ska uppnås senast 2045 samt att även kemisk ytvattenstatus ska uppnå god med undantag för ämnena bromerad difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar.

Enligt Länsstyrelsen samt SCALGO Lives flödesvägar vid kraftiga regn leds dagvattnet från planområdet via ytliga rinnvägar till *Mälaren- Västerås hamnområde*. Den ekologiska statusen är enligt bedömning 2021 dålig och den kemiska statusen uppnår ej god. Kvalitetskravet är att måttlig ekologisk status skall uppnås senast 2033. Kemisk ytvattenstatus skall uppnå god status 2027 med undantag för ämnena bromerad difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar.

I Figur 5 visas den ytliga flödesvägen från planområdet till recipienten.



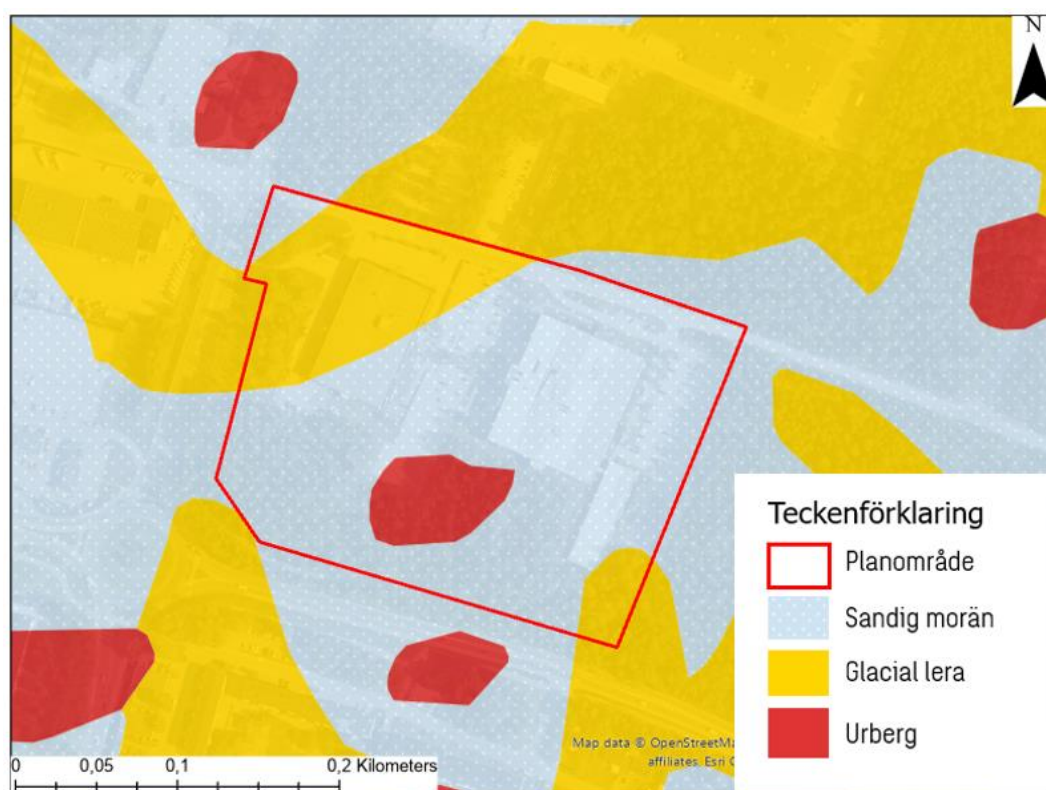
Figur 5. Aktuellt planområde) och den ytliga flödesvägen till recipienten markerad med röd cirkel och linje (SCALGO live, 2023). Karta: Lantmäteriet

3.3 Geologi och grundvatten

Analys av planområdets jordarter har utförts utifrån SGU:s jordartskarta och resultatet visas i figur 6. Planområdet består till största del av sandig morän. Inom planområdet förekommer också ett område med glacial lera och urberg.

I områden med lera är vanligen förutsättningarna för infiltration av dagvatten begränsad då infiltrationskapacitet hos lera oftast är låg eller väldigt låg.

Information om grundvattennivåerna kan ha stor betydelse vid utformning av området, samt vid planering och anläggning av framtida dagvattenanläggningar. Inom planområdet har i dagsläget inga grundvattenmätningar gjorts.



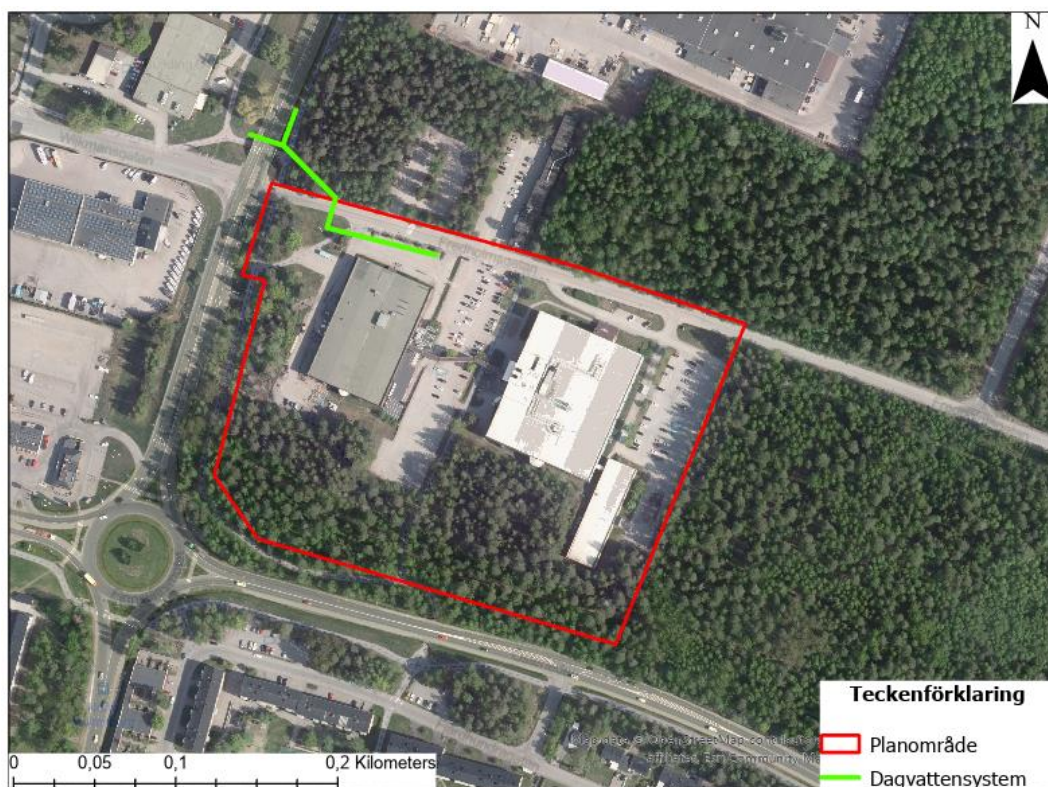
Figur 6. Jordarter inom planområdet, som är markerat med röd linje. (SGU, 2023)

3.4 Topografi

Planområdet har en generell lutning från öst till väst, med en höjdskillnad på ca 5 m (+44 – +39).

3.5 Dagvattenhantering idag

Idag finns kommunalt dagvattennät i Fredholmsgatan med dimension 600 mm. Servisen delas med fastigheten norr om Fredholmsgatan. Enligt Mälarenergi fortsätter ledningen i västlig riktning mot Betonggatan för rening och fördröjning av dagvattnet. Dagvattnet leds sedan till "Fågeldammen" och vidare till Svartån. I Figur 7 visas det kommunala dagvattensystemet idag. Vid en eventuell omläggning av dagvattenledning till Lugna gatan blir det fastighetsägaren som bekostar åtgärderna.



Figur 7. Kommunalt dagvattensystem illustrerat med grön linje vid planområdet, vilket är markerat med röd linje.

3.6 Övrigt

Inom planområdet finns enligt Länsstyrelsens Webbgis inga kända yt- eller grundvattenförekomster, vattenskyddsområden, naturreservat, markavvattningsföretag, fornlämningar eller potentiellt förorenat område.

4 Analyser

4.1 Flödesvägar, lågpunktsanalys och avrinningsområden

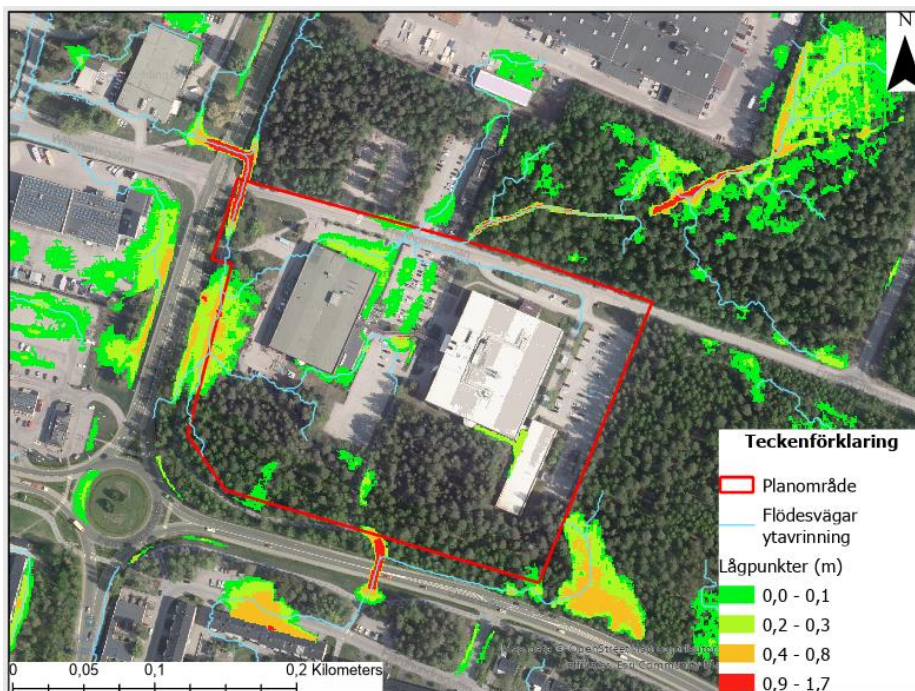
Utifrån befintlig utformning av området och tillgängliga höjddata har en analys av flödesvägar och lågpunkter vid extrema regnhändelser (150 mm, där 68 mm motsvarar ett regn med 100-års återkomsttid vid en varaktighet på 60 min och med klimatfaktor 1,25) utförts. Detta har analyserats för att identifiera vilka områden som, med befintlig höjdsättning, riskerar att översvämmas av vatten vid stora regn. Scenariot används, tillsammans med klimatfaktor 1,25 utifrån rekommendationer av P110 (Svenskt Vatten 2019). I figur 8 redovisas resultatet av att belasta planområdet med en regnvolym motsvarande 150 millimeter. I analysen gäller även antagandet att ledningsnätet inte leder bort något dagvatten samt att infiltration på genomsläppliga ytor inte sker.

Den översiktliga analysen av skyfallsscenario har utförts med hjälp av verktyget SCALGO Live som används för att analysera höjddata ur ett ytvattenperspektiv. I analysen ligger både terrängdata och vattenvolymer till grund för att identifiera vilka områden som riskerar att översvämmas då en given mängd vatten avrinner på markytan. SCALGO Live är ett bra verktyg i tidiga planeringsskedet för att ge ett övergripande scenario, men bör inte användas för detaljprojektering.

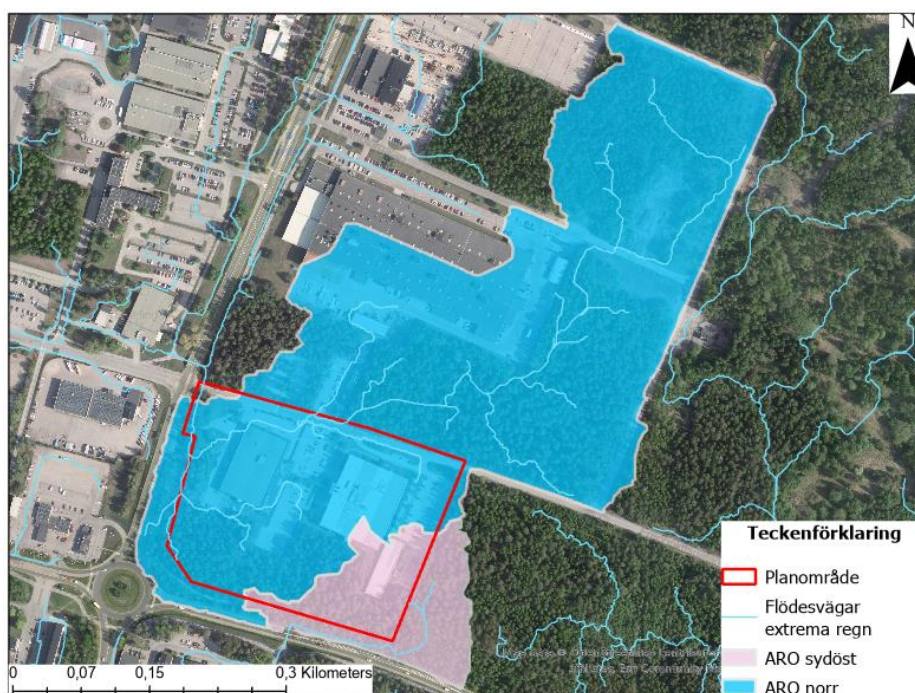
I figur 8 visas lågpunkter och ytliga flödesvägar inom planområdet vid dessa händelser. Dagvattnet inom området rinner vid kraftiga regn (då dagvattensystemen är fyllda) ytligt generellt i västlig riktning. En liten del av planområdet avrinner i östlig riktning. Inom planområdet finns idag några lågpunkter där vatten vid kraftiga regn kan ställa sig. Vid den västra plangränsen finns en lågpunkt där vattnet kan bli stående till ett djup om 1,2 meter. Dagvattnet från båda avrinningsområdena leds ytligt efter att det lämnat planområdet till två olika gång- och cykelunderfarter. Det är idag oklart om gång- och cykelunderfarten under Lugna gatan kommer vara kvar i framtiden.

I rapporten föreslås dagvattenanläggningar inom området för omhändertagande av dagvatten upp till ett 20-årsregn. Vid extrema regn kommer dagvattnet tas omhand i dessa anläggningar tills kapaciteten överskrids och därefter genom ytavrinning ledas vidare ut genom området. Idag finns ingen fördröjning förutom de naturliga lågpunkterna. Vid byggnation av området kommer de naturliga lågpunkterna att byggas bort och bytas bort mot anlagda fördröjnings- och reningsanläggningar. Dagvattnet avleds ytligt vid kraftiga regn till två gång- och cykeltunnlar före det eventuellt leds vidare mot recipienten. Den eventuella ökningen av dagvatten som bebyggelsen bidrar med antas inte kunna påverka omkringliggande bebyggelse i någon större utsträckning.

I dagsläget avvattnas planområdet i två avrinningsområden. I Figur 9 visas avrinningsområdena.

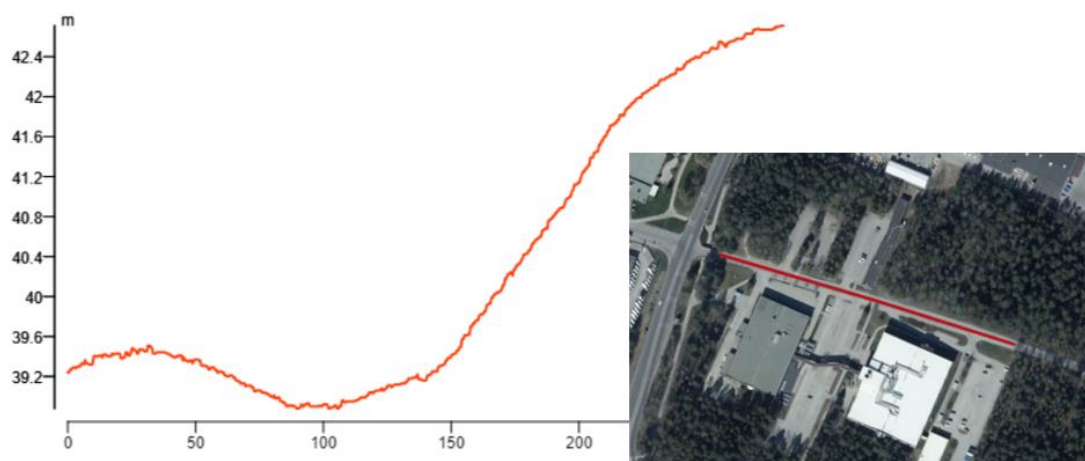


Figur 8. Lågpunkter och ytliga flödesvägar vid kraftiga regn (SCALGO Live, 2023).

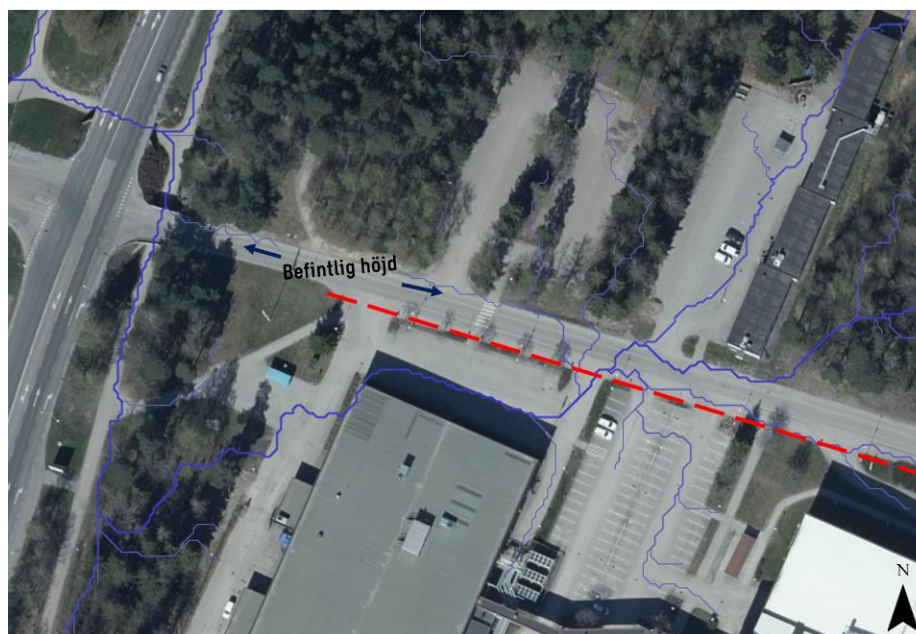


Figur 9. Avrinningsområdena (blått och rosa område) inom planområdet, som är markerat med röd linje. Blå linjer visar ytliga flödeslinjer vid extrema regn. (SCALGO Live, 2023)

Vid höjdsättning inom planområdet behöver man i den norra delen säkerställa att dagvatten från uppströms liggande områden inte rinner in i planområdet. Dagvattnet bör i stället följa Fredholmsgatan. I slutet på Fredholmsgatan finns dock en höjd (högsta punkt +39,49) som hindrar vattnet från att rinna direkt ner mot Lugna gatan. I Figur 10 visas en profil över Fredholmsgatan. I Figur 11 visas rinnvägarna utifrån befintlig höjdsättning samt den sträcka där man genom höjdsättning behöver förhindra att dagvatten vid kraftiga regn kan ledas in i planområdet.



Figur 10. Profil över Fredholmsgatan där det före korsningen mot Lugna gatan finns en höjd (SCALGO Live, 2022).



Figur 11. Rinnvägar (utifrån befintlig tillgänglig höjdsättning) vid kraftiga regn. Röd markering visar den sträcka där höjdsättningen behöver säkerställa att vattnet inte kan ta sig in i planområdet. (SCALGO Live, 2022)

4.2 Beräkningar

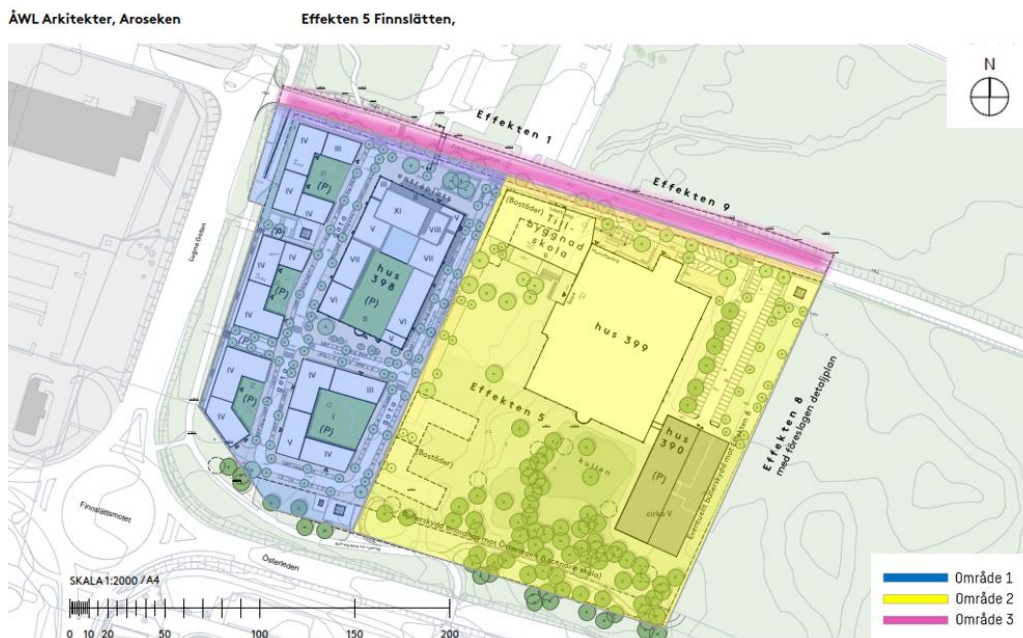
Beräkning av dagvattenflöden, fördröjningsvolym och föroreningsbelastning utfördes med hjälp av den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac (v23.2.2) Modellen är ett planeringsverktyg där översiktliga beräkningar av flöden och koncentrationer av olika föroreningar kan utföras. Nödvändiga indata består av nederbördsdata samt det aktuella områdets area och markanvändning. Till beräkningarna nyttjar modellen schablonhalter av föroreningar baserade på flödesproportionell provtagning.

4.2.1 Indata

Årsnederbörden som använts till beräkningar av föroreningar är den verkliga nederbörden 593 mm, vilket innebär årsmedelnederbörd för SMHI:s station "Västerås" korrigerad med en faktor 1,1 avseende olika mätfel såsom vind-, avdunstning- och vätningsförlust.

Beräkningarna av dimensionerande dagvattenflöden från exploateringsområdet gjordes utifrån ett regn med en återkomsttid på 10 år. En klimatkfaktor på 1,25 har använts vid beräkningen av nederbördsintensitet efter exploatering. Flöden beräknas med hjälp av rationella metoden (flöde = reducerad area x nederbördsintensitet x klimatkfaktor). Rinntiden både före och efter exploatering beräknas till 10 minuter.

Beräkningarna inom planområdet delas upp och utförs separat för de två fastigheterna, (västra) och (östra) samt Fredholmsgatan.



Figur 12. Områdesindelning för fastigheten Effekten 5 där område 1 (västra) är flerbostadsbebyggelse, område 2 (östra) möjliggör bostäder/ skolområde/ kontor och område 3 utgörs av Fredholmsgatan. Ritningsunderlag: Situationsplan av AWL Arkitekter.

Antagna rinnsträckor och vattenhastigheter för område 1 (västra), område 2 (östra) och område 3 (Fredholmsgatan) redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Rinnsträckor och vattenhastigheter inom planområdet före och efter exploatering.

	Rinnsträcka (m)	Vattenhastighet (m/s)
Område 1 (västra)		
Före exploatering	200	1,0 (ledning)
Efter exploatering	200	1,0 (ledning)
Område 2 (östra)		
Före exploatering	200	1,0 (ledning)
Efter exploatering	200	1,0 (ledning)
Område 3 (Fredholmsgatan)		
Före exploatering	300	0,5 (dike)
Efter exploatering	300	0,5 (dike)

I Tabell 3, Tabell 4 och Tabell 5 visas vilka typer av markanvändning som använts i StormTac. Vid beräkningarna har generella värden använts för respektive markanvändning.

Tabell 3. Markanvändningar för **område1 (västra)** före och efter exploatering.

Markanvändning	Avrinningskoeff.	Före exploatering (ha)	Efter exploatering (ha)
Skogsmark	0,1	1,17	0,06
Kontorsområde	0,5	0,96	-
Flerbostadshusområde	0,45	-	2,07
Total area		2,13	2,13
Reducerad area		0,6	0,9

Tabell 4. Markanvändningar för **område 2 (östra)** före och efter exploatering.

Markanvändning	Avrinningskoeff.	Före exploatering (ha)	Efter exploatering (ha)
Skogsmark	0,1	1,52	-
Parkering/Asfalt	0,8	1,3	0,6
Takytta	0,9	0,62	1,1
Gårdsytta	0,45	-	1,74
Total area		3,44	3,44
Reducerad area		1,75	2,25

Tabell 5. Markanvändningar för **område 3 (Fredholmsgatan)** före och efter exploatering.

Markanvändning	Avrinningskoeff.	Före exploatering (ha)	Efter exploatering (ha)
Gata	0,8	0,29	0,26
Gräsyta	0,1	0,15	0,06
Gång och cykelväg	0,8	-	0,12
Total area		0,44	0,44
Reducerad area		0,25	0,31

4.2.2 Dagvattenflöden och behov av fördröjning

Beräknade dimensionerande flöden ut från fastigheterna vid ett 10-årsregn med en klimatfaktor på 1,25 samt fördröjningsbehov redovisas i Tabell 6, och Tabell 8.

Tabell 6. Dimensionerande flöden före och efter exploatering för **område 1 (västra)**. Dimensionerande fördröjningsvolym (224 m^3) fås vid en regnvaraktighet på 80 min. (StormTac, 2023)

10-årsregn	Före exploatering	Efter exploatering
Dimensionerande flöde (l/s)	140	270
Maximalt utflöde* (l/s)	-	32
Fördröjningsbehov* (m^3)	-	135

* För att uppnå ett utflöde som inte överstiger 15 l/s, ha vid en regnvaraktighet på 10 min.

Tabell 7. Dimensionerande flöden före och efter exploatering för **område 2 (östra)**. Dimensionerande fördröjningsvolym (640 m³) fås vid en regnvaraktighet på 120 min. (StormTac, 2023)

10-årsregn	Före exploatering	Efter exploatering
Dimensionerande flöde (l/s)	430	640
Maximalt utflöde* (l/s)	-	48
Fördröjningsbehov* (m ³)	-	351

* För att uppnå ett utflöde som inte överstiger 15 l/s, ha vid en regnvaraktighet på 10 min.

Tabell 8. Dimensionerande flöden före och efter exploatering för **område 3 (Fredholmsgatan)**. Dimensionerande fördröjningsvolym (50 m³) fås vid en regnvaraktighet på 45 min. (StormTac, 2023)

10-årsregn	Före exploatering	Efter exploatering
Dimensionerande flöde (l/s)	43	74
Maximalt utflöde* (l/s)	-	13
Fördröjningsbehov* (m ³)	-	35

* För att uppnå ett utflöde som inte överstiger 15 l/s, ha vid en regnvaraktighet på 10 min.

4.2.3 Modellerade föroreningsmängder och halter

Resultatet från StormTac-modelleringen har sammanställts i Tabell 9 och Tabell 10 för att jämföra föroreningshalter i utgående dagvatten. Modelleringen visar att belastningen av alla ämnen utom kväve, fosfor och kadmium minskar efter exploateringen. Modelleringen visar att inga riktvärden överskrids, varken före eller efter exploatering. Det skall dock sägas att det finns en osäkerhet i modelleringar av dessa slag och att föroreningssituationen inom samma typ av markanvändning kan variera mycket.

Tabell 9. Föroreningshalter för planområdet före och efter exploatering.

Ämne	Enhet	Riktvärde	Före exploatering	Efter exploatering (före rening)
P	µg/l	250	130	170
N	µg/l	3500	1500	1700
Pb	µg/l	15	17	9,1
Cu	µg/l	40	23	20
Zn	µg/l	150	82	58
Cd	µg/l	0,5	0,47	0,44
Cr	µg/l	25	8,9	6,9
Ni	µg/l	30	8,4	6,1
Hg	µg/l	0,1	0,044	0,025
SS	µg/l	100 000	79 000	53 000
Oil	µg/l	1000	550	410
PAH16	µg/l	-	1,5	0,89
BaP	µg/l	0,1	0,048	0,024

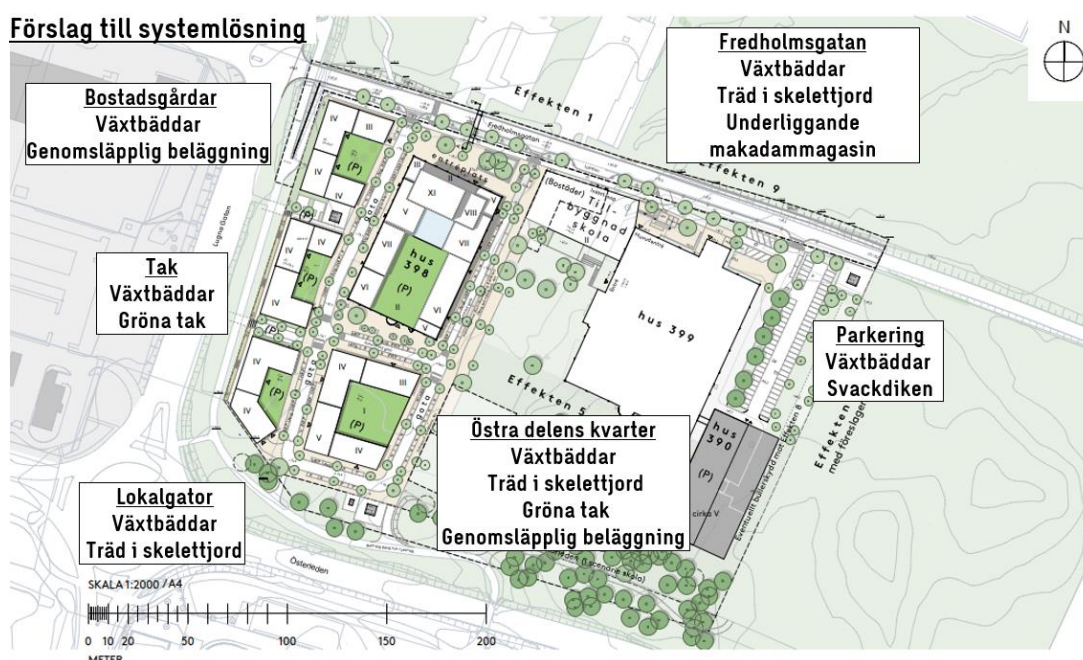
Ur dagvattenkvalitetsperspektiv är även viktigt att studera föroreningsmängder som når recipienten på årsbasis. Modellerade föroreningsmängder före och efter exploateringen presenteras i Tabell 10.

Tabell 10. Föroreningsmängder i dagvattnet före och efter exploatering utan renande åtgärder.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering (före rening)
P	kg/år	2,6	3,7
N	kg/år	30	37
Pb	kg/år	0,33	0,19
Cu	kg/år	0,45	0,42
Zn	kg/år	1,6	1,2
Cd	g/år	9,2	9,4
Cr	kg/år	0,18	0,15
Ni	kg/år	0,16	0,13
Hg	g/år	0,86	0,53
SS	kg/år	16 00	1100
Oil	kg/år	11	8,7
PAH16	kg/år	0,030	0,019
BaP	g/år	0,95	0,52

5 Förslag till hantering av dagvatten

Beräkningar av dagvattenflöden och föroreningsbelastning visar att dagvatten från planområdet behöver fördröjas och renas för att nå de krav som definierats ur dagvattensynpunkt. Åtgärderna behöver sträva efter att uppnå ett utflöde från planområdet som uppgår till maximalt 15 l/s, ha, vid ett 10-årsregn med klimatkfaktor 1,25. Den totala fördröjningsvolymen som behövs för att uppnå rekommendationerna är 135 m³ för område 1 (västra), 331 m³ för område 2 (östra) och 35 m³ för område 3 (Fredholmsgatan). För att föroreningskoncentrationerna för den antagna markanvändningen inte ska öka efter exploatering och riskera att bidra till att MKN för recipienten inte uppnås krävs rening av dagvattnet. I Figur 13 visas översiktligt förslag till systemlösning.



Figur 13. Översiktliga förslag till systemlösning inom Effekten 5. Ritningsunderlag: Situationsplan AWL Arkitekter.

Bebyggelsen inom planområdet planeras utformas med en stadskänsla. Dagvattenhanteringen har med anledning av detta anpassat förslagen till lösningar.

Område 1 (västra)

Inom område 1, flerbostadsbebyggelse, föreslås hantering av dagvatten från takytorna i upphöjda eller nedsänkta växtbäddar. Takytorna kan även anläggas med sedumtak (gröna tak) för att minska dagvattenflödena som avrinner från taken. Dagvattnet från bostadsgårdarna kan hanteras i nedsänkta växtbäddar och med genomsläpplig beläggning. Växtbäddar kan också anläggas på de bostadsgårdar som ligger på bjälklag.

Dagvatten från lokalgatorna föreslås renas och fördröjas i nedsänkta växtbäddar eller träd i skelettjord. Den största delen föroreningar förväntas komma från körbara ytor och markparkeringar. Fokus på rening bör därför läggas på dessa ytor.

Ifall hela den erforderliga fördröjningsvolymen på 135 m³ för område 1 fördröjs i växtbäddar med en antagen reglervolym om 0,2 m behövs en total yta med växtbäddar om 675 m². Kombinerats växtbäddarna med skelettjord under anläggningarna kan en större volym tas omhand och ytbehovet ovan mark minskar.

Område 2 (östra)

Inom område 2, Östra delens kvarter, föreslås hantering av dagvatten genom nedsänkta växtbäddar och infiltration i genomsläppliga beläggningar. Dagvatten från taken kan tas omhand i nedsänkta- eller upphöjda växtbäddar. För att minska flödena från taken kan takytorna anläggas som sedumtak. Fördröjningsbehovet från område 2 med vanliga takytor är 351 m³. Anläggs tillbyggnaden och påbyggnaden med sedumtak fås ett fördröjningsbehov inom område 2 på 331 m³.

Inom östra delens kvarter planeras en yta för parkering. Det är ännu inte fastställt om det kommer vara markparkering eller parkeringshus. Anläggs en markparkering föreslås rening och fördröjning i nedsänkta växtbäddar. Ett parkeringshus föreslås anläggas utan brunnar. Detta innebär att dagvattnet som följer med bilarna in i garaget dunstar i stället för att ledas bort. Vid behov sopas golven för att samla upp föroreningar.

Om hela den erforderliga fördröjningsvolymen på 351 m³ (vanliga takytor) respektive 331 m³ (sedumtak) för område 2 fördröjs i växtbäddar med en antagen reglervolym om 0,1 m behövs en total yta med växtbäddar om 3 510 m² respektive 3 310 m². Kombinerats växtbäddarna med skelettjord under anläggningarna kan en större volym tas omhand och ytbehovet ovan mark minskar. Om alternativet med skola blir aktuellt behöver detta tas hänsyn till vid utformning av växtbäddarna med hänsyn till säkerheten. Genom att anlägga exempelvis galler på växtbädden ökas säkerheten.

Inom området kan parkeringsytans storlek komma att ändras. I område 2 uppgår planerad parkeringsyta till cirka 3 000 m². För att klara av att uppnå VA-huvudmannens (Mälarenergi) flödeskrav vid 10-årsregn på maximalt 15 l/s, ha, krävs en total fördröjningsvolym av 0,03 m³ per m².

Område 3 (Fredholmsgatan)

För område 3, Fredholmsgatan, föreslås hantering av dagvatten i de planerade grönzonerna i gatusektionen. Anläggningar som kan användas är exempelvis växtbäddar och träd i skelettjord. Växtbäddarna går också att kombinera med underliggande makadammagasin.

Om den södra delen av Fredholmsgatan (längd cirka 300 m) som ingår i planområdet anläggs med växtbäddar med en bredd av 3,3 m fås en tillgänglig fördröjningsvolym om 198 m³ om reglervolymen sätts till 0,2 m. På den andra sidan (norra sidan) anläggs förslagsvis brunnar som leder vattnet under gatan till dessa bäddar.

Det är i nuvarande skede viktigt att man vid arbetet med utformningen av området tar hänsyn till att det behövs plats för dagvattenanläggningar inom de olika områdena.

5.1 Växtbäddar (Rain gardens)

Växtbäddar är planteringsytor som renar och fördröjer dagvatten samt bidrar till en fin gestaltning. Reglerhöjden som ligger mellan växtbäddens överkant och jordytan avgör vilken fördröjningsvolym som kan erhållas. I växtbäddarna kan träd, gräs och olika växter planteras.

Rening sker när dagvattnet filtreras genom jordlagren samt via upptag av dagvatten från växterna. Växterna i planteringsytan bidrar både med att upprätthålla infiltrationskapaciteten samt att rena dagvattnet. Anläggningsdjupet är minst 1 meter.

Underhåll sker löpande genom växtskötsel och rensning av ogräs. Rensning och tömning av sediment vid inlopp och breddavlopp alternativt i sedimentfång görs regelbundet. Med tiden minskar genomsläppligheten då föroreningarna ackumuleras i växtbädden. Detta kan åtgärdas genom att det översta lagret byts ut eller luckras upp. I Figur 14 visas exempel på utformning av växtbäddar.



Figur 14. Exempelbilder på växtbäddar.

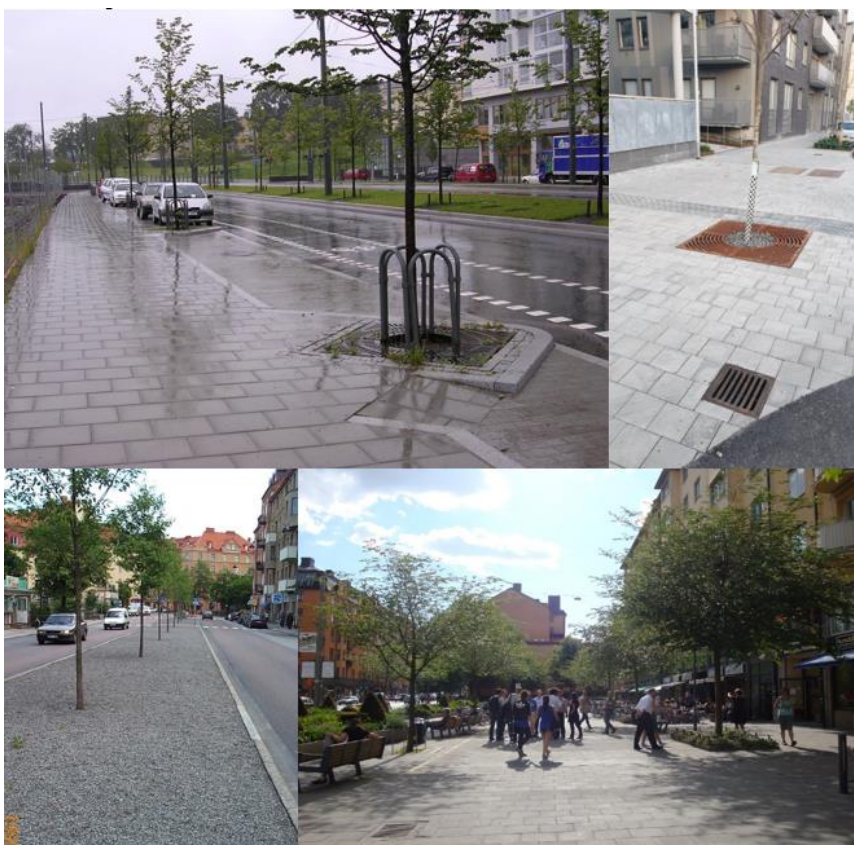
5.2 Träd i skelettjord

För att rena och fördröja dagvatten från vägar och gator kan träd i skelettjordar användas. Skelettjord är ett magasin under markytan med en blandning av makadam och jord och passar bra in i stadsmiljön. I skelettjorden kan träd planteras. Rening sker när vattnet filtreras genom jordlagren, vid upptag av vatten via träden samt sedimentation på botten av skelettjorden. Anläggningen bidrar till att förhöja gatornas estetiska intryck och göra dagvattnet till en del av den urbana gestaltningen.

Genom att leda dagvatten till träd i skelettjordar reduceras också risken för att träden torkar, vilket ofta kan utgöra ett problem för träd som planteras i en hårdjord miljö.

Med skelettjord är ytan som krävs ovan jord för dagvattenhanteringen liten, vilket är bra om det är ont om plats för dagvattenhantering i gatusektionen. Dock behövs plats för trädkronan.

Anläggs skelettjorden under tät beläggning behöver rensning av brunnar ske regelbundet för att inte riskera igensättning. Genom brunnarna sker också syresättningen av skelettjorden. Är föroreningsbelastningen stor kan jorden behöva bytas ut med jämna mellanrum. I Figur 15 visas exempel på träd i skelettjordar.



Figur 15. Exempelbilder för träd i skelettjordar.

5.3 Sedumtak

Sedumtak används för att fördröja dagvatten på takytor. Växtligheten och jordlagren magasinerar och tar upp nederbörden. Metoden är främst effektiv för att fördröja de mindre regnen. Hur stor andel som kan tas omhand är beroende av tjocklek, växtlighet och taklutning. En låg lutning innebär en större förmåga att hålla dagvattnet.

Taken är uppbyggda i flera skikt med ett underliggande dräneringslager. Dagvattnet som inte tas upp i jordlagren leds bort via dräneringslagret.

Löpande underhåll görs genom kontroll av stuprör, hängrännor och dräneringsstrukturer. Under etablering kan behov av bevattning och kompletterande planering finnas. I Figur 16 visas exempel på ett sedumtak.



Figur 16. Exempelbild på sedumtak.

6 Påverkan på uppfyllnad av miljö kvalitetsnormer för ytvatten

Ytvattens tillstånd klassificeras enligt EU:s vattendirektiv med avseende på ekologisk status och på kemisk ytvattenstatus. Kvalitetskraven (miljö kvalitetsfaktorerna) för ytvatten ska fastställas så att tillståndet i vattenförekomsterna inte försämras (förordning 2015:516), det så kallade icke-försämringskravet. Det innebär att ingen enskild kvalitetsfaktor får försämras även om det inte leder till att statusen försämras med avseende på den sammanvägda statusen. Miljö kvalitetsnormerna (MKN) för vattenkvalitet gäller för vattenförekomsten som helhet.

I Tabell 11 visas modellerade föroreningsmängder för området efter att dagvattnet renats i växtbäddar (med förutsättning att allt dagvatten från planområdet renas).

Tabell 11. Föroreningsmängder före och efter exploatering (före och efter rening i växtbäddar).

Kg/År	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Före exploatering	2.6	30	0.33	0.45	1.6	0.0092	0.18	0.16	0.00086	1600	11	0.030	0.00095
Före rening	3.7	37	0.19	0.42	1.2	0.0094	0.15	0.13	0.00053	1100	8,7	0.019	0.00052
Efter rening	2.2	25	0.056	0.24	0.34	0.0020	0.082	0.035	0.00028	420	3.4	0.0037	0.00011

Efter rening förväntas föroreningsmängderna från planområdet att minska med ca 32–82 procent. Dock kan reningseffekten för de olika anläggningarna variera mycket beroende på platsens förutsättningar samt anläggningens utformning och skötsel.

De föreslagna åtgärderna reducerar föroreningar i dagvatten. Utifrån ovanstående värden i Tabell 11 bedöms föroreningsutsläpp ifrån planområdet kunna minska efter exploatering, om de föreslagna dagvattenanläggningarna implementeras och underhålls regelbundet för att upprätthålla deras funktion. Vattnet från planområdet kommer att renas innan det släpps från området och föroreningarna från området utgör en mycket liten del av den totala mängden från recipientens hela avrinningsområde. Det bedöms därför att möjligheterna att uppnå MKN inte kommer försämrats efter planerad exploatering.

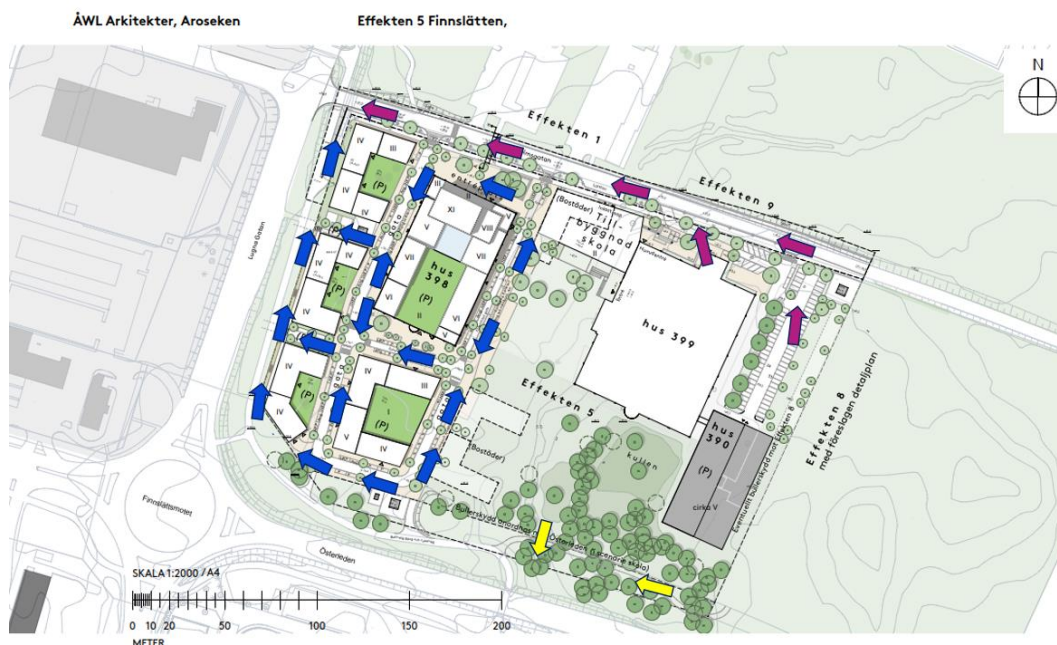
Förutom fördelarna inom avrinningshantering (såsom rening och fördröjning) kan de föreslagna lösningarna bidra med en positiv inverkan på områdets estetiska värden och även bibehållande och möjlighet till ökning av områdets biodiversitet. Dessutom kan lösningarna bidra till gynnande av fler ekosystem i enlighet med handlingsplanen för dagvatten (Västerås 2023b). Förslagsvis kan hänsyn tas till detta redan vid utformandet av dagvattenanläggningarna och gestaltningen av omkringliggande område.

6.1 Principiell höjdsättning och skyfallshantering (100-årsregn)

Vid skyfall (100-årsregn) ska vattnet från utredningsområdet kunna ledas via sekundära avledningssystem ut från området så att byggnader inte skadas. Inom utredningsområdet behöver höjdsättningen anpassas så att vattnet vid extremregn leds bort från byggnaderna. För att vatten inte ska orsaka skada på byggnaderna behöver dessa anläggas minst 0,2 meter högre än angränsande gator eller andra skyfallsvägar. Förslag på höjdsättning har utgått ifrån nuvarande höjdsättning av Fredholmsgatan och befintliga GC-tunnlar. Det är idag oklart om GC-tunnlarna nordväst om planområdet kommer att finnas kvar eller om GC-banan kommer ligga i marknivå.

Idag leds dagvatten vid skyfall in i planområdet (se avsnitt 4.1). Ansvariga för höjdsättningen har angivit förslag till nya höjder för Fredholmsgatan för att dagvatten ska kunna avrinna via gatan utan att rinna in i aktuella planområde.

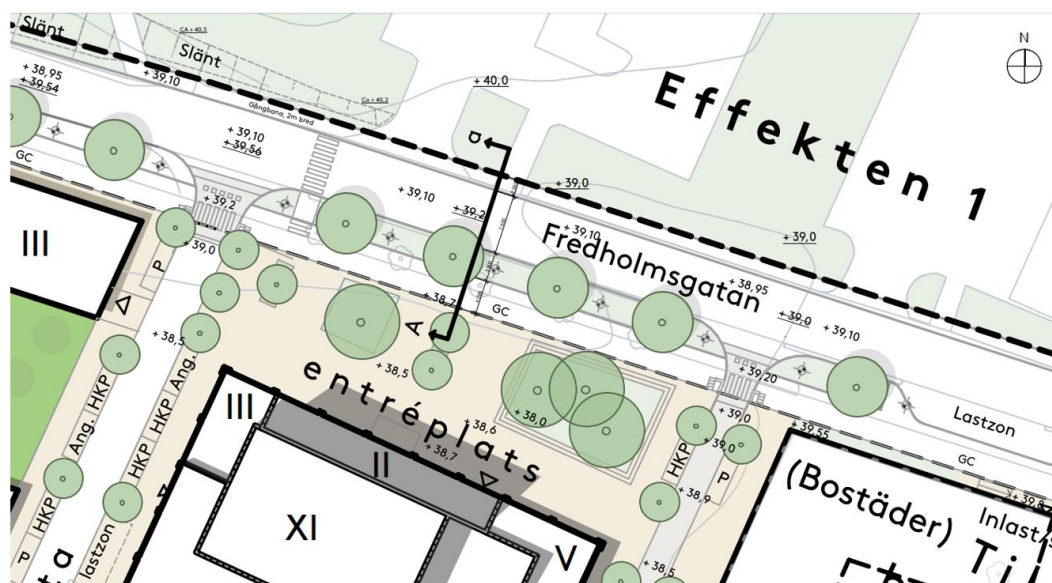
I Figur 17 visas översiktligt förslag till sekundär avrinning inom utredningsområdet vid extrema regn (100-årsregn med klimatfaktor 1,25) då dagvattensystemen är fulla (kapaciteten överskrids).



Figur 17. Förslag till sekundära avrinningsvägar vid skyfall (100-årsregn) då det allmänna dagvattennätet är fullt. Rosa pilar avleds via Fredholmogatan, blå och gula pilar avleds till befintliga GC-tunnlar. Ritningsunderlag: Situationsplan AWL Arkitekter.

För de delar av planområdet som vid skyfall avleds till Fredholmogatan (rosa pilar i Figur 17) behöver bebyggelsen ligga minst 0,2 m över den befintliga höjdpunkten (+39,49) i gatan. Det ger en nivå på färdigt golv på minst +39,69 m. Om höjdsättningen av gatan ändras måste kravet på höjdsättningen av färdigt golv ses över. Planerad höjdsättning har +39,15 som högsta höjd ut från området i väster, vilket innebär att lägsta nivån för färdigt golv får ligga på minst +39,35. Färdig golvnivå måste anpassas efter gatans höjder utifrån byggnadernas placering längs med hela sträckningen. Dagvattnet från Fredholmogatan föreslås ledas ut i korsningen Fredholmogatan/Lugnagatan/Wijkmansgatan för att sedan ledas vidare på Wijkmansgatan och Betonggatan.

Enligt föreslagen höjdsättning av Fredholmogatan finns speciellt ett ställe där man i senare skede behöver säkerställa att vattnet från Fredholmogatan inte rinner in på entréplatsen (Figur 18). Detta kan exempelvis säkerställas genom kantstöd.



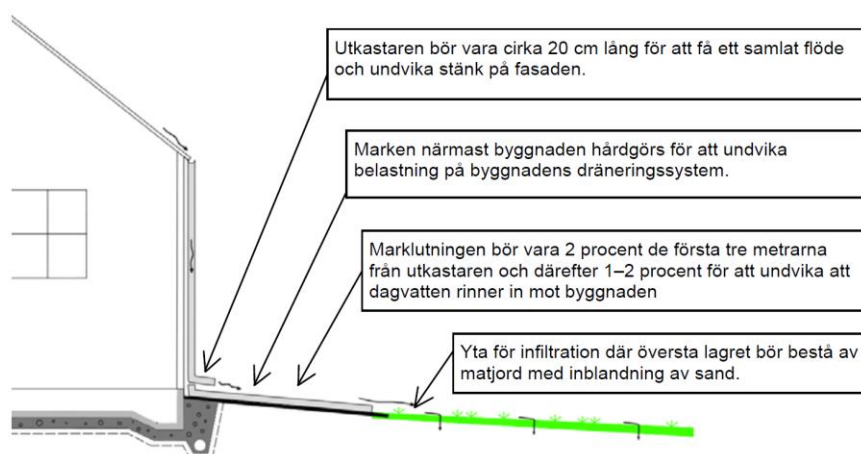
Figur 18. Föreslagna höjder på del av Fredholmsgatan.

För de delar (blå pilar i Figur 17) av planområdet som vid skyfall leds mot GC-tunnlarna i nordväst behöver färdig golvnivå ligga 0,2 m över nivån +37,70 där dagvattnet rinner över höjdpunkten ner mot GC-tunneln (vid nivån +37,32 rinner dagvattnet vidare från GC-tunneln till Wijkmansgatan). Nivån för färdigt golv behöver då minst ligga på nivån +37,90 m. Dagvattnet rinner vidare från GC-tunneln via Wijkmansgatan till Betonggatan och till fördröjningsytan.

En liten del av planområdet leds vid skyfall till GC-tunneln söder om planområdet (gula pilar i Figur 17). Dagvattnet rinner ut ur tunneln vid nivån +40,55. I anslutning till det planerade parkeringshuset finns en befintlig lågpunkt. Dagvattnet rinner vidare från lågpunkten vid nivån +42,91 m. För att säkerställa att parkeringshuset inte ska översvämmas krävs att färdigt golv ligger 0,2 m över nivån +42,91 m, vilket ger en nivå +43,11.

En väl utformad och genomtänkt höjdsättning av området är en förutsättning för att minimera risken för att skador på bebyggelse ska uppstå vid händelse av kraftiga regn. Med en planerad höjdsättning kan det säkerställas att vattnet inom området vid behov styrs till platser där det orsakar minst skada vid extrema nederbördshändelser. Utifrån planerad höjdsättning och föreslagna skyfallsvägar anses dagvattnet vid skyfall kunna avledas från området utan att orsaka översvämningar.

Höjdsättning i anslutning till husfasader bör utformas enligt Figur 19. Detta motsvarar en utkastare på cirka 20 centimeter samtidigt som marken närmast fasad hårdgörs i syfte att undvika belastning på byggnadens dräneringsystem. Marklutningen rekommenderas till 2 procent de första tre metrarna från utkastaren och därefter cirka 1–2 procent för att inte riskera att dagvatten rinner in mot byggnaden.



Figur 19. Principiell höjdsättning enligt Alm och Pirard (2014).

Placeringen av byggnaderna måste tillåta att dagvattnet kan ta sig bort från utredningsområdet utan att instängda områden skapas. Skapas instängda områden kan lokala översvämningar ske vid kraftiga regn.

6.2 Rekommendationer för fortsatt arbete relaterat till dagvattenhantering

Vid planens genomförande är det viktigt att åtgärder för dagvatten följs upp och implementeras inom planområdet. Plats för reningsanläggningar behöver reserveras i plankartan. Föreslagna dagvattenlösningar behöver utredas ytterligare för att säkerställa genomförbarheten utifrån områdets förutsättningar. Ansvaret för drift och underhåll behöver också klargöras för dagvattenanläggningarna.

Vid arbetet med en detaljplan är det grundläggande att reglera den markanvändning som krävs för att möjliggöra föreslagen dagvattenhantering. Detta omfattar normalt att reservera mark som behövs för dagvattenanläggningar och sekundära avrinningsvägar, fastslå marknivåer samt i den mån det är nödvändigt att begränsa bebyggelse eller markytans utformning. Nedan ges förslag på planbestämmelser som bör implementeras inom planområdet.

- Färdigt golv anläggs minst 0,2 m över angränsande skyfallsvägar
- Höjdsättning av skyfallsvägar säkerställs
- Plats för dagvattenanläggningar reserveras

7 Litteraturförteckning

Eniro, 2023. Eniro Kartvisare. Tillgänglig via:

<https://kartor.eniro.se/?c=59.622457,16.552277&z=12&q=%22v%C3%A4ster%C3%A5s%22;geo>

Fornsök, 2022. Fornsök fornlämningsvisare. Tillgänglig via:

<https://app.raa.se/open/fornsok/>

Länsstyrelsen, 2022. Länsstyrelsens webbgis. Tillgänglig via: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=7807aad2ab547798a2918cf2433c0f3>

Mälarenergi, 2022. Ledningskarta dagvatten.

Svenskt Vatten, 2019. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Utgåva 2

Sveriges Geologiska Undersökning, 2023. Kartvisare, jordarter. Tillgänglig via

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

VISS 2023 Vatteninformationssystem Sverige. *Svartån: mellan Västeråsfjärden/Mälaren och "Skultuna"*. Tillgänglig via

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA28658403>

Västerås stad 2023a. Dagvattenpolicy för Västerås stad. Tillgänglig via

<https://www.vasteras.se/download/18.5e8d74b614b07e41ca61029e/1687256052269/Dagvattenpolicy.pdf>

Västerås stad 2023b. Västerås stads handlingsplan för dagvatten 2022-2027.

<https://www.vasteras.se/download/18.5e8d74b614b07e41ca6102a0/1687256128630/Handlingsplan%20f%C3%B6r%20dagvatten%20i%20V%C3%A4ster%C3%A5s.pdf>

ÅWL, 2023. Situationsplan och gatusektion Fredholmogatan.