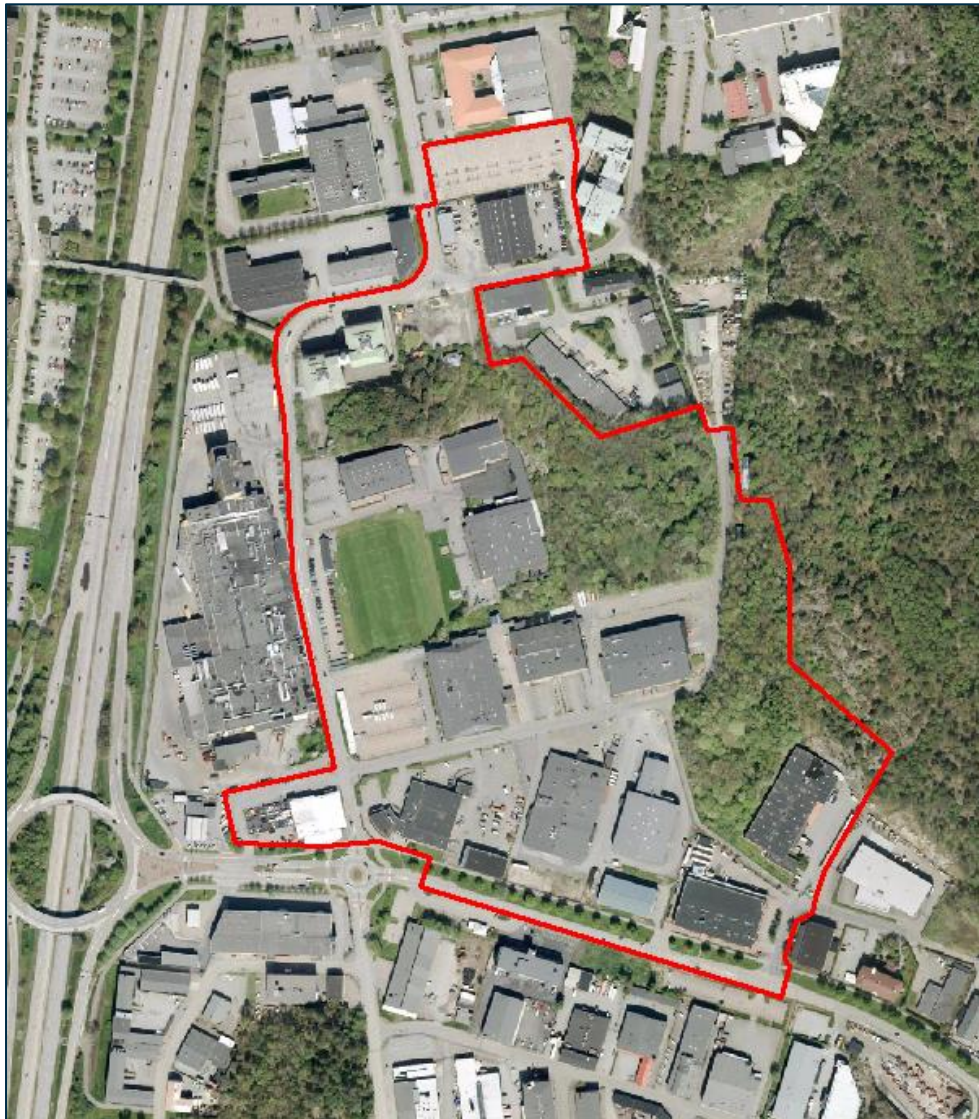


Dagvattenutredning Olof Asklunds gata



Stadsbyggnadskontoret,
Göteborgs Stad

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas



Dagvattenutredning Olof Asklunds gata

Framtagen för
Kontaktperson

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad
Patrik Glansholm



Högsbo, Stadsutveckling vid Olof Asklunds Gata

Projektledare	Maria Roldin
Kvalitetsansvarig	Cecilia Wennberg
Handläggare	Steve Berggreen-Clausen, Fredrik Bergh

Uppdragsnummer	12803546
Godkänd datum	2017-04-25
Version	1.0
Klassificering	Öppen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte	5
1.3	Uppdragsbeskrivning	5
2	Förutsättningar och befintliga förhållanden.....	7
2.1	Områdesbeskrivning	7
2.2	Beskrivning av framtida exploatering	8
2.3	Markförhållanden	9
2.4	Befintligt dagvattensystem	10
2.5	Dimensionerande flöden och magasinsvolym	11
2.6	Miljökvalitetsnormer för recipienten	12
2.7	Föroreningar och recipientstatus	15
2.8	Dimensioneringskrav med avseende på översvämningsrisker	15
3	Metodik och antaganden	19
3.1	Beräkning av ytor	19
3.2	Flödes- och volymberäkningar	19
3.3	Föroreningsberäkningar	19
3.4	Ytavrinning vid extrem nederbörd	20
4	Resultat och diskussion	21
4.1	Markanvändning före och efter exploatering	21
4.2	Dimensionerande flöden och volym	23
4.3	Ytavrinning vid skyfall och rekommendationer för höjdsättning.....	26
4.3.1	Förslag till höjdsättning av parkmark	30
4.4	Åtgärdsförslag	31
4.4.1	Allmän mark	35
4.4.2	Kvartersmark	40
4.5	Föroreningsmängder före och efter exploatering.....	42
4.6	Påverkan på miljökvalitetsnormer för Stora ån	50
4.7	Kostnadsuppskattning.....	50
5	Sammanfattning och rekommendationer	53
5.1	Förslag på framtida utredningar	53
6	Referenser	54

FIGURER

Figur 1: Ortofoto och planområdesgräns.....	7
Figur 2: Planerad utformning av området, med de olika marktyperna digitaliserade i GIS. Indelning i kvarters- och allmän mark ses i figuren till höger.	8
Figur 3: Jordarter inom planområdet enligt Jordartskartan 1:25 000 (SGU, 2016) där gul yta motsvarar postglacial finlera, röd yta berg, ljusblå yta sandig morän och streckad yta (utanför planområdet) fyllnadsmaterial.	10
Figur 4: Befintliga dagvattenledningar inom planområdet.....	11

Figur 5: Översigtsbild över recipienten Stora åns avrinningsområde, inklusive Järnbrottsdamarna och havsviken Välen.....	13
Figur 6: Principskiss över Järnbrottsdammen.....	14
Figur 7: Vägledning av reningsbehov utifrån recipientens status och belastande marktyp, från "Reningskrav för dagvatten" (Göteborgs Stad, 2016).....	15
Figur 8: Riktlinjer vid höjdsättning av byggnader och vägar med avseende på översvämningsrisk.....	16
Figur 9: Översvämmade områden vid ett skyfall med 100 års återkomsttid. Röda polygoner markerar avrinningsområden inom planområdet, och lila linjer flödesvägar.....	17
Figur 10: Föroreningsämnen som ingår i underlaget till föroreningsberäkningarna, exempel från PM "Reningskrav för dagvatten" (Göteborgs Stad, 2016).....	20
Figur 11: Markanvändning inom planområdet före exploatering.....	21
Figur 12: Markanvändning inom planområdet efter exploatering.....	22
Figur 13: Total markanvändning före och efter exploatering	23
Figur 14: Beräknat översvämningsdjup (m) vid ett 100-årsregn, med identifierade avrinningsområden (röda polygoner) samt flödesvägar (lila linjer).	27
Figur 15: Beräknade översvämningsnivåer med den högsta nivån inom respektive översvämningsyta beskriven som plushöjd. De två parkområden som föreslås magasinera dagvatten vid skyfall har markerats med rött.	29
Figur 16: Översiktlig illustration av föreslagna dagvattenanläggningar, ytavrinningsvägar och anslutningar till befintligt ledningsnät. Blått område visar område som avvattnas till rörmagasin längs med Olof Askunds gata, medan gult område visar område som avvattnas till trädstråk med skelettjord längs med A Odhners gata. Nya ledningar har föreslagits och ritats in specifikt för vägdagvatten, medan dagvatten från kvartersmark föreslås ledas i separata ledningar för att inte belasta anläggningarna för vägdagvattnet.	32
Figur 17: Illustration av norra delen av planområdet, med plushöjder för trafikförslaget (röda) samt vattengång och markyta (svarta) för föreslagna anläggningar.	33
Figur 18: Illustration av södra delen av planområdet, med plushöjder för trafikförslaget (röda) samt vattengång och markyta (svarta) för föreslagna anläggningar.	34
Figur 19: Exempel på ett nyanlagt rörmagasin i Norrköping (SMHI, 2016).	36
Figur 20: Exempel på filterbrunn för rening av dagvatten av typen "Hydrosystem" (Rent Dagvatten, 2017).....	36
Figur 21: Trädrad längs med A Odhners gatan. Bild från Google Maps.....	37
Figur 22: Princip för utformning av ett biofilter (Svenskt Vatten, 2016).	38
Figur 23: Exempel på ett biofilter i vägmiljö (City of Victoria, 2017).....	39
Figur 24: Typlösning för makadammagasin invid trädstråk längs med A Odhners gata. Dagvatten tillförs makadammagasinet dels via ytan (exempelvis från A Odhners gata), dels via anslutande dagvattenledningar (Svenskt Vatten, 2013).	40
Figur 25: Exempel på utformning av ett biofilter på kvartersmark som visar hur anläggningen kan delas upp i mindre delanläggningar och integreras med grönytor (Vegtech, 2016).	41
Figur 26: Exempel på biofilter på förgårdsmark i form av en "upphöjd växtbädd", vilket ger en mer fuktsäker lösning än en nedgrävd växtbädd intill husgrunden (Vinnova, 2014).	42

TABELLER

Tabell 1: Avrinningskoefficienter som tilldelats de olika marktyperna.	19
Tabell 2: Hårdgjord yta [m ²] före och efter exploatering, magasinvolym utifrån 10 mm/m ² hårdgjord yta, samt flöden före och efter exploatering, samt efter exploatering och fördröjning för samtliga kvarter inom planområdet.....	24
Tabell 3: Maximala vattendjup i planerade parkområden vid ett 100-årsregn med 60 minuters varaktighet och klimatfaktor 1,25.	30
Tabell 4: Erforderlig form av rening utifrån planerad markanvändning.	43
Tabell 5: Rekommenderade minsta storlek på grön dagvattenanläggning beroende på marktyp.	43
Tabell 6: Ytbehov för rening samt nödvändigt effektivt djup för dagvattenanläggningar inom planområdet.....	44

Tabell 7: Föroreningshalter för olika markslag ($\mu\text{g/l}$) samt reningseffekt för föreslagna anläggningar (%) som har använts som indata i föroreningsberäkningarna, i relation till Miljöförvaltningens (MF) riktvärden och Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden.	46
Tabell 8: Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) före och efter exploatering innan rening, i relation till Miljöförvaltningens (MF) riktvärden och Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden.	47
Tabell 9: Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) före och efter exploatering med rening i föreslagna anläggningar, i relation till Miljöförvaltningens (MF) riktvärden och Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden. För ämnen markerade med asterisk (*) underskattas sannolikt koncentrationen, då reningseffekten är okänd.....	47
Tabell 10: Årsmängder (kg) för föroreningar i dagvatten från planområdet före och efter exploatering, samt efter exploatering och rening.....	49
Tabell 11: Summering av investeringskostnader för nya dagvattenanläggningar inom planområdet.	52
Tabell 12: Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) före och efter exploatering innan rening, i relation till Miljöförvaltningens (MF) riktvärden och Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden. För kvarter visas föroreningshalter efter exploatering, innan rening.....	57
Tabell 13: Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) före och efter exploatering med rening i föreslagna anläggningar, i relation till Miljöförvaltningens (MF) riktvärden och Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden. För kvarter visas föroreningshalter efter exploatering och rening.	59

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Detaljplanen "Detaljplan för bostäder vid stadsutveckling vid Olof Asklunds gata, i stadsdelen Högsbo.", dnr 1337/15, är för närvarande under framtagande i samband med att Göteborg byggs ut och förtätas med nya bostäder inom projektet "BoStad2021". Stadsbyggnadskontoret i Göteborgs Stad har i samband med planarbetet efterfrågat en dagvattenutredning för planområdet.

DHI har fått i uppdrag att utföra dagvattenutredningen för detta planområde som innefattar ca 1800 nya bostäder, med en första etapp innehållande ca 600 bostäder. Fastighetsbolaget Platzer vill omvandla befintlig industrimark till blandad bebyggelse med bostäder, verksamheter och småskalig handel. Syftet är också att utveckla och koncentrera Pågens verksamhet så att den kan samlokaliseras med bostäder och att planlägga delar av Pågens fastigheter. Gällande detaljplan anger industriändamål.

1.2 Syfte

Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram ett förslag på hur dagvattnet inom planområdet kan hanteras på ett hållbart sätt. Det innebär att bl.a. fördröjning, rening och avledning av skyfall ska studeras.

1.3 Uppdragsbeskrivning

Följande ska enligt anbudsförfrågan ingå och beskrivas i dagvattenutredningen (Göteborgs Stad, 2016):

- Förslagets påverkan på markavvattningsföretag.
- Befintliga förhållanden avseende avrinningsområden.
- Nuvarande problem, lågpunkter, utströmningsområden eller instängda områden olämpliga för byggnation.
- Ytor lämpliga för infiltration, fördröjning och rening.
- Lämpliga översvämningssytor vid skyfall.
- Lägen på eventuella befintliga ledningar inom området.
- Dimensionerande flöden för befintlig markanvändning.
- Dimensionerande flöden efter exploatering, utan respektive med fördröjning. Klimatfaktor 1,25 ska inkluderas.
- Föroreningsberäkningar före och efter exploatering (kg/år samt ug/l).
- Förslag till höjdsättning, grundprinciper enligt Svenskt Vattens P105.
- Förslag till metod och placering för avvattnings, fördröjning och rening samt ytanspråk.
- Föroreningsbelastning efter rening (kg/år samt ug/l), och jämförelse med Kretslopp och Vattens målvärden samt Miljöförvaltningens riktvärden.
- Exploaterings påverkan på miljö kvalitetsnormer för vatten.
- Fördröjning av skyfall och sekundära avrinningsvägar för regn med större volym än det dimensionerande regnet.
- Kontroll av riktlinjer för höjdsättning.
- Förslag till eventuella begränsningar för fortsatt planering.
- En jämförelse av nivå på drift- och underhållskostnader för föreslagna alternativ.
- En bedömning av investeringskostnad för föreslagna alternativ.

2 Förutsättningar och befintliga förhållanden

2.1 Områdesbeskrivning

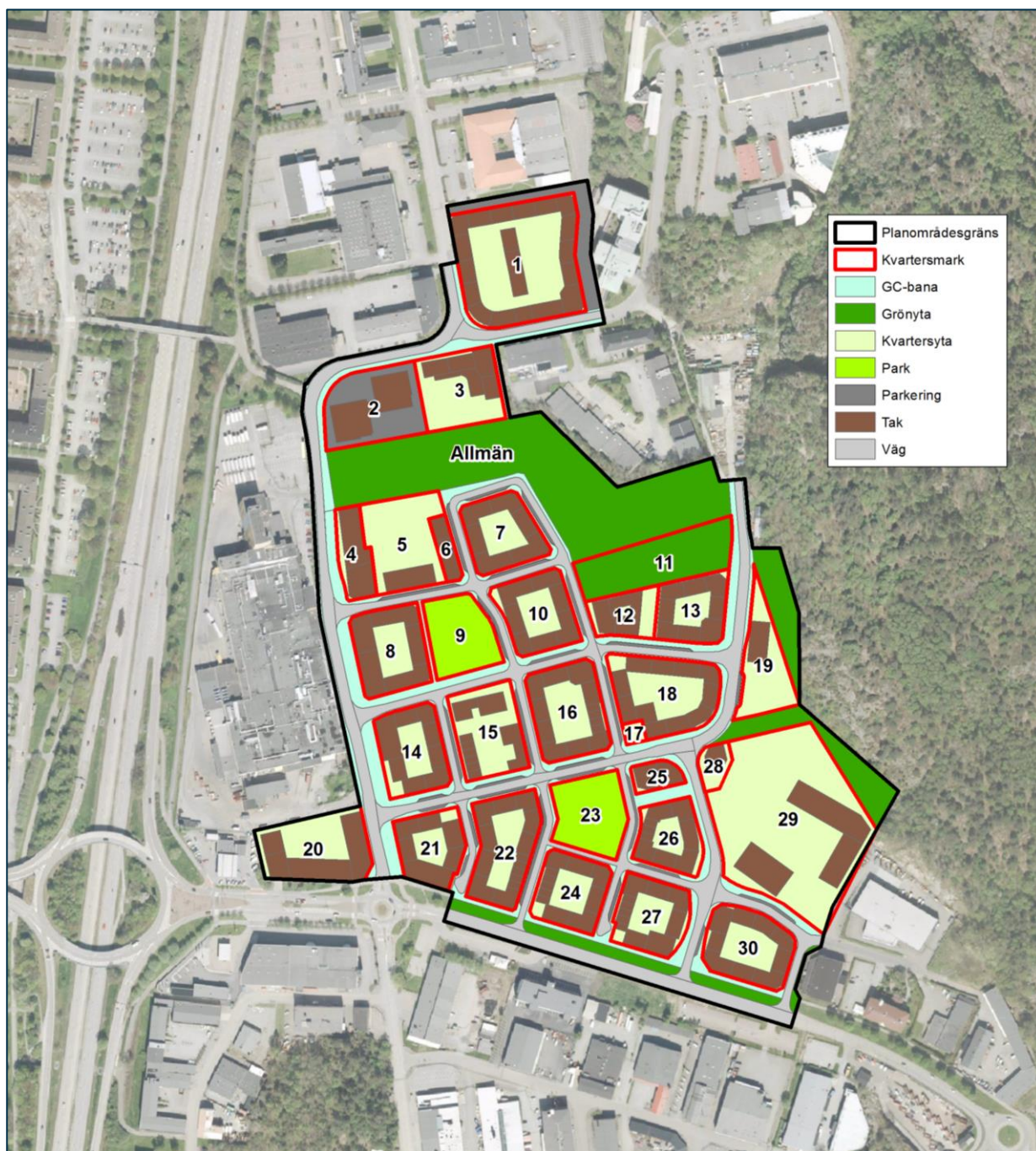
Området ligger ungefär 5 km söder om Göteborgs centrum. Planområdet ligger öster om Dag Hammarskjöldsleden och avgränsas i söder av A. Odners gata, i öster av Ängårdens naturreservat och i norr av privat fastighet/Olof Asklunds gata (se Figur 1 nedan). Planområdet omfattar cirka 20 hektar och marken ägs av Platzer, Pågen och Göteborgs Stad. Området är industrimark och den del som är tänkt för ny exploatering är idag till största delen hårdgjord med verksamheter och parkeringsplatser.



Figur 1: Ortofoto och planområdesgräns.

2.2 Beskrivning av framtida exploatering

Planområdet innefattar ca 1800 nya bostäder, med en första etapp innehållande ca 600 bostäder. Fastighetsbolaget Platzer vill omvandla befintlig industrimark till blandad bebyggelse med bostäder, verksamheter och småskalig handel. Syftet är också att utveckla och koncentrera Pågens verksamhet så att den kan samlokaliseras med bostäder och att planlägga delar av Pågens fastigheter, se Figur 2. Gällande detaljplan anger industriändamål.



Figur 2: Planerad utformning av området, med de olika marktyperna digitaliserade i GIS. Indelning i kvarters- och allmän mark ses i figuren till höger.

Underlag i form av ÅDT-beräkningar visar att trafiken längs Olof Askunds gata kommer att öka från 7 400 fordon/dygn till 10 000-11 400 fordon per dygn, där den minsta ökningen beräknas i gatans norra del och den största i gatans södra del. Motsvarande siffror för Gruvgatan är en ökning från 500 till 850 fordon per dygn, för Fältspatsgatan från 240 till 1940 fordon per dygn och för Ingela Gathenheims gata från 0 till 600 fordon per dygn. För östra delen av A Odhners gata kommer belastningen att öka från 10 500 till 11 750 fordon per dygn, för västra delen av samma gata kommer belastningen att öka från 16 000 fordon per dygn till 19 500.

2.3 Markförhållanden

ÅF Infrastructure AB har på uppdrag av Xtera Fastigheter AB utfört en geoteknisk och bergteknisk utredning för detaljplanen.

Området består i dag av Pågens fabrik väster om Olof Askunds gata. Öster om Olof Askundsgata utgörs området av en fotbollsplan och två industrifastigheter längst österut.

Marken utgörs framförallt av befintliga byggnader, en fotbollsplan och hårdgjorda ytor. Östra delen av området utgörs av berg i dagen samt fastmark med lövskog.

Terrängen är relativt platt med nivåer vid undersökningspunkterna som varierar från ca+12 längst i väster till ca +25 längst i öster.

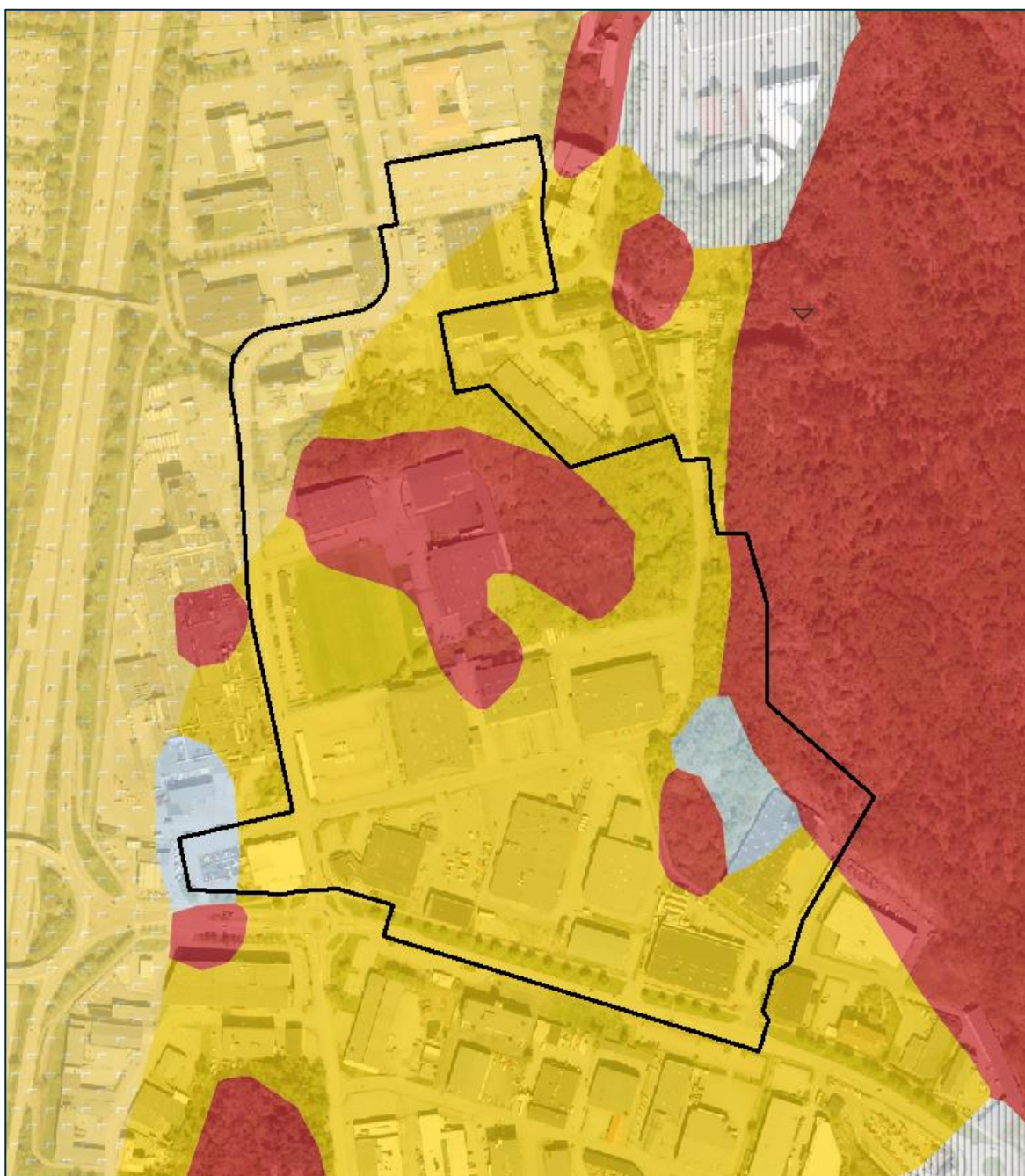
Inom området utgörs jorden generellt av fyllnadsmaterial som underlagras av lera. Djupet till fast botten varierar mellan ca 0,5 m och 23 m.

En grundvattenyta på mellan ca 1 m och 2 m under markytan har påträffats vid skruvprovtagning. Vid portrycksutjämning med CPT-sond i friktionsjorden under leran uppmättes en trycknivå motsvarande en fri grundvattenyta 0-2 m under markytan. Grundvattennivåer varierar med årstid och nederbörd.

Jorden inom detaljplaneområdet, där lera förekommer, bedöms vara sättningskänslig och ökad belastning på jorden genom påförande av last eller avsänkning av grundvattennivån bedöms kunna ge stora tidsberoende sättningar.

Vid schaktning ska beaktas att jorden kan vara flytbenägen i vattenmättat tillstånd.

Av jordartskartan framgår att marken inom planområdet huvudsakligen består av lera, med inslag av berg i mellersta och sydöstra änden av planområdet, se Figur 3 nedan.



Figur 3: Jordarter inom planområdet enligt Jordartskartan 1:25 000 (SGU, 2016) där gul yta motsvarar postglacial finlera, röd yta berg, ljusblå yta sandig morän och streckad yta (utanför planområdet) fyllnadsmaterial.

Då marken inom planområdet huvudsakligen består av lera och berg är möjligheterna till infiltration små, vilket begränsar möjligheterna till lokalt omhändertagande av dagvatten inom planområdet och måste beaktas vid val av åtgärd.

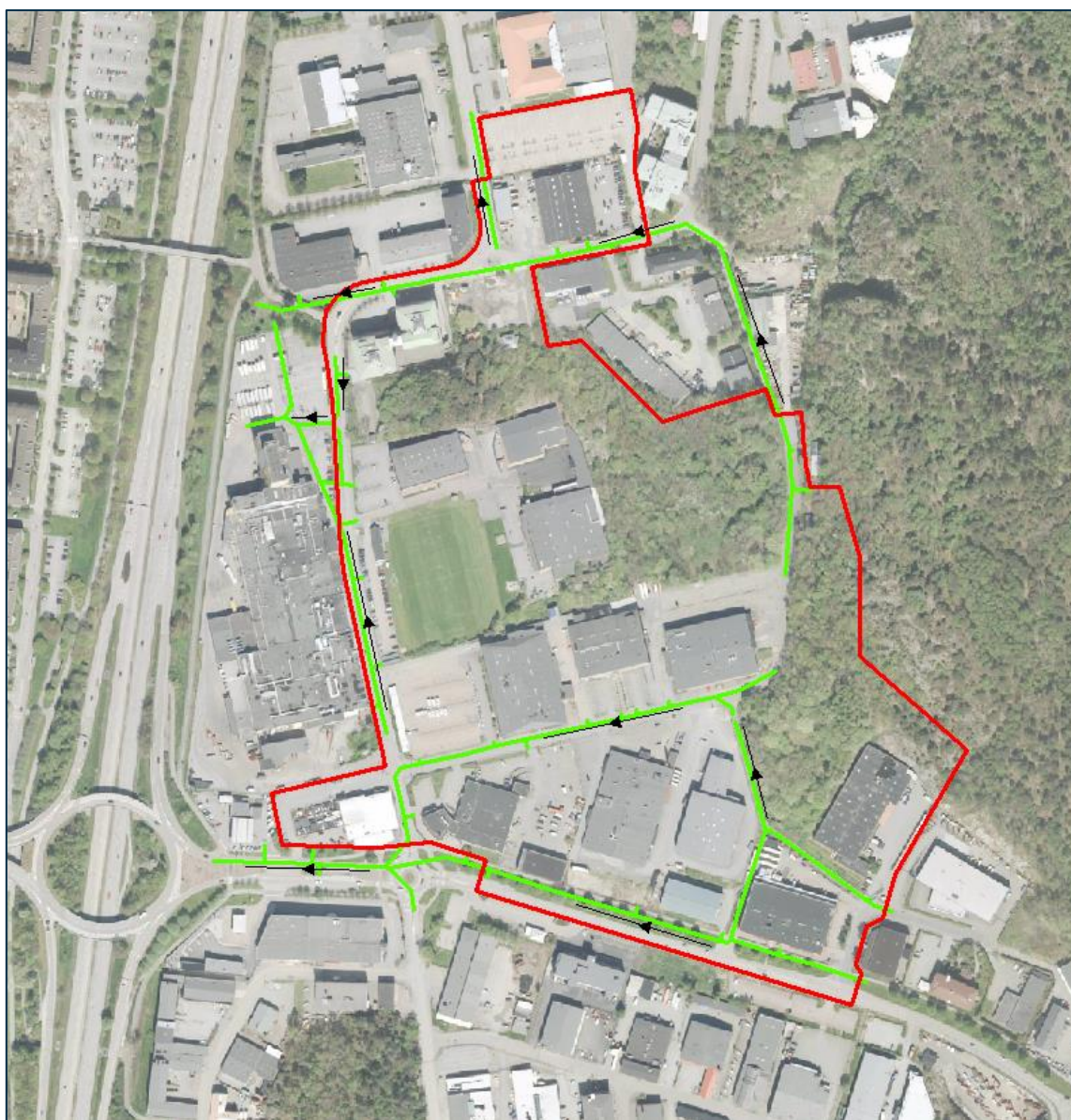
2.4 Befintligt dagvattensystem

Inom Högsbo industriområde finns kommunala ledningssystem beläget i gatorna, vilka avleds ifrån öster till väster innan det ansluter till ledningssystemet i Dag Hammarskjöldsleden i flera punkter. Inom Änggårdsbergen finns det inga kommunala ledningar.

Dagvattnet från planområdet avleds via dagvattenledningar utmed Dag Hammarskjöldsleden till Järnbrottsdammen för rening innan det mynnar i Stora ån, vilken slutligen har sitt utlopp i Välen.

Dagvattensystemet i Dag Hammarskjöldsleden är enligt modellering av dagvattensystemet (Dagvattenfrågor Åbro-Frölunda, DHI 2009-07-03) och observationer redan idag hårt belastat. De befintliga ledningarna i Dag Hammarskjöldsleden bedöms enbart vara dimensionerade för att klara ett 5-årsregn.

Då dagvattensystemet i den södra delen av Dag Hammarskjöldsleden redan idag bedöms vara underdimensionerat för att klara av framtida klimatförändringar och exploateringar krävs fördröjning både på kvartersmark och allmän platsmark.



Figur 4: Befintliga dagvattenledningar inom planområdet.

2.5 Dimensionerande flöden och magasinsvolymer

Göteborgs Stad har lokala riktlinjer för fördröjning av dagvatten från hårdgjorda ytor. Enligt anbudsförfrågan ska 10 mm/m² hårdgjord yta kunna fördröjas inom planområdet vid ett

dimensionerande regn. Utöver detta krav anges även att dimensionerande flöden till markavvattningsföretag ej får öka till följd av planerad exploatering.

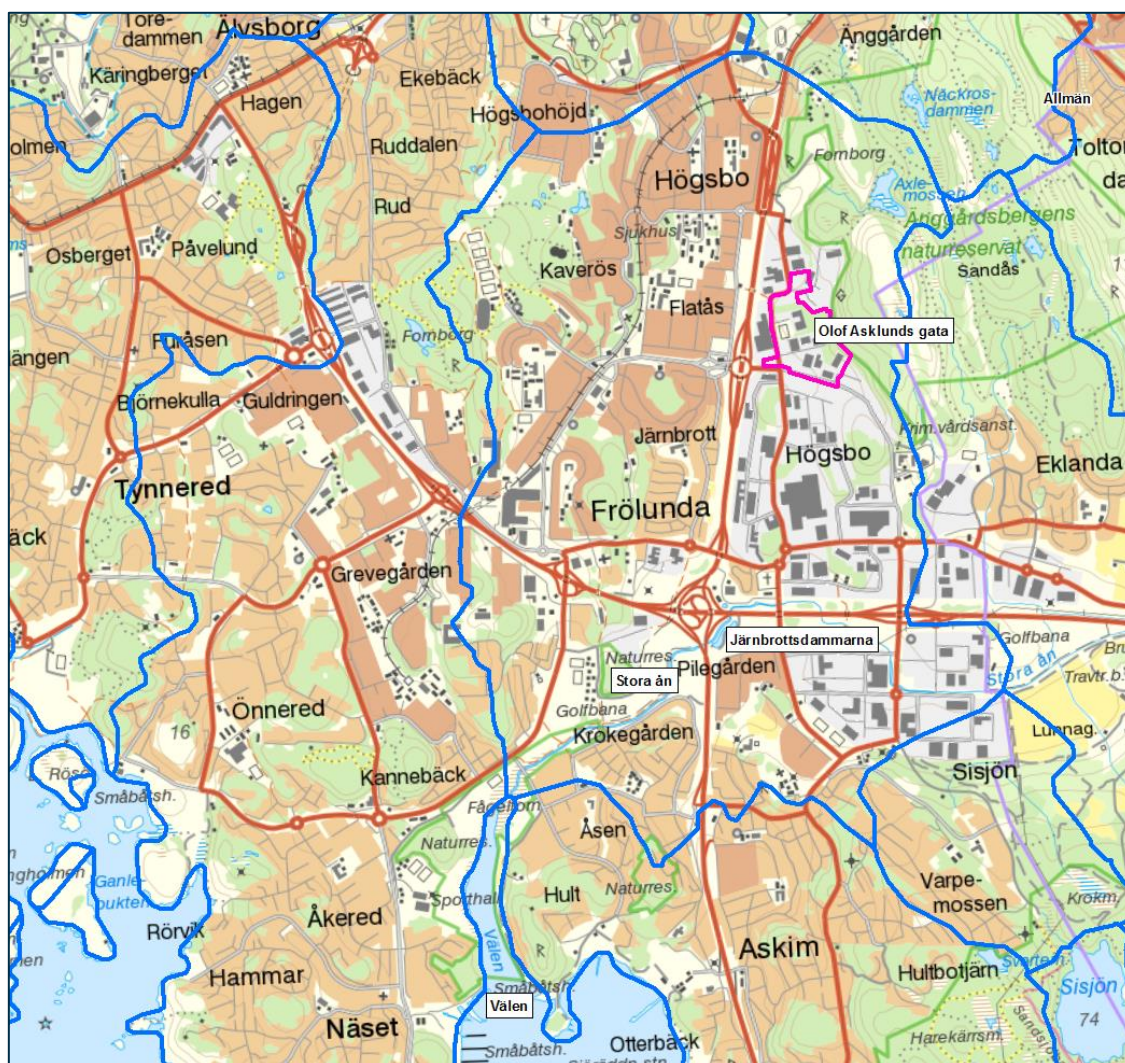
Bebyggelsen i planförslaget skulle kunna karakteriseras som "tät bostadsbebyggelse" enligt Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Enligt P110 rekommenderas att dagvattensystem inom tät bostadsbebyggelse dimensioneras så att trycklinjen inte överstiger marknivå vid ett 20-årsregn. Med andra ord bör fördröjning av dagvatten även dimensioneras i sådan mån att dagvattenflöden från planområdet till följd av ett 20-årsregn inte ökar till följd av planerad exploatering. I ett första skede kontrolleras huruvida kravet på 10 mm fördröjningsvolym per m² hårdgjord yta uppfyller detta kriterium.

Analyser av nederbörd i ett framtida klimat visar att intensiteten vid korttidsnederbörd kan komma att öka med ca 20-30 % framåt seklets slut (SMHI, 2015). En klimatfaktor på 1,25 används på beställarens inrådan för att justera dimensionerande nederbördsintensitet för ett framtida klimat.

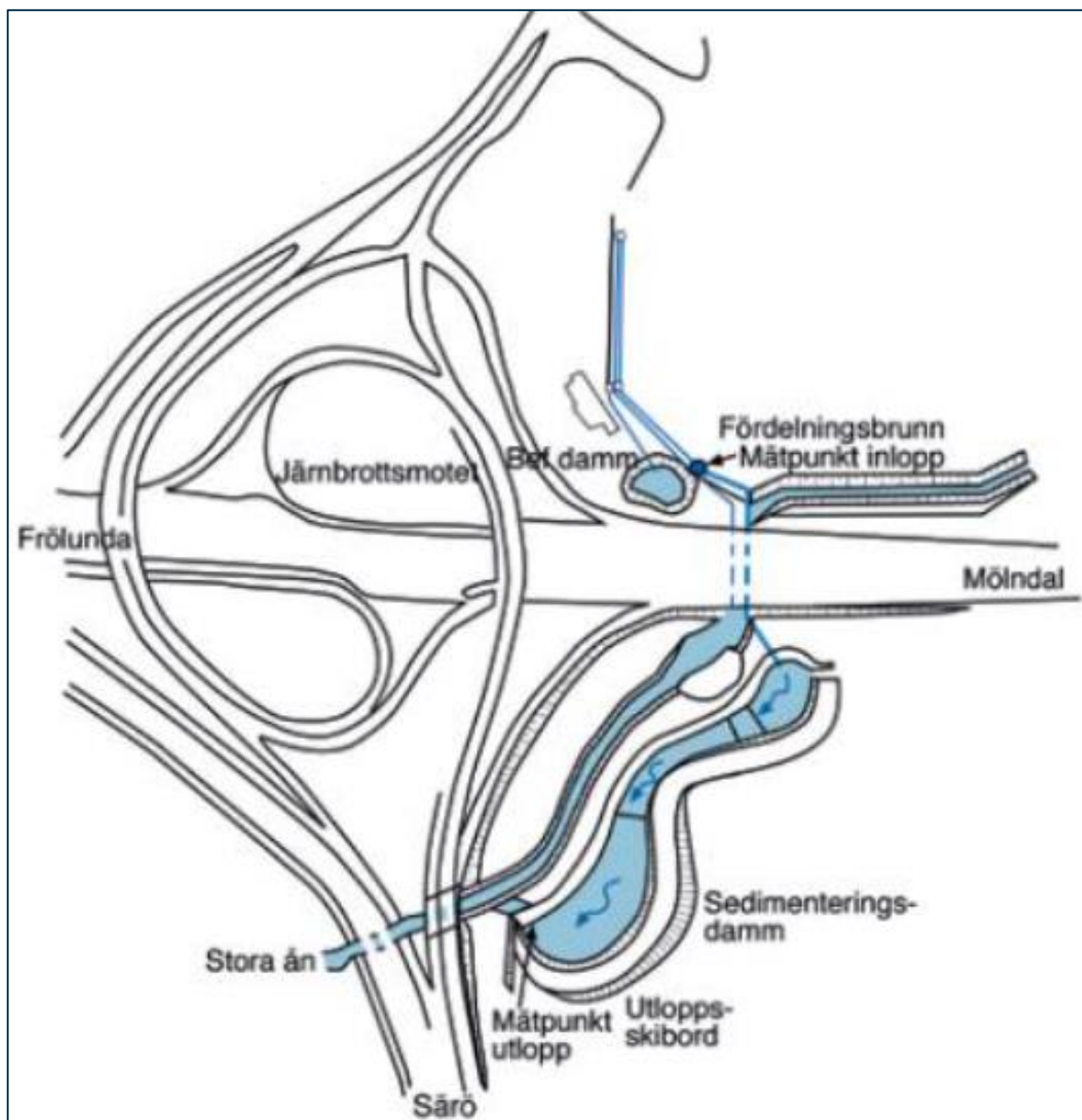
2.6 Miljökvalitetsnormer för recipienten

Dagvattenflödet från planområdet avvattnas idag via dagvattenledningar i Dag Hammarskjöldsleden ut till Järnbrottsdammarna i söder för rening innan det mynnar till Stora ån. Vid höga flöden bräddas flödet förbi Järnbrottsdammarna till Stora ån. Utloppet för Stora ån mynnar slutligen i Välen, se översikt i Figur 5.

Både för Stora ån och Välen finns miljökvalitetsnormer framtagna. Stora ån utgör en egen vattenförkomst, medan Välen ingår i kustvattenområdet Askims fjord. Status för Stora ån och Askimsfjorden samt planområdets påverkan på miljökvalitetsnormerna diskuteras i avsnitt 4.6.



Figur 5: Översiktsbild över recipienten Stora åns avrinningsområde, inklusive Järnbrottsdamarna och havsviken Vålen.



Figur 6: Principskiss över Järnbrottsdammen.

Järnbrottsdammen bygges år 1996 med avsikt att minska föroreningsbelastningen på Stora ån, se Figur 6. Avrinningsområdet till dammen är ca 425 hektar av vilka knappt 40 % är hårdgjord yta. Avrinningsområdet innefattar både industriella verksamheter, grönområden, bostadsområden samt vägar, vilket innebär flera potentiella föroreningar som kan föras med dagvatten till dammen.

Dammens area är ca 6000 m² och volymen är ca 7000 m³. Många studier på dammens kapacitet visar att dess reningseffekt är hög, men höga värden av vissa tungmetaller, näringsämnen, suspenderat material och cancerogena ämnen har trots det uppmätts i dammens utlopp.

Reningen i dammen består av sedimentering och upptag av vissa föroreningar via biologiska processer. Sedimenteringen möjliggörs av att vattnet i dammen uppehålls en längre tid vilket leder till att partiklarna hinner sedimentera till botten. De största partiklarna sedimenterar närmast dammens inlopp medan de lättare partiklarna förs med vattnet och sedimenterar närmare dammens utlopp.

2.7 Föroreningar och recipientstatus

För dagvattenutredningar inom Göteborgs stad ska riktlinjer i PM "Reningskrav för dagvatten" (Göteborgs Stad, 2016) användas. Val av reningsmetod och omfattning görs efter recipientens känslighet och typ av belastande yta, se Figur 7 nedan. PM:et innehåller även uppmätta och beräknade årsmedelvärden för föroreningar, vilka används som utgångspunkt i föroreningsberäkningarna.

Recipient	Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Mycket känslig	Omfattande rening	Rening	Enklare rening
Känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning
Mindre känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning

Hårt belastad yta
Väg < 20 000 ÅDT
(Industri)

Medelbelastad yta
Väg < 8000 ÅDT
Parkeringsplats
Flerfamiljshusområde
Kontorsområde
Centrumområde

Mindre belastad yta:
Vägar < 2000 ÅDT
Villaområden
Torg

Figur 7: Vägledning av reningsbehov utifrån recipientens status och belastande marktyp, från "Reningskrav för dagvatten" (Göteborgs Stad, 2016).

Dagvatten från planområdet nedströms Järnbrottsdammen rinner ut i Stora ån. Enligt de nya riktlinjerna för föroreningsberäkningar för dagvatten (Göteborgs Stad, 2016) har Stora ån klassificerats som en "mycket känslig" recipient. Detta innebär att dagvatten från s k "hårt belastade ytor" ska genomgå "Omfattande rening" medan dagvatten från "Medelbelastade ytor" ska genomgå "Rening". Med "Rening" avses rening där en kombination av sedimentation och infiltration sker, så som i krossdiken och biofilter, medan "Omfattande rening" avser rening i form av avsättning som t ex i dammar och våtmarker. Dessa anläggningar ska anmälas till Miljöförvaltningen. För "mindre belastade ytor" föreslås "Enklare rening", vilket avser rening med avskiljning genom översilning, t ex översilningsytor och gräsdiken. Dessa anläggningar behöver inte anmäla till Miljöförvaltningen.

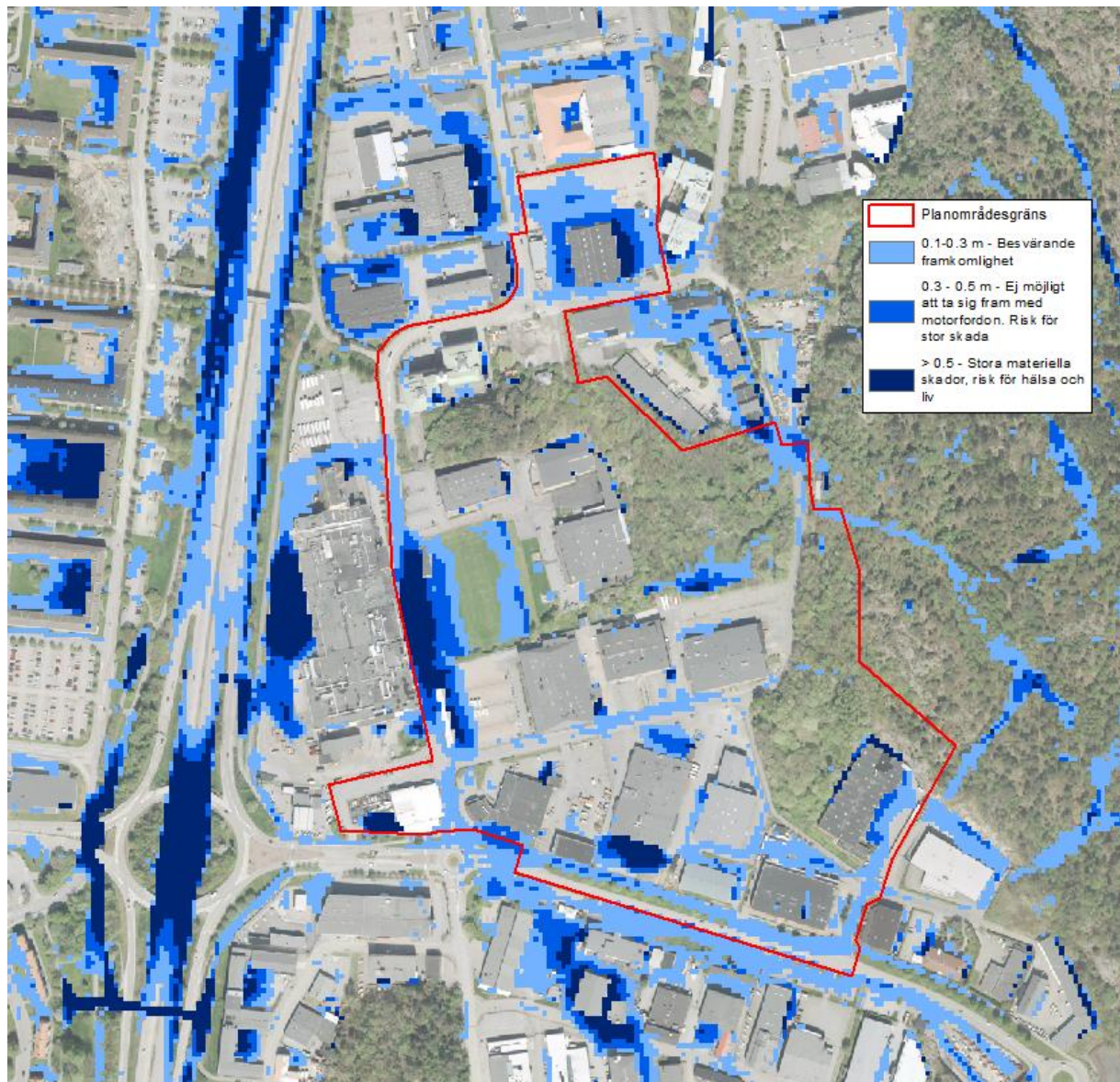
2.8 Dimensioneringskrav med avseende på översvämningsrisker

Vid extrema skyfall, vars återkomsttid överstiger de regn som används vid dimensionering av dagvattensystemet, framgår dimensionerande riktlinjer av Tematiskt Tillägg till Översiktsplanen (TTÖP). Figur 8 visar gällande riktlinjer för höjdsättning av ny bebyggelse där risk för översvämning från höga havsnivåer, vattendragsflöden och skyfall föreligger. Planområdet har identifierats som utsatt för översvämning vid skyfall, varför ny bebyggelse och framkomlighet för räddningstjänst måste planeras med avseende på översvämning vid skyfall.

FUNKTION/ SKYDDSOBJEKT	DIMENSIONERANDE HÄNDELSE/SÄKERHETSMARGINAL		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning – nyanläggning	1,5 meter marginal till vital del	Över nivå för beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 meter marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning – befintlig	0,5 meter marginal till vital del för funktion		
Byggnader – nyanläggning	0,5 meter marginal till underkant golvbjälklag och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 meter marginal till underkant golvbjälklag och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet	Max djup 0,2 meter		
Framkomlighet Räddningstjänst	Max djup 0,5 meter		

Figur 8: Riktlinjer vid höjdsättning av byggnader och vägar med avseende på översvämningsrisk

I Figur 9 visas skyfallskarteringen för ett regn med 100 års återkomsttid (Göteborgs Stad, 2016) för planområdet, tillsammans med flödesvägar och avrinningsområden. Av figuren framgår att delar av naturmarksområdet öster om planområdet avvattas österut genom planområdet, vilket kan få konsekvenser vid intensiva skyfall.



Figur 9: Översvämmade områden vid ett skyfall med 100 års återkomsttid. Röda polygoner markerar avrinningsområden inom planområdet, och lila linjer flödesvägar.

3 Metodik och antaganden

3.1 Beräkning av ytor

Ytor före respektive efter exploatering har digitaliserats i GIS och kategoriseras efter markslag, så som "grönyta", "tak" och "väg". Ytor kategoriseras även efter tillhörande kvarter, för att kunna beräkna dimensionerande flöden och volymer från respektive kvarter.

3.2 Flödes- och volymberäkningar

Metodik enligt Svenskt Vattens P110. Rationella metoden. Marktyper tilldelas avrinningskoefficient. Nya GC-stråk antas vara hårdgjorda (asfalterade).

Tabell 1: Avrinningskoefficienter som tilldelats de olika marktyperna.

Markslag	Avrinningskoefficient
Tak	0,9
Asfalterade ytor (vägar, parkeringar, GC-stråk)	0,8
Kvartersyta (50 % hårdgjort, 50 % grönyta)	0,45
Grönytor	0,1

Områdestypen räknas som "Tät bostadsbebyggelse" vilket ger en rekommenderad återkomsttid på 5 år för trycklinje i ledningshjässa, samt 20 år för trycklinje i marknivå enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016). Dimensionerande återkomsttid väljs därför till 20 år.

Regnintensiteten beräknas med hjälp av Dahlströms formel (Svenskt Vatten, 2016):

$$i(t_r) = 190 \times \sqrt[3]{T} \times \frac{\ln(t_r)}{t_r^{0,98}} + 2$$

Där T motsvarar återkomsttiden i månader och sätts till 240 månader (20 år). Regnintensiteten beräknas därefter för en uppsättning varaktigheter, t_r , i syfte att beräkna dimensionerande flöden och volymer. För att ta hänsyn till förväntad ökad nederbörd i ett framtida klimat justeras regnintensiteten upp med klimatfaktorn 1,25.

I den här dagvattenutredningen används s k "blockregn" i beräkningarna, vilket är ett regn med en konstant regnintensitet över en viss varaktighet. För beräkning av dimensionerande flöden väljs den varaktighet som ger störst flöde. För beräkning av dimensionerande magasinvolym väljs den varaktighet som ger störst volymer, för den uppsättning varaktigheter som anses vara dimensionerande för flödet vid utsläppspunkten till markavvattningsföretaget.

3.3 Föroreningsberäkningar

Föroreningshalter hämtas från databasen StormTac (StormTac, 2016) samt från PM "Reningskrav för dagvatten" (Göteborgs Stad, 2016). Exempel på föroreningshalter samt vilka föroreningar som beräknas visas i Figur 10.

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Gång & cykelväg	139	1906	2,88	18,9	27,9	0,252	5,85	3,7	0,073	6192	710	0,0092	3,8	0,0016	2,5	19573
0 ÅDT	133	2375	2,61	18,9	30,6	0,225	6,3	4,1	0,076	54565,2	721	0,0095	3,8	0,0016	2,5	19589
100 ÅDT	133	2375	2,7	18,9	31,5	0,225	6,3	4,1	0,076	54755,1	721	0,0096	3,8	0,0016	2,5	19653

Figur 10: Föroreningsämnen som ingår i underlaget till föroreningsberäkningarna, exempel från PM "Reningskrav för dagvatten" (Göteborgs Stad, 2016).

Föroreningshalter och föroreningsmängder för planområdet samt kvarter beräknas genom att vikta storleken av ingående marktyp inom varje område och multiplicera detta med marktypens avrinningskoefficient samt föroreningshalter för respektive marktyp, för samtliga föroreningar. Exempel för beräkning av fosforhalter (P_c) i område n:

$$P_{c,n} = P_{våg} \times \frac{A_{våg}}{A_{tot}} \times \varphi_{våg} + P_{park.} \times \frac{A_{park.}}{A_{tot}} \times \varphi_{park.} + P_{grön.} \times \frac{A_{grön.}}{A_{tot}} \times \varphi_{grön.}$$

För totala årsmängder multipliceras halten från varje markanvändningsslag med årsmedelnederbörden för Göteborg för att på så vis få nettoavrunden årlig föroreningsmängd. Exempel för årliga fosformängder (P_m) i område n:

$$P_{m,n} = Prec_{år} \times (P_{våg} \times \frac{A_{våg}}{A_{tot}} \times \varphi_{våg} + P_{park.} \times \frac{A_{park.}}{A_{tot}} \times \varphi_{park.} + P_{grön.} \times \frac{A_{grön.}}{A_{tot}} \times \varphi_{grön.})$$

Detta sammanställs för planområdet före och efter exploatering, samt efter exploatering medräknat reningskapacitet i föreslagna dagvattenanläggningar, för samtliga föroreningar.

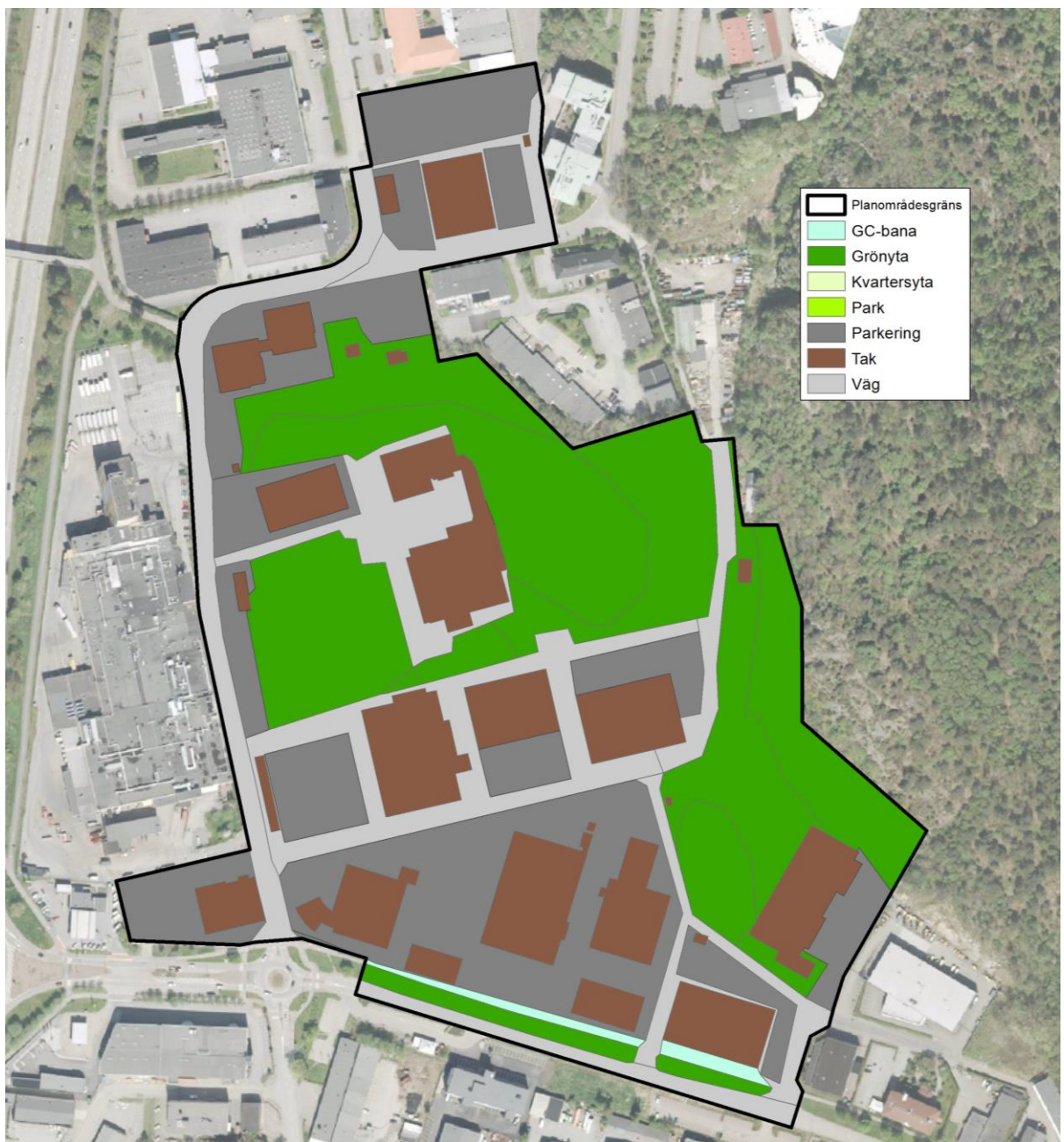
3.4 Ytavrinning vid extrem nederbörd

Vid analys av ytavrinning vid extrem nederbörd tas flödeslinjer fram utifrån höjddata för området för att beskriva vilka vägar ytvattnet tar när ledningsnätet är överbelastat. Resultat från tidigare skyfallskartering används för att beskriva översvämningsdjup inom planområdet. Översvämningsnivåer tas fram utifrån dessa översvämningsdjup och höjddata för området, i syfte att ge dimensioneringsunderlag för höjdsättning av byggnader inom området. Samtidigt beaktas de förändringar i topografin som planförslaget innebär, och hur detta kan tänkas påverka ytavrinning inom området.

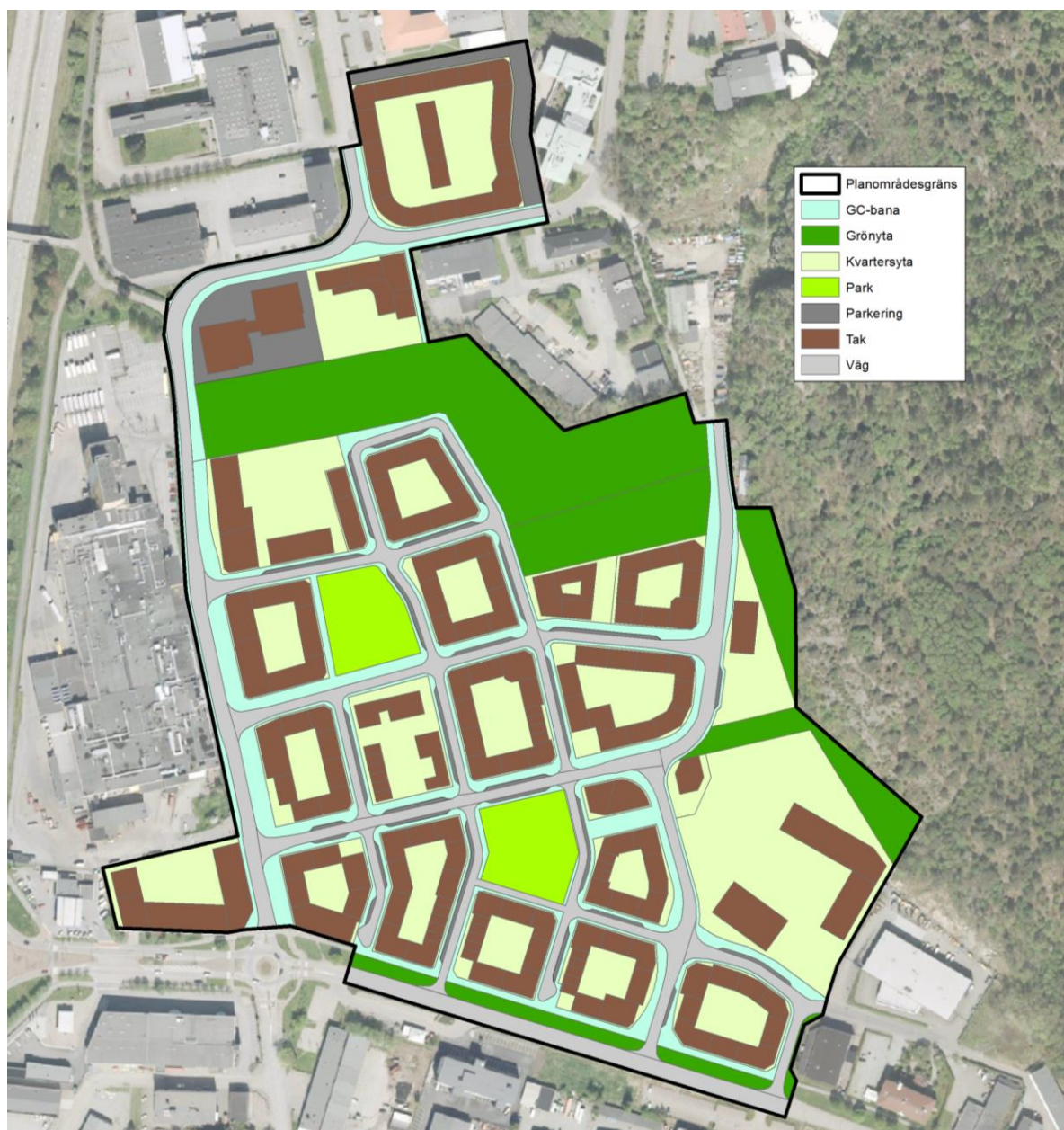
4 Resultat och diskussion

4.1 Markanvändning före och efter exploatering

Markanvändning före och efter exploatering har digitaliserats och kategoriserats utifrån hur denna påverkar ytavrinning. Figur 11 och Figur 12 visar dagens och framtida markanvändning inom planområdet.

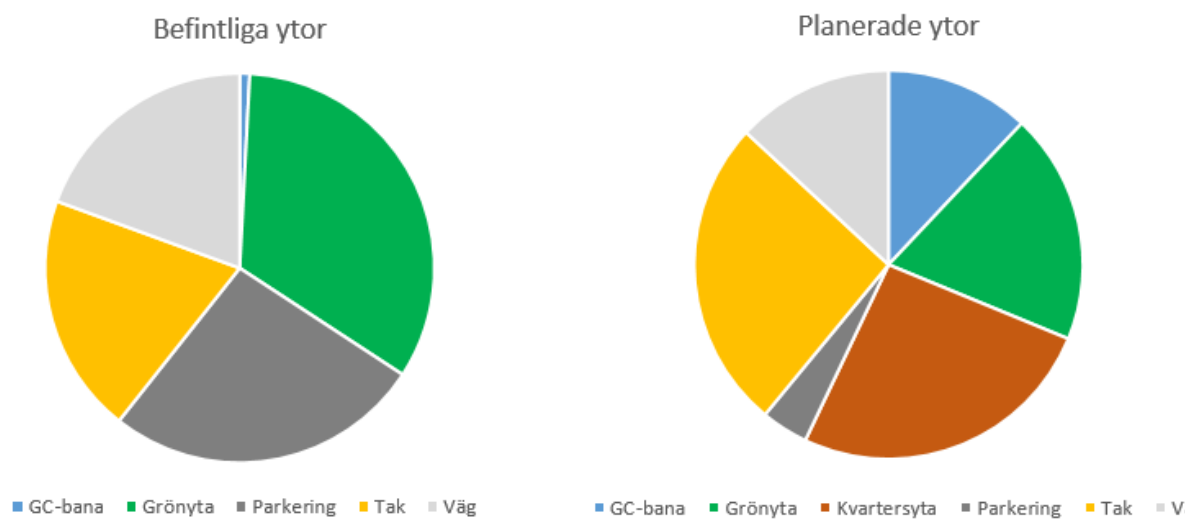


Figur 11: Markanvändning inom planområdet före exploatering.



Figur 12: Markanvändning inom planområdet efter exploatering.

I Figur 13 visas en fördelning av de olika marktyperna före och efter exploatering. Hårdgjorda ytor ökar något till följd av att arean för hustak och kvartersyta ökar, medan grönytor minskar. Kvartersyta definieras här som den yta inom kvartersmarken som inte utgörs av byggnader, och har antagits vara till hälften hårdgjord, och till hälften icke-hårdgjord (likt en grönyta). Samtidigt minskar arean för parkering och vägar. Detta innebär något försämrade förutsättningar vid ytavrinning vid regn, då området kommer generera något högre dimensionerande flöden med ökad översvämningsrisk som följd. Detta kan dock motverkas genom fördröjning på kvartersmark enligt de krav Göteborgs Stad ställer. Samtidigt kan förutsättningarna för föroreningsinnehållet i dagvattnet förbättras, då vägar och parkeringsytor ersätts med kvartersytor och GC-banor.



Figur 13: Total markanvändning före och efter exploatering

4.2 Dimensionerande flöden och volymer

Marken inom planområdet har delats in i allmän mark för gatumiljön, samt kvartersmark, utifrån underlag från beställaren. Beräkning av hårdgjorda ytor har gjorts för planområdet som helhet, samt för respektive kvarter och redovisas i Tabell 2. Här redovisas även den magasinvolym som kravet på 10 mm/m² hårdgjord yta resulterar i, per kvarter samt totalt.

För beräkning av dimensionerande flöde har en rinntidsberäkning gjorts för respektive kvarter, för att identifiera den regnvaraktighet som beräknas ge högst flöden. Rinntiden har beräknats från respektive kvarters mest uppströms belägna punkt ned till anslutande befintligt dagvattennät vid planområdesgränsen. Rinntiderna för kvarteren har uppskattats till i storleksordningen 15-45 minuter per kvarter, och har resulterat i ett maximalt flöde när regnvaraktigheten sätts till 20 minuter. Detta är då produkten av deltagande hårdgjord yta inom planområdet och regnintensiteten når sitt maximum. Återkomsten för det dimensionerande regnet är sedan tidigare bestämd till 20 år. Beräknade flöden före och efter exploatering redovisas i Tabell 2. Vid beräkning av flöden efter exploatering och med fördröjning antas att magasinvolymerna är tomma vid det dimensionerande regnets start och fylls maximalt under regnets gång. Beräknade flöden efter exploatering och med fördröjning redovisas även de i Tabell 2.

Av resultaten framgår att dimensionerande flöden ut från planområdet ökar från ca 2,8 till ca 2,9 m³/s till följd av en ökning av hårdgjorda ytor, om ingen fördröjning sker. Om kravet på 10 mm/m² hårdgjord yta ställs på samtliga kvarter kommer dimensionerande flöde istället minska från ca 2,8 till 1,9 m³/s.

Tabell 2: Hårdgjord yta [m²] före och efter exploatering, magasinsvolym utifrån 10 mm/m² hårdgjord yta, samt flöden före och efter exploatering, samt efter exploatering och fördröjning för samtliga kvarter inom planområdet.

Kvarter	Hårdgjord yta före (m ²)	Hårdgjord yta efter (m ²)	Magasinsvolym 10 mm/m ² (m ³)	Flöde före (l/s)	Flöden efter (l/s)	Flöden efter, med fördröjning (l/s)
1	8365	6826	68	198	162	105
2	4052	4105	41	96	97	63
3	2237	2551	26	53	61	39
4	1392	2974	30	33	71	46
5	2912	2421	24	69	57	37
6	596	666	7	14	16	10
7	2952	2591	26	70	61	40
8	746	3040	30	18	72	47
9	634	341	3	15	8	5
10	2432	2679	27	58	64	41
11	529	512	5	13	12	8
12	255	1412	14	6	34	22
13	785	2352	24	19	56	36
14	3018	2741	27	72	65	42
15	3637	2514	25	86	60	39
16	3849	3237	32	91	77	50
17	256	136	1	6	3	2
18	4439	3605	36	105	86	55
19	379	1705	17	9	40	26
20	3976	3340	33	94	79	51
21	2644	2311	23	63	55	36
22	3590	3238	32	85	77	50
23	3164	367	4	75	9	6
24	2843	2421	24	67	57	37

25	720	734	7	17	17	11
26	2480	2119	21	59	50	33
27	2936	2492	25	70	59	38
28	87	550	5	2	13	8
29	6266	8592	86	149	204	132
30	3511	2925	29	83	69	45
Allmän	44080	48235	482	1046	1144	742
Totalt	119765	123730	1234	2841	2935	1902

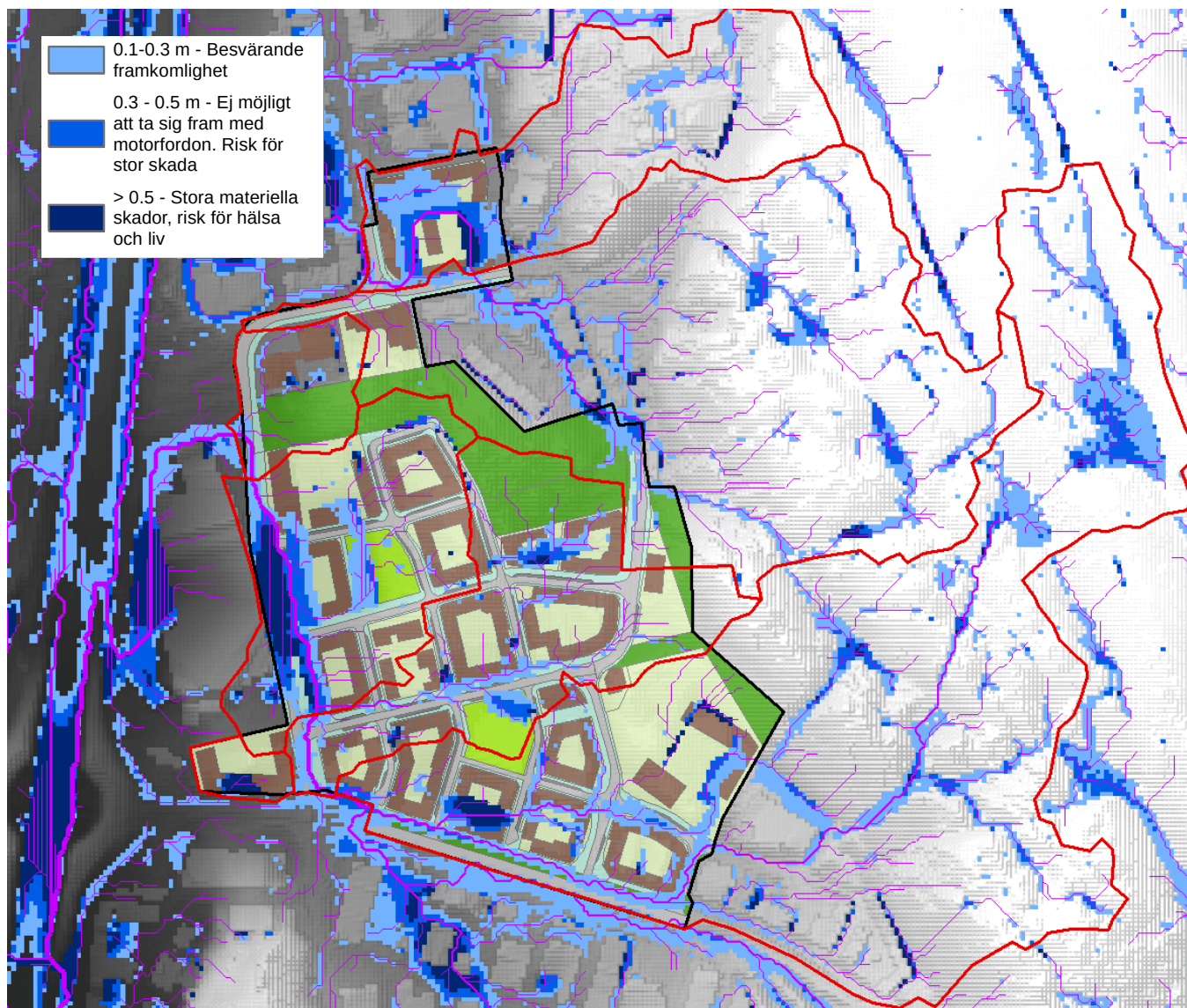
4.3 Ytavrinning vid skyfall och rekommendationer för höjdsättning

Ytavrinning vid skyfall kan komma att öka något efter utbyggnad enligt planförslag till följd av en ökning av hårdgjorda ytor, varför befintlig skyfallskartering kan komma att underskatta de djup och volymer som beräknas inträffa vid ett 100-årsregn (se Figur 14). Dessutom kommer ny höjdsättning av området, framför allt det nya gatunätet, att väsentligt påverka ytavrinningsvägarna och validiteten av den tidigare skyfallskarteringen. Detta måste beaktas vid användning av beräknade översvämningsdjup och ytnivåer.

Som komplement till beräknade översvämningsdjup har flödesvägar och avrinningsområden beräknats i GIS och redovisas tillsammans med översvämningsdjup och planerad markanvändning i Figur 14. Här framgår att vatten från naturmarksområdet i Ångsgårdsbergen öster om planområdet rinner genom planområdet. Vid vanligt förekommande regn ger naturmark endast liten eller ingen ytavrinning, men vid kraftiga skyfall kan detta område bidra med väsentlig ytavrinning in till planområdet, speciellt då området är bergigt och kuperat, vilket ger små infiltrationsmöjligheter och ett hastigt avrinningsförlopp. Flödesvägarna ned för bergsslänterna bör beaktas vid höjdsättning av kvarteren längst österut, för att undvika att instängda områden bildas mellan ny bebyggelse och bergsområdet. Vid skyfall så som ett 100-årsregn överbelastas ledningsnätet, och sekundära ytavrinningsvägar bildas. Om gatorna höjdsätts lägre än omkringliggande byggnader och innergårdar kan dessa bilda kanaler som avleder ytvatten bort från bebyggelse. Samtidigt är det viktigt att säkerställa framkomlighet för trafik, och speciellt räddningstjänst. Idag bildas stora djup på Olof Askunds gata, mitt emot Pågen, på över 0,5 m, vilket begränsar framkomligheten för både räddningstjänst och vanlig trafik. Detta medför att trafik mellan planområdets norra och södra delar måste omledas via Dag Hammarskjöldsleden längre västerut. Denna är dock ännu lägre belägen och delvis utsatt för stora översvämningsdjup.

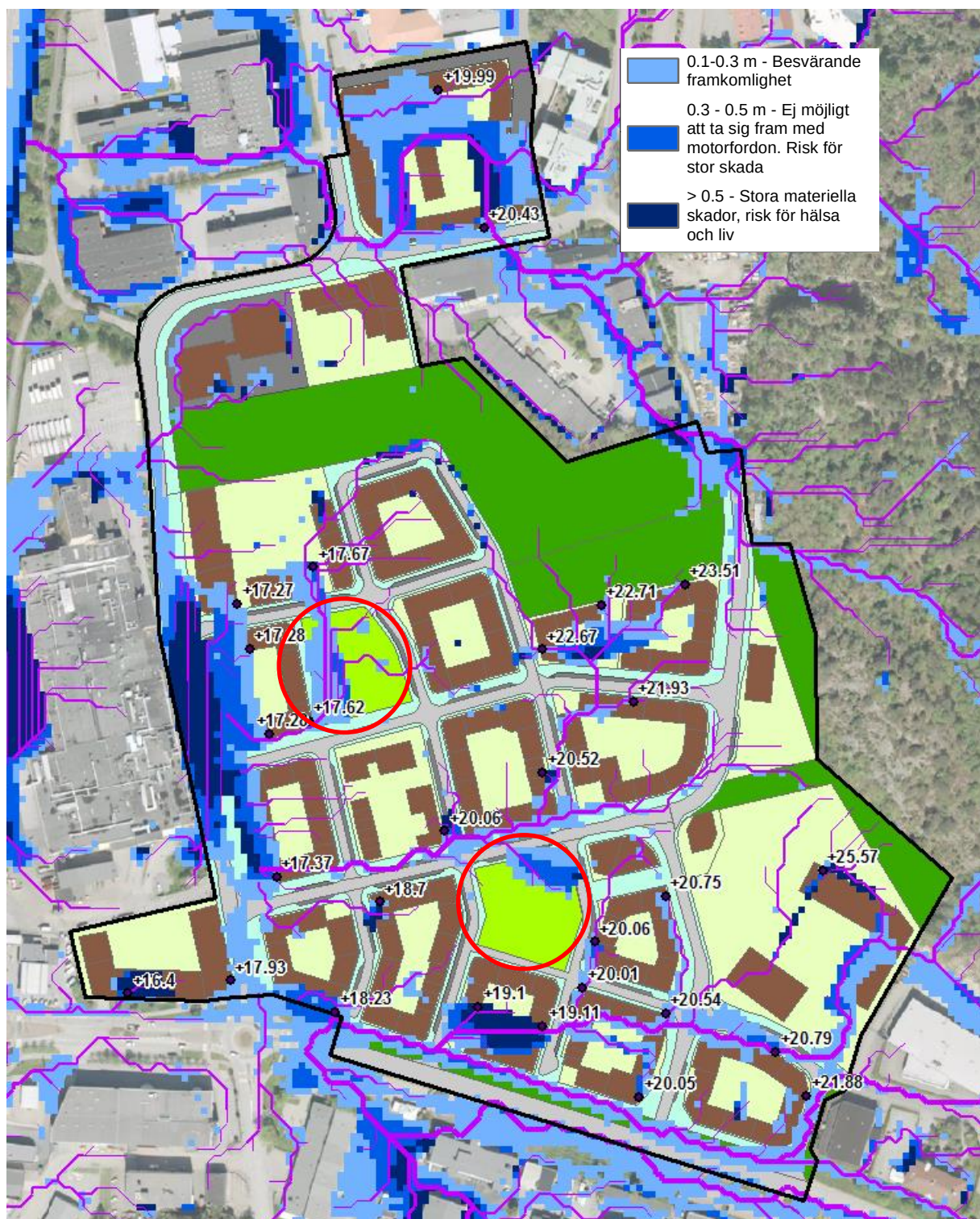
Föreslagna dagvattenanläggningar har inte dimensionerats för skyfall så som ett 100-årsregn, men kommer trots det kunna fördröja delar av regnet, och ge bättre förutsättningar än idag. Dessutom finns det möjligheter att bevara och förbättra möjligheterna för trädstråket längs med A Odhners gata att omhänderta ytvatten vid skyfall. Idag går en flödesväg längs med detta stråk och här samlas även vatten med 0,1-0,3 m djup. Om detta stråk sänks ytterligare, och närområden höjdsätts så att vatten norrifrån kan avledas ytledes ner i stråket, skulle förutsättningarna vid skyfall bli ännu bättre. Det här stråket avvattnar dessutom det största avrinningsområdet av de som har identifierats inom planområdet, samtidigt som A Odhners gata idag inte verkar vara särskilt sårbar för översvämning skyfall (se Figur 14).

För att minimera översvämningsrisken är det viktigt att de slutna kvarteren förses med valv eller portik som medför att dagvatten kan rinna ut på gatan utan att bilda stora översvämningsdjup på innergården. Vid kraftiga skyfall överskrider kapaciteten på dagvattenanläggningar och slutna ledningssystem, varför dessa sekundära avrinningsvägar är av stor betydelse.



Figur 14: Beräknat översvämningsdjup (m) vid ett 100-årsregn, med identifierade avrinningsområden (röda polygoner) samt flödesvägar (lila linjer).

Som ett preliminärt underlag till höjdsättning av byggnader och gator inom området har maximala ytnivåer från tidigare skyfallskartering beräknats genom att addera maximalt översvämningsdjup med marknivån. Maximala ytnivåer för större översvämmade ytor visas i Figur 15. Det är dock viktigt att beakta att dessa nivåer endast har beräknats för områdets utformning som det är idag, och kan förändras dramatiskt till följd av nya gator och byggnader. För samhällsviktiga byggnader behöver en marginal på 0,5 m erhållas mellan maximal ytnivå vid ett 100-årsregn och vitala delar av byggnaden, medan övriga byggnader kräver en marginal på 0,2 m till golvbjälklag, enligt TTÖP (Göteborgs Stad, 2016). För att kunna säkerställa att dessa marginaler erhålls med det nya planområdet kan en detaljerad skyfallskartering i mindre skala genomföras för området, utifrån föreslagen höjdsättning, och maximala ytnivåer på nytt beräknas fram.



Figur 15: Beräknade översvämningsnivåer med den högsta nivån inom respektive översvämningsyta beskriven som plushöjd. De två parkområden som föreslås magasinera dagvatten vid skyfall har markerats med rött.

4.3.1 Förslag till höjdsättning av parkmark

För att minimera översvämning vid skyfall utgör grönområden och parkmark goda alternativ som sekundära fördröjningsanläggningar. Detta förutsätter dock att dessa höjdsätts så att de ligger lägre än omkringliggande gator, för att kunna omhänderta så stora volymer som möjligt. Idag utgör fotbollsplanen delvis en sådan provisorisk översvämningsyta (se Figur 9). I planförslaget planeras två kvarter med parkmark, båda omgivna av gator. Dessa kan höjdsättas för att kunna omhänderta ytvatten vid skyfall. Denna möjlighet begränsas dock av att parkerna ligger inom två mindre avrinningsområden (se Figur 14), och kan inte, utan större förändringar av marknivåerna inom området, omhänderta mer ytvatten än det som genereras inom dessa avrinningsområden. En ytterligare begränsning är grundvattendjupen i området, som kan begränsa djupet på ny parkmark. Då grundvattendjupet uppskattas till 1-2 m (se avsnitt 2.3) kan ett preliminärt förslag utgå från ett maximalt djup på 1 m.

Maximala vattendjup i parkområdena har beräknats för ett 100-årsregn med 60 minuters varaktighet och klimatkoefficient 1,25 och visas i Tabell 3 nedan. I denna beräkning tas ingen hänsyn till ledningsnätets kapacitet och markens infiltrationsförmåga. Vidare antas att dagvatten kan rinna fritt från all uppströms belägen mark ned till parkområdena. På grund av att parkområdena dels ligger inom relativt små delavrinningsområden (se Figur 14), och dels är belägna i uppströmsdelarna, blir de maximala volymerna som kan rinna till parkmarken relativt små. Detta leder till maximala vattendjup på 0,38 m för det norra parkområdet och 0,63 m för det södra parkområdet. Det är alltså främst parkernas lokalisering som påverkar vilka volymer som kan omhändertas vid skyfall.

Tabell 3: Maximala vattendjup i planerade parkområden vid ett 100-årsregn med 60 minuters varaktighet och klimatkoefficient 1,25.

Parkområde	Area [m ²]	Uppströms avrinningsområdesarea [m ²]	Max volym vid 100-årsregn [m ³]	Max vattendjup i park vid 100-årsregn [m]
Norra	3325	18 705	1263	0.38
Södra	3556	32 804	2214	0.63

Vid längre varaktighet på 100-årsregnet ökar volymen något, å andra sidan minskar intensiteten vilket medför att ledningsnät, sekundära avrinningsvägar och infiltration kan omhänderta större andel av flödet.

För att effektivare omhänderta dagvatten vid skyfall kan det vara bra att tänka strategiskt kring lokalisering av nedsänkta parker. Ur dagvattenperspektiv är den optimala kombination att förlägga dem i större avrinningsområden, och så långt nedströms som möjligt inom respektive avrinningsområde, tills dess att maximal utjämningsvolym uppnås (genom maximalt djup i park). Om parkerna kommer vara lokaliserade på det sätt som föreslås i planen rekommenderas att parkerna sänks med ca 0,4-0,6 m relativt omkringliggande gator för att effektivt omhänderta dagvatten vid skyfall.

4.4 Åtgärdsförslag

Utifrån förutsättningar för fördröjning, rening och omhändertagande av ytvatten vid skyfall har åtgärdsförslag tagits fram. I Figur 16 nedan visas en översiktlig illustration av framtagna åtgärdsförslag inom planområdet. Höjdsättning av nya gator styr åt vilket håll vägdagvattnet leds. I Figur 16 ges förslag på hur nya dagvattenledningar i gatan kan förläggas för att styra avvattningen av gatorna så att möjligheterna till rening och fördröjning blir så goda som möjligt. Detta beskrivs närmare i avsnitt 4.4.1. I Figur 17 och Figur 18 visas mer detaljerade illustrationer för norra respektive södra delen av planområdet, innehållandes preliminärt förslag på höjdsättning av gator, dagvattenanläggningar, samt dimension och vattengång för befintliga dagvattenledningar vid planområdesgränsen.

Förslag på dagvattenanläggningar har tagits fram separat för respektive kvarter samt för gatumiljön, vilken räknas som allmän platsmark. Kvarter med parkmark har ej tilldelats någon dagvattenanläggning då dagvatten härifrån undantas från reningskrav och tillräcklig fördröjning sker inom parkområdet. Anläggningar på kvartersmark har ritats in och fördelats på de 30 kvarteren efter ett uppskattat ytbehov för gröna lösningar (se Tabell 6). Denna uppdelning är schablonmässigt gjort och motsvarar det ytbehov som finns för anläggningen inom respektive kvarter. Slutlig utformning kan bestämmas utifrån kvartersspecifika förutsättningar.

Dagvatten från gatumiljön föreslås avledas så att vägdagvatten från planområdets norra hälft leds västerut mot Olof Asklunds gata innan anslutning till befintligt dagvattennät, medan vägdagvatten från planområdets södra hälft leds söderut, ned mot A Odhners gata. Eftersom vägdagvattnet hanteras separat från dagvatten från kvartersmark måste detta gå i ett eget ledningsnät, alternativt via ytligt placerade dagvattenrännor eller ytliga stråk.

Föreslagna anläggningar för gatumiljön och kvartersmarken beskrivs mer i detalj nedan.

32



Figur 17: Illustration av norra delen av planområdet, med plushöjder för trafikförslaget (röda) samt vattengång och markyta (svarta) för föreslagna anläggningar.



Figur 18: Illustration av södra delen av planområdet, med plushöjder för trafikförslaget (röda) samt vattengång och markyta (svarta) för föreslagna anläggningar.

4.4.1 Allmän mark

För hantering av dagvatten från gator och GC-banor på allmän mark föreslås öppna lösningar i form av makadamdike längs med Olof Asklunds gata, samt ett makadamstråk alternativt biofilter längs med A Odhners gata, enligt Figur 16-Figur 18. Området lutar ned mot planområdets södra och västra sida, vilket gör dessa placeringar naturliga med avseende på avledning via ledningsnät och på markytan.

Olof Asklunds gata

Utrymmet för öppna, gröna lösningar för att omhänderta det dagvatten som leds ner mot Olof Asklunds gata är kraftigt begränsat. En dagvattenanläggning på parkmark (se t ex Figur 17) skulle bara kunna omhänderta delar av detta vägdagvatten. Trafikkontoret, som blir förvaltare av det nya gatunätet, anger i sina dagvattenriktlinjer att "fördröjnings- och reningsanläggningar kan anläggas under parkeringsytor och gång- och cykelvägar", vilket syftar till slutna lösningar i form av exempelvis rörmagasin. Detta innebär att lösningar som både renar och fördröjer, som exempelvis nedgrävda makadammagasin, inte går att anlägga i denna del av planområdet. Istället föreslås ett rörmagasin, som är en tät anläggning och därmed mer lämplig att förlägga i närheten av vägkroppen och påverkas mindre vid höga grundvattennivåer. Då jordarterna i denna del av planområdet har låg permeabilitet är möjligheterna till infiltration, vilket är en av fördelarna med öppna dagvattenlösningar, dessutom små.

För att uppfylla krav på fördröjning av 10 mm per m² hårdgjord yta för området som avvattnas till Olof Asklunds gata krävs ca halva den beräknade fördröjningsvolymen för allmän platsmark (se Tabell 2), dvs ca 240 m³. Detta kan uppfyllas med exempelvis 305 m rör med dimension 1000 mm, eller 156 m rör med dimension 1400 mm. Som visas i Figur 17-Figur 18 föreslås ett mindre rörmagasin i den norra delen av Olof Asklunds gata, och ett större rörmagasin i den västra delen, anpassat efter befintlig höjdsättning och anslutningspunkter.

Då fördröjning i rörmagasin ej anses medföra någon rening av dagvattnet erfordras en reningsanläggning i anslutning med magasinet. Ett alternativ till konventionella öppna lösningar är dagvattenfilter, som vanligtvis anläggs i form av filterkassetter i en nedstigningsbrunn. Se exempel i Figur 20. Filterbrunnen har generellt en god reningseffekt och tar väldigt lite utrymme i anspråk. En nackdel är den begränsade hydrauliska kapaciteten genom filterelementen. Reningseffekten är med andra ord som högst vid låga flöden, då hela dagvattenflödet kan passera genom filterelementen istället för att brädda genom en bypass-ledning. För att utnyttja filtren så bra som möjligt bör filterbrunnen placeras nedströms magasinet, så att dagvattenflödet fördröjs innan det rinner in i filterbrunnen. Genom en strypning på utloppssidan på rörmagasinet, t ex med en ledning med liten dimension i botten av rörmagasinet kombinerat med en större bräddledning vid ledningshjässan, uppnås både en effektiv fördröjning och en effektiv rening av dagvattnet. Filterbrunnen kräver mer frekvent drift och underhåll än öppna lösningar, men har en längre livslängd. Beroende på hur hårt belastade anslutna ytor är, kan filtren behöva bytas ut 2-3 gånger per år. Belastningen kan undersökas med spolningstester av filtren för att bedöma hur ofta dessa behöver spolas respektive bytas ut. Alternativa lösningar, som makadammagasin, kräver inte lika frekvent drift, men dessa har däremot en betydligt kortare livslängd, på ca 15-20 år, då ett sådant magasin i princip behöver grävas upp och anläggas på nytt.

För att effektivt rena dagvattnet från gator och parkeringsplatser (GC-banor är undantagna reningskrav) för det dagvatten som föreslås ledas till Olof Asklunds gata behöver filterbrunnar med en kapacitet för 16 000 m² belastande yta anläggas. Detta kräver ca 16 st filter totalt, vilka kan fördelas på olika vis. I en nedstigningsbrunn med diameter 3 m får det exempelvis plats 4-5 filter av typen "Hydrosystem" (Rent Dagvatten, 2017). Filterbrunnarna föreslås placeras under GC-banor för att underlätta framtida drift.



Figur 19: Exempel på ett nyanlagt rörmagasin i Norrköping (SMHI, 2016).



Figur 20: Exempel på filterbrunn för rening av dagvatten av typen "Hydrosystem" (Rent Dagvatten, 2017).

A Odhners gata

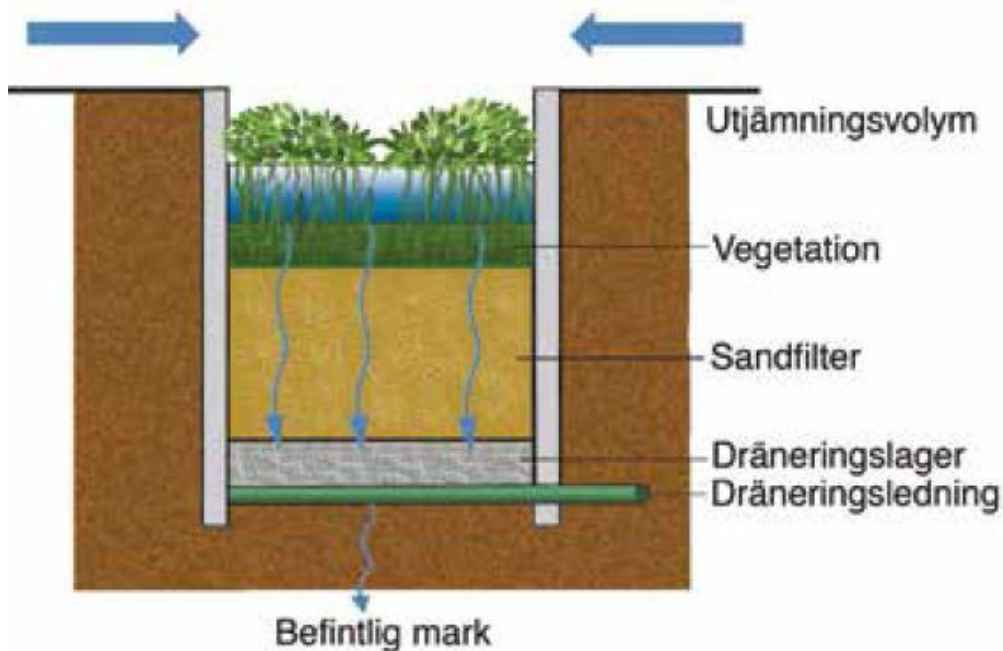
Vid A Odhners gata finns det mer utrymme för gröna, öppna dagvattenlösningar än vid Olof Asklunds gata, specifikt längs med det befintliga trädstråk som löper längs med gatan, se Figur 21. Här har föreslagits två alternativ i form av biofilter, respektive makadamdike. För gröna dagvattenlösningar är en tumregel att anläggningen ska uppta en yta motsvarande 2-6 % av belastande yta (se avsnitt 4.5). För A Odhners gata innebär det att lösningarna behöver uppta en yta på ca 950 m².



Figur 21: Trädrad längs med A Odhners gatan. Bild från Google Maps.

Alternativ 1: Biofilter

Biofilter är en dagvattenlösning som kombinerar flera olika reningsmetoder. Utöver fördröjning genom ytmagasinering och infiltration genom ett sandfilter medför denna form av anläggning relativt god reningseffekt samtidigt som den skänker ett estetiskt mervärde i form av växtlighet. Ett koncept för biofilter visas i Figur 22, och exempel på hur biofilter kan utformas i vägmiljö visas i Figur 23.



Figur 22: Princip för utformning av ett biofilter (Svenskt Vatten, 2016).

Fördröjning sker dels genom magasinering på ytan, och dels i sandfiltrets porvolym, medan rening sker genom översilning, sedimentering och fastläggning vid infiltration. Mest fördelaktig rening och fördröjning fås om vattnet rinner till biofiltret via markytan. Detta kan säkerställas genom att biofiltren sänks ned och att ledningar avslutas med utlopp genom slänten ned till biofiltren. Om ny höjdsättning gör dessa anslutningar svåra att få till är ett alternativ till ledningsnät öppna ytstråk eller dagvattenrännor. För att säkerställa reningskapaciteten behöver ca 40 % av ytan för det planerade trädstråket utformas som biofilter. Dessa kan med fördel utformas som flera separata sammankopplade anläggningar. Valet av biofilter som anläggning kan dock försvåra möjligheterna att behålla och nyplantera befintliga träd längs med detta stråk.



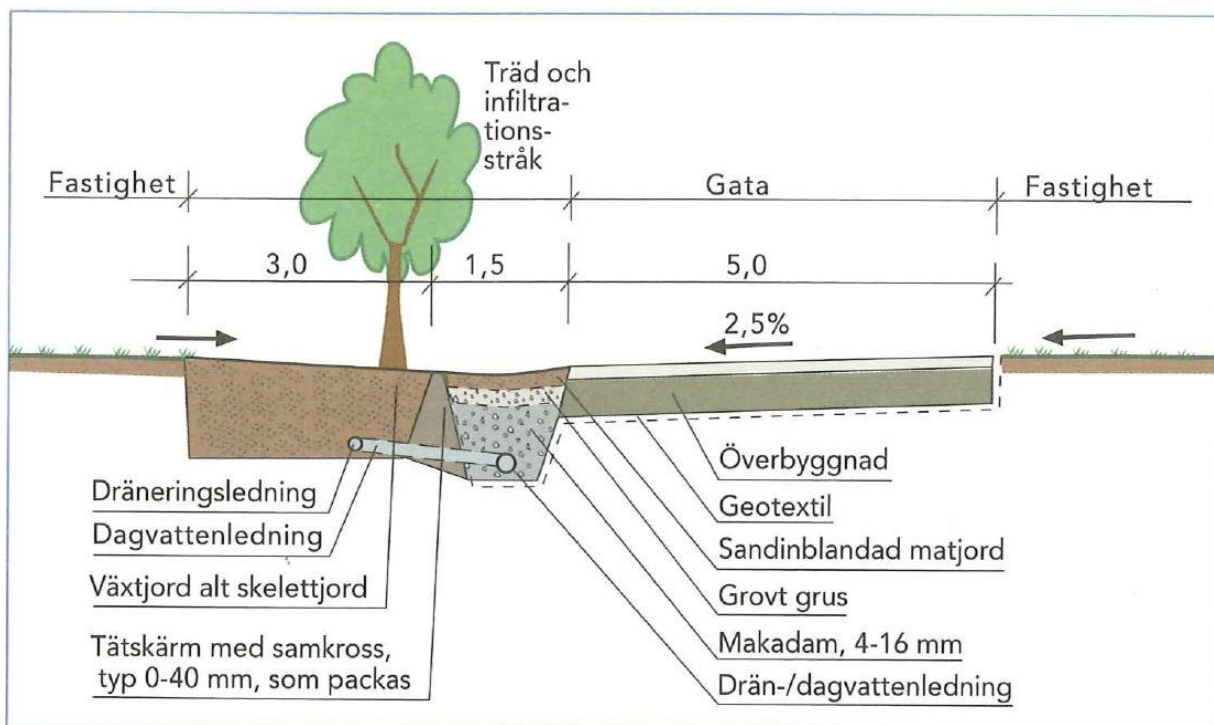
Figur 23: Exempel på ett biofilter i vägmiljö (City of Victoria, 2017).

Alternativ 2: Makadamdike

Ett alternativ till biofilter är att anlägga infiltrationsstråk i form av makadamdike. En typsektion för ett sådant dike visas i Figur 24. Fördröjning sker genom att vatten lagras i makadamens porvolym (ca 33 %) medan rening sker genom fastläggning i makadamen i samband med vattnets genomströmning.

För att uppfylla kraven på ytbehov behöver makadamdiket vara ca 3,2 m brett och löpa längs med hela den ca 300 m långa trädraden. Denna bredd kan vara svår att uppnå invid befintliga och eventuella planerade träd. Detta skulle kunna lösas genom att lokalt vid träden göra diket smalare.

Mest fördelaktigt är om dagvatten kan avledas till makadamdiket via markytan, för att på så vis infiltrera ner i diket, men det är också möjligt att leda in vatten från ledningsnät och fördela detta med t ex perforerade perkolationsbrunnar.





Figur 25: Exempel på utformning av ett biofilter på kvartersmark som visar hur anläggningen kan delas upp i mindre delanläggningar och integreras med grönytor (Vegtech, 2016).

För kvarter 6 och 25 (se Figur 17 respektive Figur 18) är inga innergårdar planerade, samtidigt som kvartersmarken utöver byggnaderna är väldigt begränsad. Detta försvårar möjligheten att anlägga en tillräckligt stor dagvattenanläggning inom kvartersmark. Dock skulle biofiltren kunna anläggas som en rabatt på förgårdsmark, omkring respektive byggnad och på så vis sannolikt uppfylla erforderligt ytbehov. Exempelvis är omkretsen runt byggnaden i kvarter 6 136 m, medan uppskattat ytbehov endast är 32 m². En 1 m bred rabatt med biofilter skulle därmed med råge uppfylla ytbehovet. Intill byggnader kan biofilter anläggas som upphöjda växtbäddar (se exempel i Figur 26) för att ge en mer fuktsäker och mindre skrymmande lösning.

Om biofilter inte kan anläggas på förgårdsmark för de delar av taken som lutar ut mot gatan måste taken ges en utformning eller avvattningslösning som innebär att allt takdagvatten kan ledas till biofilter placerade på innergården.

För några kvarter kan det bli aktuellt med underjordiska parkeringsgarage, vilket innebär att innergårdarna här kommer anläggas ovanpå betongbjälklag. För att inte betongbjälklagen ska överbelastas måste djupen på dagvattenanläggningarna begränsas. I Tabell 6 anges vilka krav som ställs på djupen på föreslagna dagvattenlösningar (efter att de har dimensionerats för ytbehov för rening) för att dessa ska uppfylla de fördröjningskrav som Göteborgs Stad ställer. Av tabellen framgår att de flesta lösningar kan utformas med ett djup på ca 0,2 m och ändå uppfylla krav på fördröjning. Om biofilter med sandlager, dränering m m trots det visar sig bli en för skrymmande lösning är ett alternativ att här anlägga en s k torr damm, dvs en damm som normalt sett är torr, men fylls upp vid regn. Denna kan utformas utifrån den area och det djup (exempelvis endast 0,2 m) som krävs för att uppnå dimensionerande fördröjningsvolym för respektive kvarter, angivet i avsnitt 2.5. Den torra dammen kan tömmas med en strypande dagvattenränna, alternativt via en brunn vidare till upphängd ledning under betongbjälklaget. I den torra dammen ansamlas föroreningar genom fastläggning i botten av dammen. För att ytterligare öka reningsgraden kan gräsytor anläggas runt dammen som översilningsytor för dagvattnet. För dagvattenanläggningar ovanpå betongbjälklag, och även eventuella planerade "takträdgårdar" på dessa ytor, är fuktsäkerheten viktig och bör säkras med underliggande tätskikt och exempelvis ett lager med dränerande singel. För betongbjälklag där dagvatten- och vegetationslösningar planeras bör lasten beräknas till minst 1000 kg/m² (02LANDSKAP, 2017).



Figur 26: Exempel på biofilter på förgårdsmark i form av en "upphöjd växtbädd", vilket ger en mer fuktsäker lösning än en nedgrävd växtbädd intill husgrunden (Vinnova, 2014).

En typ av dagvattenanläggning som emellanåt föreslås i dagvattenutredningar är gröna tak. Dessa har begränsad magasinering förmåga på upp till ett par mm, och kan enbart omhänderta takdagvatten. För flera föroreningsämnen är koncentrationerna lägre från gröna tak än konventionella tak, men halterna av näringsämnena fosfor och kväve tenderar att vara betydligt högre (StormTac, 2016). Då fosfor är ett prioriterat ämne för Stora Ån ställer gröna tak ännu större krav på nedströms dagvattenanläggning i form av biofilter på kvartersmark. Vidare innebär reningskraven på dagvatten att anläggningarna i första hand dimensioneras utifrån renings- snarare än fördröjningseffekt.

För kvarter 20 i den sydvästra och kvarter 29 i den sydöstra delen av planområdet med sandig morän (se Figur 3) bör biofiltren anläggas så att de ansluter till underliggande sandjord, för att i högsta möjliga mån kunna omhänderta dagvattnet lokalt genom infiltration.

Eftersom vägdagvattnet hanteras i separata anläggningar måste dagvatten från kvartersytor samlas upp i separata ledningar ner till befintliga anslutningspunkter markerade i Figur 17 och Figur 18. Ledningar som visas i dessa figurer är ett förslag för att avleda specifikt vägdagvatten, och bör alltså inte kopplas samman med ledningar från kvartersmarken. En genomgång av befintlig höjdsättning visar att det inte ska vara några problem att få tillräckligt med fall och djup på ledningar och anläggningar som föreslås.

4.5 Föroreningsmängder före och efter exploatering

Då recipienten Stora ån är klassad som en "Mycket känslig" recipient av Göteborgs Stad ställs stora krav på reningsmetod, framför allt för hårt belastade ytor. Inom planområdet utgörs de hårt belastade ytorna av Olof Asklunds och A Odhners gata, vilken tillhör "Allmän mark". Kvartersmarken består främst av typen "flerfamiljshusområde" samt för två kvarter av "parkmark". Markanvändningstyperna samt respektive belastningsgrad och föreslagen reningsmetod redovisas i Tabell 4.

Tabell 4: Erforderlig form av rening utifrån planerad markanvändning.

Kvarter	Markanvändning	Belastningsgrad	Reningsmetod
Allmän mark	Väg 8– 20 000 ÅDT, GC-banor, Väg < 8000 ÅDT	Medelbelastad – Hårt belastad	Omfattande rening
Kvarter 1-30	Flerfamiljshusområde, parkmark	Ej belastad - Medelbelastad	Rening

För den allmänna marken rekommenderas enligt Göteborgs stads PM "Reningskrav för dagvatten" "omfattande rening" vilket innefattar avsättning i avsättningsmagasin, våtmark eller i våt damm. Som tidigare nämnt leds dagvatten från planområdet genom Järnbrottsdammarna innan utloppet i Stora ån. Dessa dammar är dock hårt belastade och ligger utanför planområdet. Inom planområdet behövs därför ytterligare reningsanläggningar. Exempelvis renar ett makadamdike både genom sedimentation och infiltration men definieras inte som "Omfattande rening" då reningen formellt inte sker i form av avsättning. I "Reningskrav för dagvatten" anges dock att detta bara är förslag på reningsmetoder, och att andra metoder kan användas om kvalitetskraven uppfylls. Reningseffekten i makadamdiken bedöms vara tillräckligt hög och anläggningstypen tillräckligt effektiv med avseende på de platsbegränsningar som finns inom planområdet. Exempelvis finns det inte tillräckligt med yta på allmän gatumark att anlägga en damm eller våtmark.

Kvartersmarken består av dels takytor och dels ofrafikerad gårdsmark. Ofrafikerad gårdsmark klassificeras som medelbelastad enligt definitionen i "Reningskrav för dagvatten" i och med att de ingår i ytkategorin "Flerfamiljshusområde". Dessa ytor bedöms inte vara mer förorenade än t ex torgytor och villaområden, vilka har klassningen "Mindre belastad yta". Dessa bedöms ändå erfordra någon slags rening av följande anledningar: recipienten är mycket känslig och då rekommenderas även att dagvatten från "mindre belastade ytor" genomgår någon form av rening, takytor är mer svårklassificerade och innehållet styrs av dels val av takmaterial och dels atmosfärisk deposition, ur ett planperspektiv kan det även vara fördelaktigt att fördela ut reningsanläggningarna eftersom att det är dagvattenkvaliteten från planområdet som helhet som bedöms under plansamrådet. Dessutom innebär fördröjningskrav att någon form av anläggning krävs på gårdsmarken, vilka med fördel kan kombineras med växtlighet av estetiska skäl, i form av föreslagna biofilter.

För att gröna anläggningar effektivt ska kunna rena dagvatten behöver de spänna över i storleksordningen 2-6 % av den area som belastar dagvattenanläggningen (StormTac, 2016). Tabell 5 visar de värden som har ansatts för olika marktyper, där mer förorenade ytor har tilldelats högre värden än mindre förorenade ytor.

Tabell 5: Rekommenderade minsta storlek på grön dagvattenanläggning beroende på marktyp.

Yta	Storlek på anläggning [%]
Hårdgjord kvartersyta	4
Tak	4
Väg	6
Parkering	6
GC-bana	0
Grönyta	0

Utifrån nödvändig storlek på anläggning har nödvändig yta för "gröna" dagvattenanläggningar beräknats för kvartersmarken och den allmänna marken, och redovisas i Tabell 6.

Tabell 6: Ytbehov för rening samt nödvändigt effektivt djup för dagvattenanläggningar inom planområdet

Kvarter_ID	Ytbehov rening [m2]	Volymbehov fördröjning [m3]	Nödvändigt effektivt djup [m]
1	406	68	0.17
2	253	41	0.16
3	165	26	0.16
4	139	30	0.22
5	187	24	0.13
6	32	7	0.22
7	141	26	0.18
8	163	30	0.18
9	0* (parkmark)	3	0*
10	147	27	0.18
11	0* (parkmark)	5	0*
12	82	14	0.17
13	126	24	0.19
14	151	27	0.18
15	163	25	0.15
16	181	32	0.18
17	12	1	0.08
18	207	36	0.17
19	130	17	0.13
20	192	33	0.17
21	124	23	0.19
22	176	32	0.18
23	0* (parkmark)	4	0*
24	135	24	0.18
25	36	7	0.19

26	115	21	0.18
27	139	25	0.18
28	35	5	0.14
29	631	86	0.14
30	164	29	0.18
Allmän	1928	482	0.25

Med effektivt djup menas det djup som är tillgängligt för magasinering av vatten. Exempelvis ger en porositet i en jordart på 40 % ett effektivt djup på 0,4 m per meter. Som framgår av Tabell 6 krävs inga större djup för att tillräckliga magasinsvolymer ska uppnås. Dessa djup uppnås med god marginal genom föreslagna anläggningar som biofilter och makadamdiken. Med 1 meters djup blir ett effektivt djup för en sådan anläggning, inklusive magasinering av vatten på ytan, ca 0,4-0,5 m, vilket ger god marginal för kravet på fördröjningsvolymer. Därmed kan renings- snarare än fördröjningsbehovet anses vara styrande för nödvändig storlek på dagvattenanläggningarna inom planområdet.

Miljöförvaltningens riktvärden, KoV:s målvärden, schablonvärden för markanvändningstyper inom planområdet samt schablonvärden för reningseffekt av föreslagna anläggningar redovisas i Tabell 7. Dessa värden utgör ingångsvärden i föroreningsberäkningarna. Beräknade föroreningshalter i dagvatten från planområdet före och efter exploatering redovisas i Tabell 8. Värden som uppfyller Miljöförvaltningens riktvärden har markerats med grönt, medan värden som ej uppfyller riktvärdena har markerats med rött. Då Stora ån är "mycket känslig" har hänsyn endast tagits till Miljöförvaltningens riktvärden.

Tabell 7: Föroreningshalter för olika markslag (µg/l) samt reningseffekt för föreslagna anläggningar (%) som har använts som indata i föroreningsberäkningarna, i relation till Miljöförvaltningens (MF) riktvärden och Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Benz	TBT	As	TOC
MF riktvärde	50	1250	14	10	30	0.4	15	40	0.05	25000	1000	0.05	10	0.001	15	12000
KoV målvärde	150	2500	14	22	60	0.4	15	40	0.05	60000	1000	0.05	10	0.001	15	20000
0 ÅDT	133	2375	2.61	18.9	30.6	0.225	6.3	4.1	0.076	54565.2	721	0.0095	3.8	0.0016	2.5	19589
100 ÅDT	133	2375	2.7	18.9	31.5	0.225	6.3	4.1	0.076	54755.1	721	0.0096	3.8	0.0016	2.5	19653
500 ÅDT	134	2375	2.97	18.9	36	0.225	6.48	4.3	0.076	55512.9	723	0.01	3.8	0.0016	2.5	19732
8 000 ÅDT	161	2375	8.55	29.7	118.8	0.27	9	7	0.076	69735.6	750	0.017	3.8	0.0016	2.5	21161
10 000 ÅDT	168	2375	9.9	32.4	141.3	0.288	9.9	7.8	0.076	73528.2	757	0.019	3.8	0.0016	2.5	19573
GC-väg	139	1906	2.9	19	28	0.25	5.9	3.7	0.07	6192	710	0.009	3.8	0.002	2.5	19573
Parkmark	71	1114	3	8.8	15	0.14	1.6	1.5	0.01	27827	105	0	0.9	0.002	4.1	5698
Parkering	94	1088	28	38	132	0.42	14	3.8	0.04	131177	744	0.056	0.21	0.002	2.5	18657
Tak	90	1800	2.6	7.5	28	0.8	4	4.5	0.005	25000	0	0.44	0.09	0.002	3	8500
Flerfamiljshusområde	240	1544	11	24	81	0.52	9.2	7.8	0.02	55160	536	0.038	0.49	0.002	3.3	15483
Reningseffekt biofilter	55%	34%	79%	58%	77%	83%	37%	76%	48%	67%	58%	80%	48%	50%	75%	48%
Reningseffekt krossdike	54%	53%	77%	78%	80%	74%	84%	84%	-	84%	-	-	-	-	-	-
Filterbrunnar	51%	89%	70%	46%	96%	93%	88%	94%	50%	-	98%	-	-	50%	62%	-

Tabell 8: Föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering innan rening, i relation till Miljöförvaltningens (MF) riktvärden och Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Benz	TBT	As	TOC
MF riktvärde	50	1250	14	10	30	0.4	15	40	0.05	25000	1000	0.05	10	0.001	15	12000
KoV målvärde	150	2500	14	22	60	0.4	15	40	0.05	60000	1000	0.05	10	0.001	15	20000
Planområde, före	105	1658	12	23	73	0.47	8.3	4.2	0.04	72455	476	0.16	1.2	0.0018	2.74	15173
Planområde, efter	139	1796	6	17	52	0.53	6.4	5.2	0.03	39952	377	0.19	1.3	0.0018	2.92	13841

Tabell 9: Föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering med rening i föreslagna anläggningar, i relation till Miljöförvaltningens (MF) riktvärden och Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden. För ämnen markerade med asterisk (*) underskattas sannolikt koncentrationen, då reningseffekten är okänd.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Benz	TBT	As	TOC
MF riktvärde	50	1250	14	10	30	0.4	15	40	0.05	25000	1000	0.05	10	0.001	15	12000
KoV målvärde	150	2500	14	22	60	0.4	15	40	0.05	60000	1000	0.05	10	0.001	15	20000
Planområde, före	105	1658	12	23	73	0.47	8.3	4.2	0.04	72455	476	0.16	1.2	0.0018	2.74	15173
Planområde, efter, med rening	64	938	1	8	10	0.08	3.2	1	0.02	19976	121	0.08	0.8	0.0009	0.82	8858

Av Tabell 8 framgår att planområdet idag överskrider Miljöförvaltningens riktvärden för fosfor (P), kväve (N), koppar (Cu), Zink (Zn), kadmium (Cd), suspenderade ämnen (SS), BaP, TBT och totalt organiskt kol (TOC). Efter exploatering påverkas föroreningssammansättningen i dagvattnet endast marginellt, och inga värden över- eller underskrider riktvärdena relativt idag.

Vid beräkning av reningseffekt har beräkningen viktats med antagandet att vägdagvatten genomgår rening i en kombination av dagvattenfilter, makadamdike och biofilter, samt att dagvatten från kvartermark genomgår rening i biofilter. För vissa föroreningsämnen, som exempelvis kvicksilver (Hg) och olja, saknas data för reningseffekt av krossdike. Dessa halter kan antas vara konservativt skattade, då de endast beräknas reduceras i biofilter och filterbrunnar. Resultaten har sammanställts i Tabell 9.

Som framgår av Tabell 9. leder föreslagen rening av dagvatten att Miljöförvaltningens riktvärden uppfylls för de flesta föroreningsämnen. Endast för fosfor och BaP överskrider riktvärden efter rening, och halterna beräknas reduceras betydligt jämfört med idag. För BaP överskattas sannolikt halterna, då reningseffekten är okänd för makadamdike och filterbrunnar och har satts till 0 %. För BaP härleds merparten av föroreningshalten från hustak, och de schablonhalter som har använts för tak (se Tabell 7). BaP, Bensapyren, är en cancerframkallande luftförorening som uppstår vid ofullständig förbränning. En av de största källorna till höga halter BaP är vedeldning. Detta skulle också kunna förklara den höga halten BaP i schablonhalterna för hustak, om halterna bygger på historiska mätningar från områden med vedeldade hus. För den typ av bebyggelse som är aktuell inom planområdet är BaP-halten från marktypen "flerfamiljshusområde" förmodligen mer lämplig, och drygt en storleksordning mindre. Om dessa halter används i beräkningarna uppfylls riktvärdet för BaP med god marginal. För fosfor är miljöförvaltningens riktvärden på 50 µg/l relativt hårt satt. Kretslopp och Vattens målvärden, vilka används för mindre belastade recipienter än Stora ån är jämförelsevis 150 µg/l, medan man i Stockholm använder 175 µg/l. Värt att notera är också att fosforhalten med föreslagen dagvattenhantering nästan halveras jämfört med idag. Dessutom renas dagvattnet ytterligare i Järnbrottsdammen nedströms planområdet, innan det leds ut i Stora ån. Järnbrottsdammen är förvisso hårt belastad, men det skulle räcka med en reningseffekt för på ca 20 % i dammen för att halterna skulle nå ned till Miljöförvaltningens riktvärden. Med stor sannolikhet uppnås detta värde innan dagvattnet rinner ut i Stora ån. Normalt sett har en damm reningseffekt för fosfor i storleksordningen 50 %, men detta kan variera utifrån hur hårt belastad dammen är.

Utöver redovisade föroreningsämnen har Miljöförvaltningen efterfrågat en bedömning av planens påverkan på PCB-halter i dagvattnet. Enligt Miljöförvaltningen har Stora ån och Våleviken en historik av hög PCB-belastning. Uppgifter för dagvattens PCB-innehåll för olika markslag är knapphändiga, och i det beräkningsprogram (StormTac) som har använts i denna utredning används samma värden på PCB-halt inlagd för flertalet olika markslag (totalt 0,082 µg/l). Huvudsakliga källor till PCB i dagvatten är exempelvis fogmassor i byggnader, kablar och transformatorer (Sweco, 2010). I EU är det numera förbjudet att använda PCB i nya produkter, vilket bör innebära en minskning av PCB-halterna i dagvatten från området när befintliga industribyggnader byggda innan PCB förbjöds rivs och ersätts med nya bostadshus.

I Tabell 10 nedan har årliga föroreningsmängder (kg/år) sammanställts. För denna beräkning antas en årsmedelnederbörd på 916 mm, utifrån stationsdata från SMHI 1995-2016 (SMHI, 2016). Likt för föroreningskoncentrationerna sjunker samtliga värden efter exploatering och rening, medan mängderna för vissa ämnen ökar och andra minskar efter exploatering utan rening.

Tabell 10: Årsmängder (kg) för föroreningar i dagvatten från planområdet före och efter exploatering, samt efter exploatering och rening.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Planområde, före	11.8	186	1.35	2.6	8.2	0.053	0.93	0.47	0.0045	8136	53.5	0.018	0.1	0.0002	0.31	1704
Planområde, efter	15.4	203	0.67	1.9	5.8	0.058	0.72	0.57	0.004	4499	44	0.02	0.2	0.0002	0.33	1582
Planområde, efter, rening	7.02	110	0.18	0.89	1.1	0.009	0.38	0.12	0.0025	2136	12.4	0.004	0.1	0.0001	0.09	1022

4.6 Påverkan på miljökvalitetsnormer för Stora ån

Dagvatten från planområdet avleds söderut, till Stora ån, och därefter ut i havsviken Välen. Då Stora ån är den närmast belägna vattenförekomsten enligt Vattendirektivet har detaljplanens påverkan på miljökvalitetsnormerna för denna vattenförekomst utretts.

Enligt VISS är den ekologiska statusen för Stora ån "Måttlig" medan den kemiska statusen "Uppnår ej god" (VISS, 2016). Miljöproblem som har identifierats är "Övergödning och syrefattiga förhållanden", "Miljögifter" samt "Förändrade habitat genom fysisk påverkan".

Att den ekologiska statusen anges vara "Måttlig" är på grund av belastning av näringsämnen, specifikt en hög totalfosforhalt, samt påverkan på habitat genom hydromorfologisk påverkan av strandnära exploatering och stora exploaterade ytor inom avrinningsområdet. Exploatering inom avrinningsområdet påverkar vattenförekomsten negativt genom att försämra "svämplanets struktur och funktion", med andra ord gör att vattendragets närområden får sämre förutsättningar att hantera översvämningar och inte får bidra med ekosystemtjänster på samma sätt som mindre exploaterade vattenförekomster.

Planförslaget med föreslagen dagvattenhantering kommer innebära reducerade mängder totalfosfor från dagvatten, från ca 12 kg till 7 kg, dvs en reduktion med 5 kg per år och nästan en halvering mot genererade mängder idag. Detta kommer därmed förbättra förutsättningarna att uppnå god ekologisk status. Avseende påverkan på hydromorfologin bör inte planområdet inverka negativt, då planområdet ligger högt uppströms beläget i avrinningsområdet, utanför både den strandnära zonen och vattendragets svämplan.

Vad gäller kemisk status uppnås ej "God" då halterna av kvicksilver samt polybromerade difenyletrar (PBDE) överskrider miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsten.

För Stora åns kemiska status innebär inte exploatering i planområdet några förväntade ökningsar av varken kvicksilver eller PBDE. Dessa ämnen härrör i regel från industriellt bruk, och i VISS anges att den främsta källan till kvicksilver i svenska vatten är till följd av atmosfärisk deposition (luftnedfall). PBDE är en industrikemikalie och sprids främst via läckage från varor, avfallsupplag samt atmosfärisk deposition. Kvicksilver ingår i föroreningsberäkningen i avsnitt 4.5 och beräknas minska efter exploatering, även innan rening av dagvattnet.

Sammanfattningsvis bör därför planområdet ha en positiv effekt på miljökvalitetsnormerna för Stora ån, förutsatt att föreslagen dagvattenhantering utförs.

Stora ån mynnar i Välen, en havsvik som tillhör vattenförekomsten Askims fjord. Planområdet påverkar inte denna vattenförekomst i lika stor grad som Stora ån, då andelen vatten som avrinner från planområdet relativt andra påverkanskällor är betydligt mindre. Det kan dock nämnas att även här bedöms planförslaget ha en positiv inverkan på miljökvalitetsnormerna. Askims fjord uppnår idag ej god status för ekologisk status på grund av övergödning, och ej god status för kemisk status på grund av för höga halter kvicksilver och bromerad difenyleter. Planförslaget med föreslagna dagvattenanläggningar bedöms som sagt leda till mindre utsläpp av både fosfor och kvicksilver jämfört med idag.

4.7 Kostnadsuppskattning

Kostnadsuppgifter för rörmagasin har hämtats från två tidigare projekt där rörmagasin av liknande storleksordning har anlagts. I det ena projektet anlades 2 st 140 m långa 1200 mm-rör och i det andra anlades 4 st 36 m långa 1400 mm-rör till en kostnad av 2,5 miljoner kr vardera (SMHI, 2016). Detta ger en anläggningskostnad per m³ magasinvolym på i genomsnitt 9 000 kr. För de kompletterande filterbrunnarna har en kostnadsuppskattning muntligen erhållits av från företaget Rent Dagvatten (2017) på 100 000 kr för en filterbrunn dimensionerad för 1 000

m² belastande förorenad yta. För filterbrunnar har driftkostnad uppskattats till kostnad för filterbyte (materialkostnad) där ett filter kostar 500 kr/st och förväntas bytas ut 2-3 gånger per år. Driftkostnaden av rörmagasinet är svår att kostnadsuppskatta, men består i kostnader för inspektering, rensning och spolning och har uppskattats till 5 % av anläggningskostnaden. I denna uppskattning ingår även arbetskostnaden för filterbytet.

Kostnadsuppgifter för makadammagasin har hämtats från Norconsult Å-prislista för markarbeten (Norconsult, 2012) och inkluderar kostnad för schakt, fyllning, dränledning, geotextil och grässådd. Makadammagasin sätts igen efterhand, och har en livslängd på uppskattningsvis 15 år. Driftkostnad per år för krossdiken har därför satts till $1/15 = 6,7 \%$ av investeringskostnaden.

För biofilter har kostnadsuppgift hämtats från de regnrabatter med likande struktur som anlagts i Kviberg, Göteborg. Dessa regnrabatter uppges ha kostat 2500-3000 kr/m², med en årlig driftkostnad på 70 kr/m² (SMHI, 2016). I kostnadsuppskattningen används siffran 3000 kr/m². Biofilter utgör i särklass den största delen av både investerings- och driftkostnader. Eftersom de ovanför markytan består av växtlighet i form av exempelvis en rabatt kan de dock i stor utsträckning ersätta sedan tidigare planerad växtlighet, vilket minskar kostnaden för denna. Detta har dock inte beaktats vid kostnadsberäkningen.

Investerings- och driftkostnader för föreslagna dagvattenanläggningar har summerats i Tabell 11.

Tabell 11: Summering av investeringskostnader för nya dagvattenanläggningar inom planområdet.

Del	Enhet	Kr/enhet	Antal	Anläggningskostnad (kr)	Driftkostnad per år (kr)
Rörmagasin	m ³	9 000	240 m ³	2 160 000	108 000
Filterbrunnar	1 st per 1000 m ²	100 000	9 st	900 000	11 000
Alt 1: Makadammagasin, bredd 3,2 m	m ²	354	964 m ²	341 000	23 000
Alt 2: Biofilter	m ²	3 000	964 m ²	2 892 000	68 000
Biofilter	m ²	3 000	4 370 m ²	13 110 000	306 000
Summa Alt 1:				16 511 000	448 000
Summa Alt 2:				19 062 000	493 000

5 Sammanfattning och rekommendationer

Planområdet kommer genom omvandling från industriområde till bostadsområde med flerfamiljshus medföra en viss ökning av hårdgjorda ytor. Implementering av Göteborgs Stads krav på en fördröjningsvolym på 10 mm/m² hårdgjorda ytor innebär dock att dimensionerande flöden till anslutande dagvattennät reduceras med omkring 33 % vilket bör ha positiva effekter på befintligt ledningsnät nedströms planområdet. Idag sker ingen rening av dagvattnet inom planområdet, och föroreningshalterna beräknas överskrida Miljöförvaltningens riktvärden för flera föroreningsämnen både före och efter exploatering. Därför har dagvattenanläggningar med både god renande och fördröjande effekt föreslagits. För kvartersmark har biofilter föreslagits. För allmän gatemark har rörmagasin med filterbrunnar längs med Olof Askunds gata, samt makadamdike alternativt biofilter vid trädstråket längs med A Odhners gata föreslagits, vilka kommer omhänderta samtligt dagvatten från gator, parkeringar och GC-banor inom planområdet. Samtliga föreslagna lösningar bedöms kunna rymmas inom planförslaget. Efter rening bedöms Miljöförvaltningens riktvärden endast överskridas för fosfor och BaP, dock sannolikt endast för fosfor och endast i liten mån. Jämfört med dagsläget innebär planförslaget med föreslagen dagvattenhantering dock en reduktion av årliga fosformängder med mer än 40 %.

Recipient för dagvattnet är Stora ån, som har klassificerats som "Mycket känslig" av Göteborgs Stad. Detta ställer höga krav på rening av dagvatten från Göteborgs Stads perspektiv. Vidare uppnår Stora ån, samt kustområdet Askims fjord, ej statusen god varken för ekologisk eller kemisk status enligt Vattendirektivet. Föroreningsberäkningar visar att fosforläckage till Stora ån och Askimsfjord kan reduceras efter exploatering i planområdet, förutsatt att föreslagna dagvattenanläggningar anläggs, och därmed bidra till att vattenförekomsten kan klassas som "God" avseende ekologisk status. I övrigt bedöms exploatering i planområdet inte påverka varken kemisk status, eller övriga kvalitetsfaktorer som ligger till grund för den ekologiska statusen, negativt. Vad gäller kemisk status bedöms planområdet med föreslagen dagvattenhantering innebära förbättrade kvicksilverhalter.

Planområdet är idag utsatt för relativt stora översvämningsdjup inom instängda områden, bland annat på Olof Askunds gata som är den enda förbindelsen mellan planområdets norra och södra del. Vid utformning av den nya planen bör gator och parkmark höjdsättas lägre än omkringliggande byggnader för att på så vis kunna avleda och omhänderta ytvatten vid skyfall. De två kvarteren med parkmark samt trädraden längs med A Odhners gata med närliggande områden föreslås höjdsättas så att ytvatten naturligt kan ytvledas hit vid skyfall.

5.1 Förslag på framtida utredningar

För att få bättre underlag för höjdsättning av nya byggnader, vägar och parkmark föreslås att befintlig skyfallskartering uppdateras utifrån preliminära höjdsättningsförslag. På så vis fås en bättre bild av översvämningsrisker med det nya planförslaget, och vilken förbättringspotential det finns i förändrad höjdsättning av exempelvis gator och parkmark för omhändertagande av ytvatten vid skyfall.

6 Referenser

02LANDSKAP, 2017. Mailkorrespondens med My Lekberg Hellström 2017-04-25.

City of Victoria, 2017. "Rain Gardens in Victoria":

http://www.victoria.ca/EN/main/residents/water-sewer-stormwater/stormwater/managing-rain-as-a-resource/rain_gardens_in_Victoria.html

Göteborgs Stad, 2015. "Program för Nordöstra Högsbo – Översiktlig dagvattenutredning del 1 och 2".

Göteborgs Stad, 2016. "Avrop på ramavtal för Yttre VA – allmän VA avseende dagvattenutredning".

Göteborgs Stad, 2016. "Förslag till Översiktsplan för Göteborg – Tillägg för översvämningsrisker. Samrådshandling Byggnadsnämnden 2016-05-17".

Göteborgs Stad, 2016. "Regnrabatter":

<http://goteborg.se/wps/portal?uri=gbglink%3a20155415226>

Göteborgs Stad, 2016. "Reningskrav för dagvatten".

Göteborgs Stad, 2016. "Skyfall – Underlag handläggarsöd översvämningshantering":

<https://www.vattenigoteborg.se/sd?site=sky>

Huddinge kommun, 2014. "Ta hand om dagvattnet – Råd vid planering och byggande av flerbostadshus".

Naturvårdsverket, 2016. <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Bensapyren-och-andra-PAHer-halter-i-luft-nedfall-regional-bakgrund/>

Rent Dagvatten, 2017. Telefonsamtal med Erik Bick, 2017-03-07.

SGU, 2016. "Jordartskartan, 1:25 000": <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

SMHI, 2015. "Klimatologi Nr 24, 2015: Framtidsklimat i Västra Götalands län".

SMHI, 2016. Klimatanpassningsportalen: "Regnrabatter i Göteborg, fördjupning":

<http://klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/regnrabatter-i-goteborg-fordjupning-1.95164>

SMHI, 2016. Klimatanpassningsportalen: "Fördröjningsmagasin för dagvatten i Norrköping":

<http://www.klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/fordrojningsmagasin-for-dagvatten-i-norrkoping-fordjupning-1.106848>

Stockholms Stad, 2009. "Växtbäddar i Stockholm Stad – en handbok".

Stockholm Vatten, 2005. Rapportnummer 2005-24: "Skelettjord – att hantera trafikdagvatten i stadsmiljö".

StormTac, 2016. Databas med föroreningsinnehåll och reningseffekter:

<http://www.stormtac.com/Post.php?id=98>

Svenskt Vatten, 2013. "P105 – Hållbar dagvattenhantering".

Svenskt Vatten, 2016. "P110 – Avledning av dag-, drän- och spillvatten".

Sweco, 2010. "Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten".

Trafikverket, 2014. "MB 310"

VISS, 2016. "Stora ån": <http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE639765-126882>

WRS, 2016. Rapport nr 2016-0915-A: "Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten".

BILAGOR

Tabell 12: Föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering innan rening, i relation till Miljöförvaltningens (MF) riktvärden och Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden. För kvarter visas föroreningshalter efter exploatering, innan rening.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Benz	TBT	As	TOC
MF riktvärde	50	1250	14	10	30	0.4	15	40	0.05	25000	1000	0.05	10	0.001	15	12000
KoV målvärde	150	2500	14	22	60	0.4	15	40	0.05	60000	1000	0.05	10	0.001	15	20000
Planområde, före	105	1658	12	23	73	0.47	8.3	4.2	0.04	72455	476	0.16	1.2	0.0018	2.74	15173
Planområde, efter	139	1796	6	17	52	0.53	6.4	5.2	0.03	39952	377	0.19	1.3	0.0018	2.92	13841
Kv. 1	141	1713	5	13	46	0.71	5.8	5.6	0.01	35228	182	0.3	0.2	0.0019	3.1	10868
Kv. 2	92	1398	17	25	87	0.59	9.6	4.1	0.03	84980	420	0.22	0.2	0.0019	2.72	14238
Kv. 3	159	1682	6	15	52	0.67	6.4	6	0.01	38869	246	0.26	0.3	0.0019	3.14	11711
Kv. 4	98	1786	3	8	31	0.78	4.3	4.7	0.01	26670	30	0.42	0.1	0.002	3.02	8887
Kv. 5	201	1611	9	20	67	0.59	7.8	6.9	0.02	47298	396	0.14	0.4	0.0019	3.22	13663
Kv. 6	104	1777	3	9	33	0.77	4.5	4.8	0.01	27753	49	0.4	0.1	0.002	3.03	9137
Kv. 7	123	1744	4	11	40	0.74	5.1	5.2	0.01	31646	118	0.35	0.2	0.002	3.07	10039
Kv. 8	121	1747	4	11	39	0.74	5.1	5.2	0.01	31272	111	0.36	0.2	0.002	3.06	9952
Kv. 9	71	1114	3	9	15	0.14	1.6	1.5	0.01	27827	105	0	0.9	0.0015	4.1	5698
Kv. 10	126	1739	5	11	41	0.73	5.2	5.3	0.01	32140	127	0.34	0.2	0.002	3.07	10153
Kv. 11	71	1114	3	9	15	0.14	1.6	1.5	0.01	27827	105	0	0.9	0.0015	4.1	5698
Kv. 12	135	1723	5	12	44	0.72	5.6	5.5	0.01	34041	161	0.32	0.2	0.0019	3.09	10593
Kv. 13	121	1747	4	11	39	0.74	5.1	5.2	0.01	31278	112	0.36	0.2	0.002	3.06	9954

Kv. 14	126	1739	5	11	41	0.73	5.2	5.3	0.01	32206	128	0.34	0.2	0.002	3.07	10168
Kv. 15	158	1683	6	15	52	0.67	6.4	6	0.01	38742	244	0.26	0.3	0.0019	3.14	11682
Kv. 16	129	1734	5	12	42	0.73	5.3	5.4	0.01	32798	139	0.34	0.2	0.0019	3.08	10305
Kv. 17	240	1544	11	24	81	0.52	9.2	7.8	0.02	55160	536	0.04	0.5	0.0018	3.3	15483
Kv. 18	134	1725	5	12	44	0.72	5.5	5.5	0.01	33867	158	0.32	0.2	0.0019	3.09	10553
Kv. 19	196	1618	9	19	66	0.6	7.7	6.8	0.02	46397	380	0.15	0.4	0.0019	3.21	13454
Kv. 20	134	1724	5	12	44	0.72	5.5	5.5	0.01	33926	159	0.32	0.2	0.0019	3.09	10567
Kv. 21	121	1747	4	11	39	0.74	5.1	5.2	0.01	31286	112	0.36	0.2	0.002	3.06	9955
Kv. 22	124	1743	4	11	40	0.74	5.2	5.2	0.01	31764	120	0.35	0.2	0.002	3.07	10066
Kv. 23	71	1114	3	9	15	0.14	1.6	1.5	0.01	27827	105	0	0.9	0.0015	4.1	5698
Kv. 24	128	1735	5	12	41	0.73	5.3	5.3	0.01	32681	137	0.34	0.2	0.0019	3.08	10278
Kv. 25	106	1773	3	9	34	0.77	4.5	4.8	0.01	28161	56	0.4	0.1	0.002	3.03	9232
Kv. 26	123	1743	4	11	40	0.74	5.2	5.2	0.01	31729	120	0.35	0.2	0.002	3.07	10058
Kv. 27	129	1734	5	12	42	0.73	5.3	5.4	0.01	32804	139	0.34	0.2	0.0019	3.08	10307
Kv. 28	154	1691	6	15	51	0.68	6.2	5.9	0.01	37853	228	0.27	0.3	0.0019	3.13	11476
Kv. 29	188	1633	8	18	63	0.62	7.4	6.7	0.02	44709	350	0.18	0.4	0.0019	3.2	13063
Kv. 30	129	1733	5	12	42	0.73	5.4	5.4	0.01	32846	139	0.34	0.2	0.0019	3.08	10317
Allmän	135	2000	6	22	57	0.26	7.1	4.4	0.07	43125	690	0.01	3.3	0.0016	2.59	18795

Tabell 13: Föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering med rening i föreslagna anläggningar, i relation till Miljöförvaltningens (MF) riktvärden och Kretslopp och Vattens (KoV) målvärden. För kvarter visas föroreningshalter efter exploatering och rening.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Benz	TBT	As	TOC
MF riktvärde	50	1250	14	10	30	0.4	15	40	0.05	25000	1000	0.05	10	0.001	15	12000
KoV målvärde	150	2500	14	22	60	0.4	15	40	0.05	60000	1000	0.05	10	0.001	15	20000
Planområde, före	105	1658	12	23	73	0.47	8.3	4.2	0.04	72455	476	0.16	1.2	0.0018	2.74	15173
Planområde, efter, med rening	64	938	1	8	10	0.08	3.2	1	0.02	19976	121	0.08	0.8	0.0009	0.82	8858
Kv. 1	64	1131	1	6	11	0.12	3.7	1.4	0.01	11743	76	0.06	0.1	0.001	0.78	5651
Kv. 2	41	923	4	11	20	0.1	6.1	1	0.02	28327	176	0.04	0.1	0.001	0.68	7404
Kv. 3	72	1110	1	6	12	0.11	4	1.5	0.01	12956	103	0.05	0.2	0.001	0.79	6090
Kv. 4	44	1179	1	3	7	0.13	2.7	1.1	0.01	8890	13	0.08	0.1	0.001	0.76	4621
Kv. 5	91	1063	2	8	16	0.1	4.9	1.7	0.01	15766	166	0.03	0.2	0.001	0.81	7105
Kv. 6	47	1173	1	4	8	0.13	2.8	1.2	0.01	9251	21	0.08	0.1	0.001	0.76	4751
Kv. 7	55	1151	1	5	9	0.12	3.2	1.3	0.01	10549	50	0.07	0.1	0.001	0.77	5220
Kv. 8	54	1153	1	5	9	0.12	3.2	1.3	0.01	10424	47	0.07	0.1	0.001	0.77	5175
Kv. 9	32	735	1	4	3	0.02	1	0.4	0.01	9276	44	0	0.5	0.0008	1.03	2963
Kv. 10	57	1148	1	5	10	0.12	3.3	1.3	0.01	10713	53	0.07	0.1	0.001	0.77	5280
Kv. 11	32	735	1	4	3	0.02	1	0.4	0.01	9276	44	0	0.5	0.0008	1.03	2963
Kv. 12	61	1137	1	5	10	0.12	3.5	1.3	0.01	11347	68	0.06	0.1	0.001	0.77	5508

Kv. 13	54	1153	1	5	9	0.12	3.2	1.3	0.01	10426	47	0.07	0.1	0.001	0.77	5176
Kv. 14	57	1148	1	5	10	0.12	3.3	1.3	0.01	10735	54	0.07	0.1	0.001	0.77	5287
Kv. 15	71	1111	1	6	12	0.11	4	1.5	0.01	12914	102	0.05	0.2	0.001	0.79	6075
Kv. 16	58	1144	1	5	10	0.12	3.4	1.3	0.01	10933	58	0.07	0.1	0.001	0.77	5359
Kv. 17	108	1019	2	10	19	0.09	5.8	1.9	0.01	18387	225	0.01	0.3	0.0009	0.83	8051
Kv. 18	60	1139	1	5	10	0.12	3.5	1.3	0.01	11289	66	0.06	0.1	0.001	0.77	5488
Kv. 19	88	1068	2	8	15	0.1	4.9	1.7	0.01	15466	160	0.03	0.2	0.001	0.8	6996
Kv. 20	60	1138	1	5	10	0.12	3.5	1.3	0.01	11309	67	0.06	0.1	0.001	0.77	5495
Kv. 21	54	1153	1	5	9	0.12	3.2	1.3	0.01	10429	47	0.07	0.1	0.001	0.77	5177
Kv. 22	56	1150	1	5	9	0.12	3.3	1.3	0.01	10588	50	0.07	0.1	0.001	0.77	5234
Kv. 23	32	735	1	4	3	0.02	1	0.4	0.01	9276	44	0	0.5	0.0008	1.03	2963
Kv. 24	58	1145	1	5	10	0.12	3.4	1.3	0.01	10894	58	0.07	0.1	0.001	0.77	5345
Kv. 25	48	1170	1	4	8	0.13	2.8	1.2	0.01	9387	24	0.08	0.1	0.001	0.76	4801
Kv. 26	55	1150	1	5	9	0.12	3.3	1.3	0.01	10576	50	0.07	0.1	0.001	0.77	5230
Kv. 27	58	1144	1	5	10	0.12	3.4	1.3	0.01	10935	58	0.07	0.1	0.001	0.77	5360
Kv. 28	69	1116	1	6	12	0.11	3.9	1.4	0.01	12618	96	0.05	0.2	0.001	0.78	5968
Kv. 29	85	1078	2	8	15	0.1	4.7	1.6	0.01	14903	147	0.04	0.2	0.001	0.8	6793
Kv. 30	58	1144	1	5	10	0.12	3.4	1.3	0.01	10949	58	0.07	0.1	0.001	0.77	5365
Allmän	63	770	2	11	8	0.03	2.7	0.7	0.04	28750	152	0.01	2.5	0.0008	0.82	14284