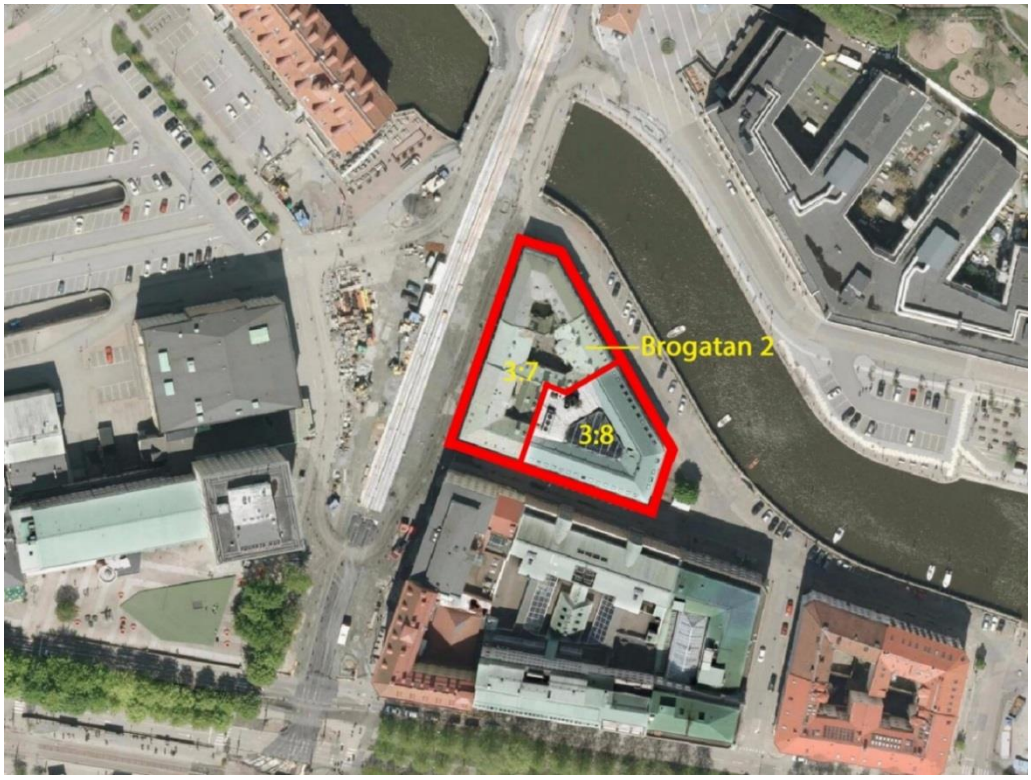
2018-05-28

Kompletterande dagvatten- och skyfallsutredning



Projekt: *Detaljplan för bostäder och verksamheter vid Kv. Röda Bryggan*

Beställare: *Lena Hasselgren, Stadsbyggnadskontoret*
Handläggare: *Emily Margossian, Kretslopp och vatten, UPR*
Kvalitetsgranskare: *Linnéa Lundberg, Kretslopp och vatten, UPR*

Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

Utveckling och projektavdelningen
Enheten för Regn, Rening, Recipient

Sammanfattning

Denna dagvatten- och skyfallsutredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor till detaljplanearbetet för kvarteret Röda Bryggan i stadsdelen Pustervik. Planområdet omfattar cirka 0,25 hektar och är uppdelat på de två fastigheterna Pustervik 3:7 samt Pustervik 3:8. Ingen allmän platsmark ingår i planområdet.

Efter planerad exploatering bedöms de hårdgjorda ytorna inom planområdet minska något. Dock medför klimatförändringar att det framtida dagvattenflödet från området kommer att öka med ca 20 %. För att minska belastningen på det kombinerade nätet ska dagvattnet istället anslutas till dagvattenledningar i Järntorgsgatan eller avledas ytledes ut till Fattighusån. Förslaget att leda dagvattnet direkt till Fattighusån, istället för som idag till Göta älv via reningsverket (eller bräddning), medför att mängden föroreningar som når Fattighusån ökar jämfört med befintliga förhållanden. Dock bedöms det vara en stor miljövinst att minska mängden dagvatten som avleds till kombinerade ledningar då detta frigör kapacitet i det kombinerade ledningsnätet och minskar risken för bräddning av orenat spillvatten längre nedströms i systemet. Planförslaget bedöms inte påverka möjligheten för aktuella vattenförekomster att uppnå MKN.

För att uppnå stadens krav på rening och fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta föreslås en kombination av regnbäddar på innergårdarna/terrasser samt underjordiska tankar i planerade garage/källare. Den enda yta som undantas från fördröjnings- och reningskrav är befintlig takyta (grönmålat plåttak) på Brogatan 2 som i dagsläget avrinner direkt mot Brogatan. Denna yta föreslås fortsatt avvattnas till stuprör med utkastare som avleder dagvattnet till närbelägen rännstensbrunn i gatan. Dagvattenåtgärder för att åstadkomma fördröjning och rening bedöms ej kunna utföras för denna byggnad utan att påverka kulturskyddet, således undantas byggnaden från dessa krav. För att minska uppkomsten av föroreningar är det av stor vikt att byggnadsmaterial som innehåller koppar- och zink ej används.

Då området är beläget i direkt anslutning till Fattighusån/vallgraven ska byggnader högvattensäkras till en nivå om lägst +2,8.

Planområdets innergårdar utgör instängda områden både före och efter exploateringen, varifrån dagvatten inte kan avledas ytledes vid skyfall. Det är därför viktigt att innergården avvattnas till ett dagvattensystem som avleder dagvattnet från gården och att framkomligheten till byggnaderna säkerställs genom att entréer och utrymningsvägar är belägna på högre nivåer än omgivande mark. Med denna utformning kan kraven på framkomlighet (max. vattendjup om 0,2 m) uppfyllas och planförslaget bedöms inte försämra situationen vid skyfall.

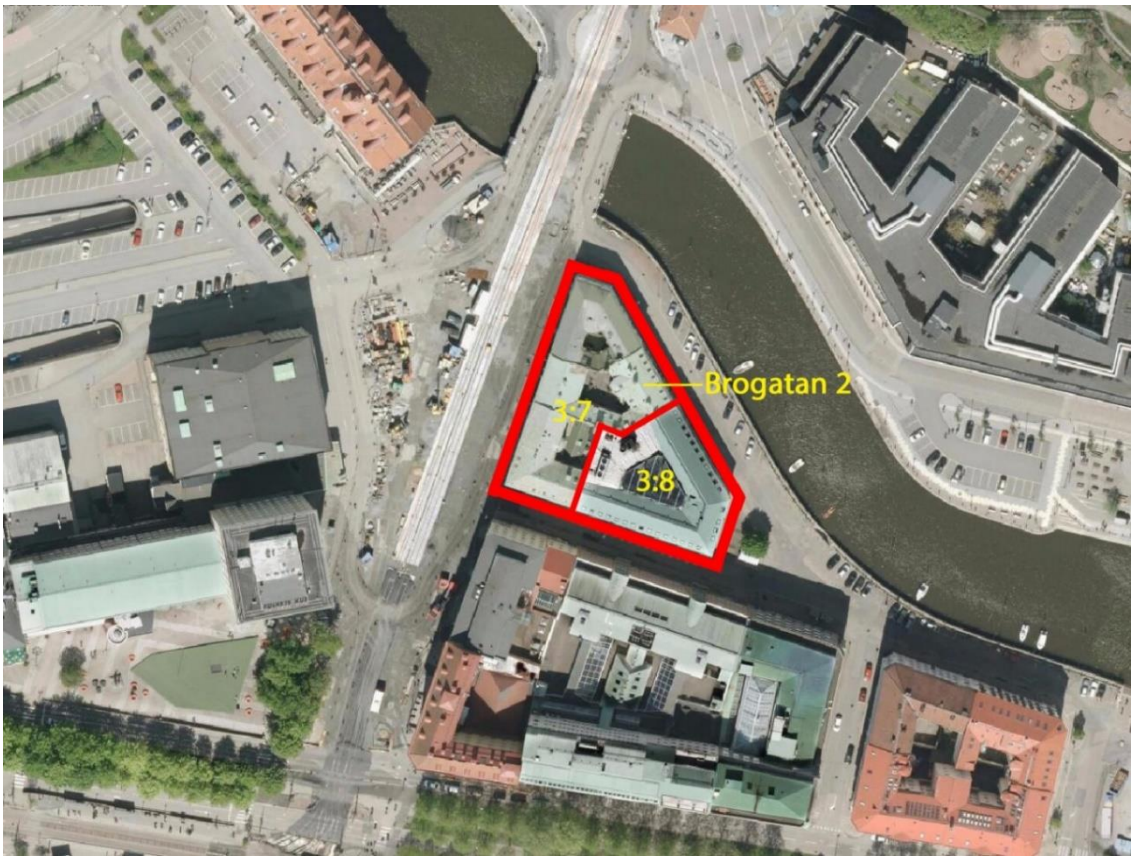
Innehållsförteckning

1. Projektbeskrivning 4
1.1 Syfte 6
1.2 Underlag 7
2. Förutsättningar 8
2.1 Miljökvalitetsnormer (MKN) 8
2.2 Riktvärden och reningskrav för dagvatten 8
2.3 Funktionskrav nya dagvattensystem 9
2.4 Göteborgs stads fördröjningskrav 9
2.5 Skyfall 10
3. Befintliga förhållanden 11
3.1 Markförhållanden 13
3.2 Recipient och avrinningsområde 13
3.3 Höga vattennivåer 15
3.4 Skyfall 16
3.5 Dikningsföretag 16
4. Föroreningsbedömning 17
5. Kapacitetsbedömning 18
5.1 Dimensionerande flöden 18
5.2 Påverkan på nedströms ledningsnät och vattendrag 19
6. Förslag dagvatten- och skyfallshantering 20
6.1 Resultat från föroreningsmodellering 24
6.2 Påverkan på miljökvalitetsnormer (MKN) 25

1. Projektbeskrivning

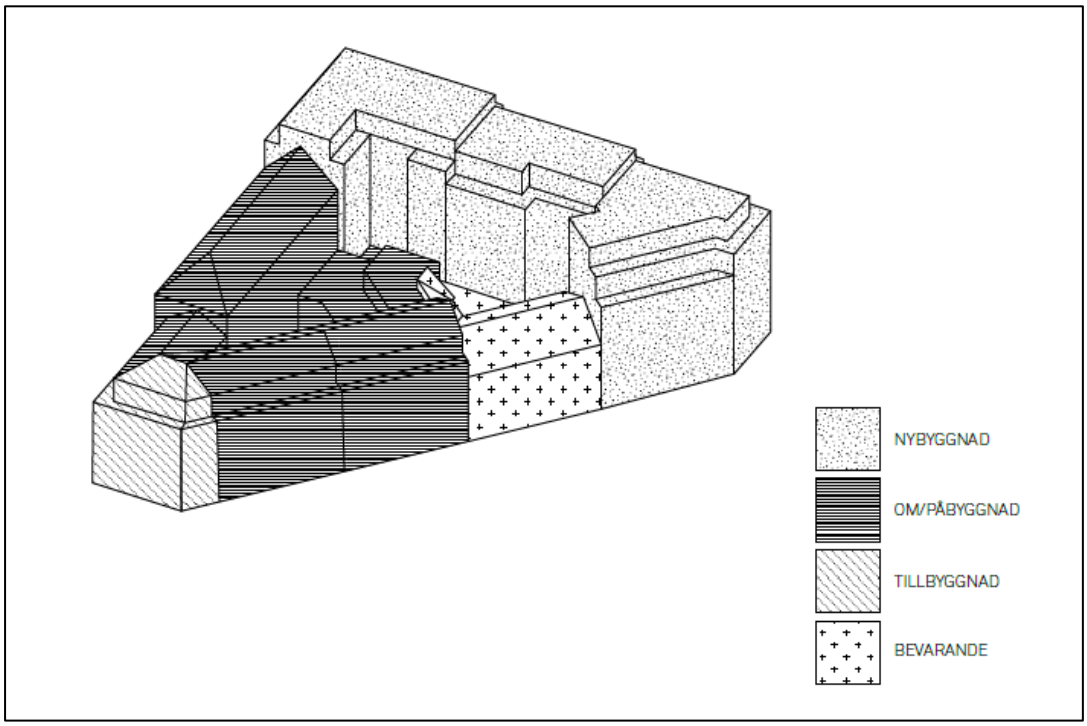
Planområdet är beläget nära Järntorget alldeles utanför Vallgraven sydväst om Göteborgs centrum. Planområdet omfattar det minsta kvarteret, Kv. Röda Bryggan, i stadsdelen Pustervik.

Planområdet omfattar cirka 0,25 hektar och är uppdelat på två fastigheter. Pustervik 3:7 ägs av Järnporten Pusterviksgatan AB, Järnporten Bostad 2 AB, Järnporten Bo-stad 1 AB, Järnporten Brogatan 2 AB och Pustervik 3:8 ägs av Eklandia fastighets Aktiebolag. I *Figur 1* kan planområdets geografiska placering och utbredning ses.



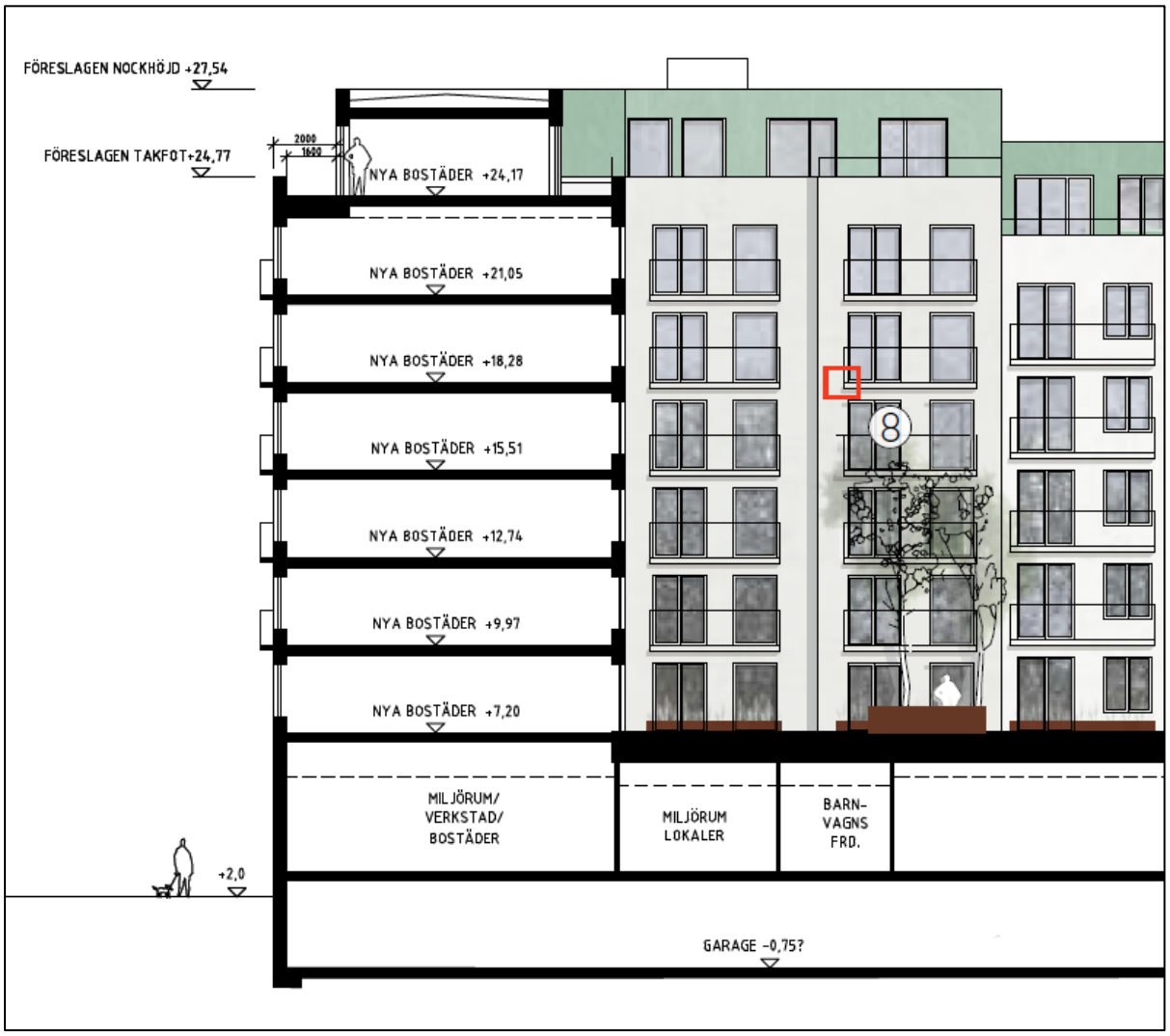
Figur 1. *Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden.*

Detaljplanen syftar till att möjliggöra en upprustning av hela kvarteret (Kv. Röda Bryggan) för att skapa en fungerande blandstad genom att tillskapa ca 130 nya bostäder och 2300 m^2 yta för verksamheter i bottenvåningen så som handel och kontor m.m. längst ett viktigt stråk i staden. Detaljplanen är i granskningsskedet, preliminär granskning 2018. I *Figur 2* kan planerade ombyggnader ses. Befintlig byggnad på Brogatan 2 kommer att bevaras.



Figur 2. *Planerade ombyggnader, sett från Brogatan (Semrén & Månsson, 2018-03-02)*

Befintliga källare behålls och fastigheternas innergårdar tillåts underbyggas med garage, se sektion i *Figur 3*.



Figur 3. *Utsnitt från gestaltningsprogrammet för utformning av innergården samt eventuell nivå för garage (Semrén & Månsson, 2018-03-02)*

1.1 Syfte

Förutsättningarna för dagvattenhantering har ändrats sedan den tidigare dagvattenutredningen (Ramböll 2013-06-28) togs fram vad gäller möjliga avledningsvägar, fördröjnings- och reningskrav, varför det krävs att en ny dagvattenutredning tas fram.

Syftet med föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning är att ta fram förslag på hur dagvatten från innergård och takytor kan hanteras och samordnas med skyfallshanteringen inom planområdet på ett hållbart sätt. Det innebär att bl.a. fördröjning, rening och avledning av dagvatten studeras samt lämplig hantering av skyfall.

1.2 Underlag

Följande underlag ligger till grund för utredningen:

- Förslag till Översiktsplan för Göteborg Tillägg för översvämningsrisker, utställningshandling (2017-12-19)
- Gestaltningsprogram, Semrén & Månsson (2018-03-02)
- Plankarta (2018-06-21, koncept)
- Situationsskiss, daterad 2018-03-27
- Geotekniskt PM, Tellstedt i Göteborg AB (2015-12-18, re. 2017-05-02)

2. Förutsättningar

Ett flertal förutsättningar är styrande i arbetet med dagvattenfrågor och skyfallshantering inom och i anslutning till utredningsområdet. Dessa sammanställs i efterföljande stycken.

2.1 Miljökvalitetsnormer (MKN)

Europaparlamentet införde år 2000 ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster. MKN uttrycker den ekologiska potential och kemiska kvalitet som ska ha uppnåtts vid en viss tidpunkt.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltnings-arbetet.

Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bl.a. innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2021.

2.2 Riktvärden och reningskrav för dagvatten

Dagvatten förorenas av bl.a. utsläpp från trafik, byggnadsmaterial och luftburna föroreningar.

För att minska dagvattnets påverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (2013). Dessa riktvärden uttrycks generellt som årsmedelhalter i form av föroreningsmängd per liter dagvatten. Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat vägledningen *Reningskrav för dagvatten* (2017-03-02) där bl.a. styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet.

I vägledningen ges en indikation på typ av rening som krävs baserat på recipientens känslighet samt ytan som avvattnas. I *Tabell 1* kan en matris för denna klassificering ses. Matrisen gäller för nybyggnation eller större ombyggnation.

Tabell 1. *Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen. Avstämt med Miljöförvaltningen 161027.*

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

2.3 Funktionskrav nya dagvattensystem

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt vattens publikation P110 *Avledning av dag- drän- och spillvatten* (2016). I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (=förtätning av befintligt) ha samma funktionskrav som nya system vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar eftersom nederbörden och därmed belastningen på dagvattensystemen förväntas öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i *Tabell 2*.

Tabell 2. *Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110 (Svenskt vatten, 2016), med markerat dimensioneringskrav för planområdet.*

	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
Nya duplikatsystem	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2 år	10 år	>100 år
Tät bostadsbebyggelse	5 år	20 år	>100 år
Centrum- och affärsområden	10 år	30 år	>100 år

För aktuellt planområde som bedöms motsvara ett *centrum- och affärsområde* ska således dagvattensystemen kunna avleda ett regn med 30 års återkomsttid utan att marköversvämning sker (trycklinjen i dagvattensystemet stiger till marknivå). Vidare ska ledningar kunna avleda ett regn med 10 års återkomsttid utan att kapaciteten i ledningen överskrids, d.v.s. utan att det dämmer bakåt i systemet.

2.4 Göteborgs stads fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten från alla hårdgjorda ytor ska fördröjas med en volym motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta innan anslutning sker till allmänt ledningsnät.

2.5 Skyfall

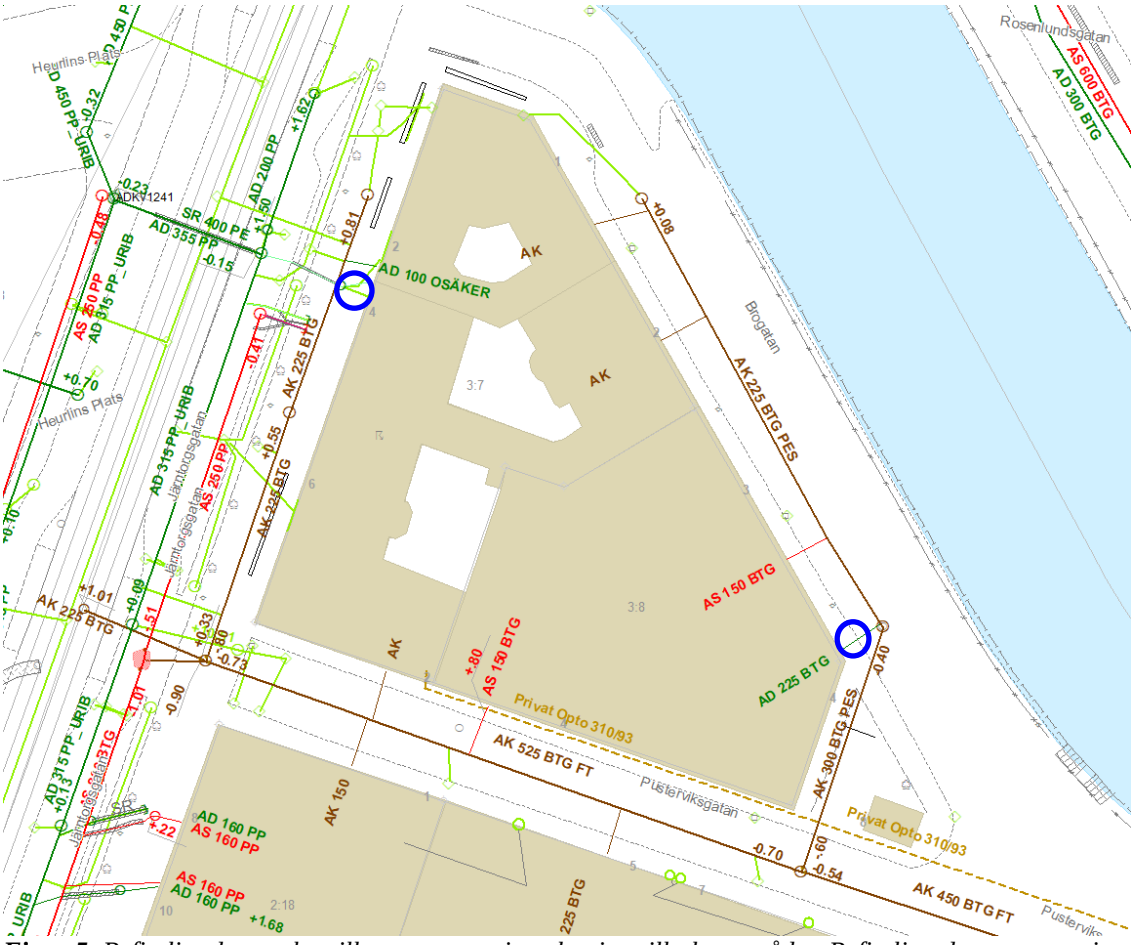
I planeringen ska eftersträvas att förebygga risk för översvämning till följd av skyfall. Ett tematiskt tillägg till översiktsplanen (TTÖP) är framtaget där planeringsnivåer anges för att minska denna risk. Dessa framgår av *Figur 4*. Kraven för framkomlighet vid utrymningsvägar är ett maximalt vattendjup om 0,2 m, vilket är viktigt att planen säkerställer.

FUNKTION/ SKYDDSOBJEKT	DIMENSIONERANDE HÄNDELSE/PLANERINGSNIVÅ		
	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		
Byggnad och byggnads-funktion - 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 prioriterade stråk och utrymningsvägar	Max djup **0,2 meter**		

Figur 4. *Förslagna krav enligt TTÖP, utställningshandling (2017-12-19)*

3. Befintliga förhållanden

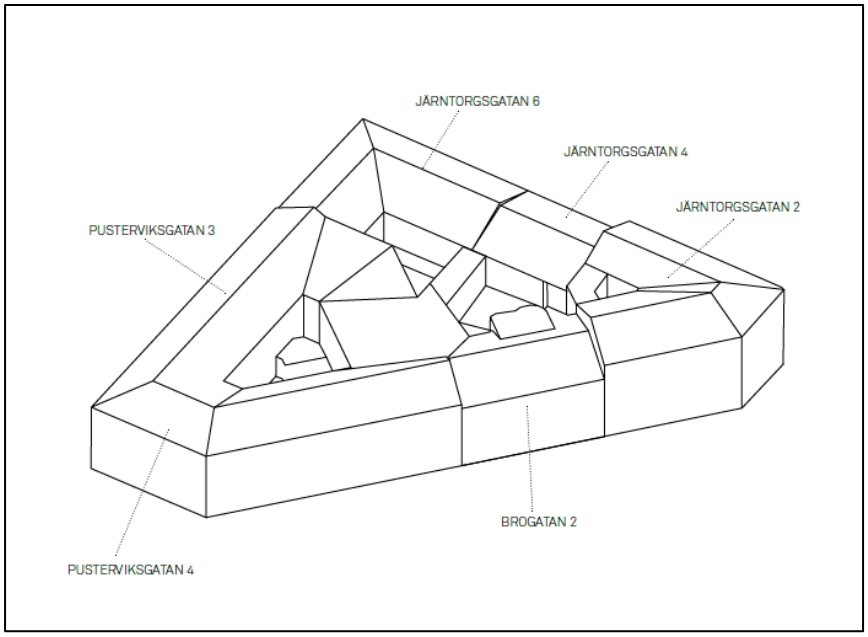
Avrinnande dagvatten från planområdet leds idag till kombinerade ledningar som omger kvarteret, se *Figur 5*. Sedan den tidigare dagvattenutredningen (Ramböll, 2013-06-28) togs fram har nya dagvattenledningar anlagts i Järntorgsgatan (läggningsår 2015) som släpper sitt vatten i Vallgraven, nära mynningen till Göta älv.



Figur 5. *Befintligt dag- och spillvattensystem i anslutning till planområdet. Befintliga dagvattenserviser till de två fastigheterna är markerade med blått*

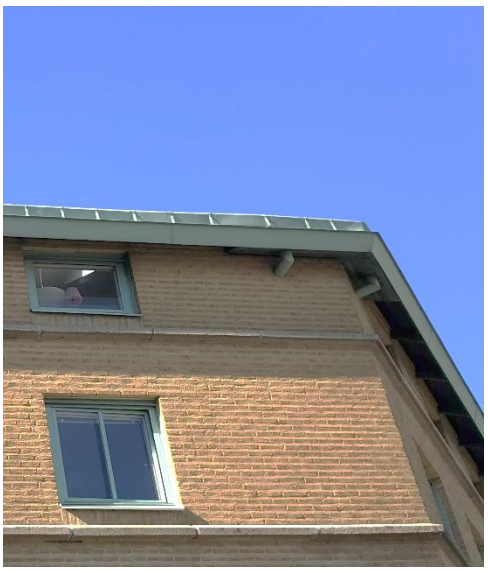
Översiktlig inventering utfördes i mars 2018. Vid platsbesöket noterades att takytor som lutas mot omkringliggande gator i viss utsträckning avvattnas till stuprör med utkastare som leder ut takvattnet på trottoaren och vidare till närliggande rännstensbrunn i gatan. Brogatan 2 som planeras bevaras avvattnas idag på detta sätt, se *Figur 6*.

Figur 6. *Befintlig byggnad som kommer att bevaras. Takytor som lutas mot gatan avvattnas via stuprör med utkastare till ränna och efterföljande rännstensbrunn i gatan*



Figur 7. *Befintliga byggnadskroppar (Semrén & Månsson, 2018-03-02)*

I *Figur 6* kan befintliga byggnadskroppar och taklutning ses. Även invändiga stuprör och stuprör ner till mark förekommer, se *Figur 8*.



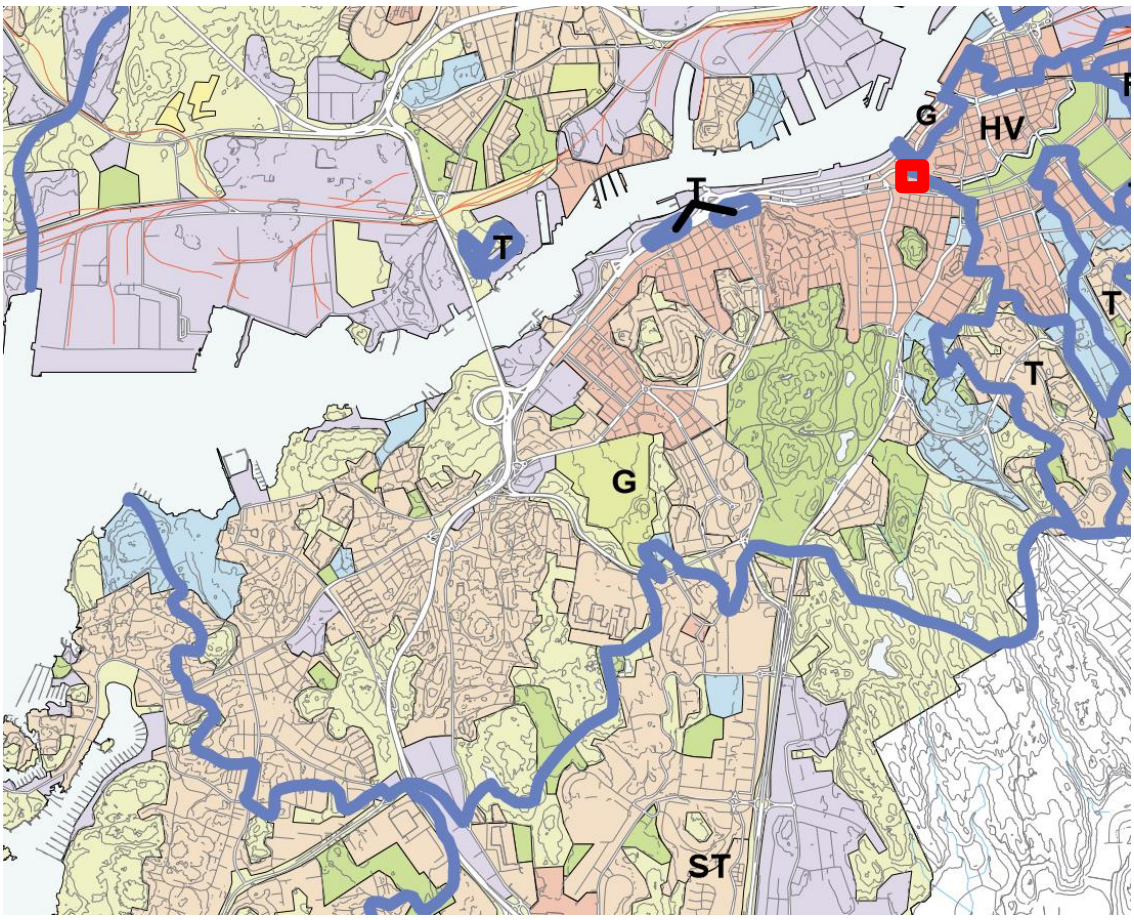
Figur 8. *Pusterviksgatan 4 har invändiga stuprör mot gatan (t.v.). Järntorgsgatan 4 och 6 har delvis stuprör till mark (t.h.)*

3.1 Markförhållanden

Byggnaden på fastighet Pustervik 3:8 är grundlagd med en vattentät källare. Byggnaderna på Pustervik 3:7 är grundlagda på kallmurar på rustbädd. Planförslaget medger underjordiskt parkeringsgarage/källare på båda fastigheter.

3.2 Recipient och avrinningsområde

Planområdet ligger inom avrinningsområdet för Göta älv, nedströms intaget till vattenverket. Avrinningsområdets utbredning framgår av *Figur 9*. Vid befintlig situation avleds dagvattnet till kombinerade ledningar som i första hand går till Ryaverket och sedan Göta älv. Recipienten påverkas endast vid bräddning, d.v.s. när ledningsnätets kapacitet överskrids vid kraftiga regn.



Figur 9. *Karta över avrinningsområde. Röd fyrkant markerar planområdets ungefärliga läge i nordost*
Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, 2002

Dagvattnet bräddar till den del av Göta älv som i VISS benämns *Göta älv- Säveåns inflöde till mynningen vid Älvsborgsbron* (WA68736339 / SE640423-126995)
Recipienten berörs av MKN enligt Vattendirektivet och enligt Förordning (2001:554) om MKN för fisk- och musselvatten (fiskvatten). Kvalitetskraven är *God ekologisk potential* till år 2027 och *God kemisk ytvattenstatus* (undantaget tributyltenn-föreningar (TBT), bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföroreningar).

Enligt den senaste statusklassningen är den ekologiska potentialen för vattendraget *otillfredsställande* (VISS, 2018) och den kemiska ytvattenstatusen klassas som *uppnår ej god* (även utan överallt överskridande ämnen).

Motiveringen till den ekologiska statusen grundar sig i hydromorfologiska förändringar genom fysisk påverkan.

Sveriges vattendrag har generellt för höga halter av kvicksilver och bromerade difenyletrar (PBDE). Halterna av kvicksilver och PBDE bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster i Sverige och beror av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga, globala atmosfäriska utsläpp från tung industri och förbränning av stenkol. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret under lång tid ackumulerats i skogsmarkens humuslager, varifrån det kontinuerligt sker läckage till ytvattnet med påföljande ackumulering i vattenlevande organismer och fisk. För de två parametrarna kvicksilver och PBDE finns ett undantag i form av mindre strängt krav, men försämringar får inte ske.

Generellt uppges miljöproblemen för vattendraget utgöras av påverkan från miljögifter och en betydande påverkanskälla uppges vara punktkällor i form av förorenade områden. Den kemiska statusen uppges vara god med avseende på industriella föroreningar (undantaget PBDE) och bekämpningsmedel.

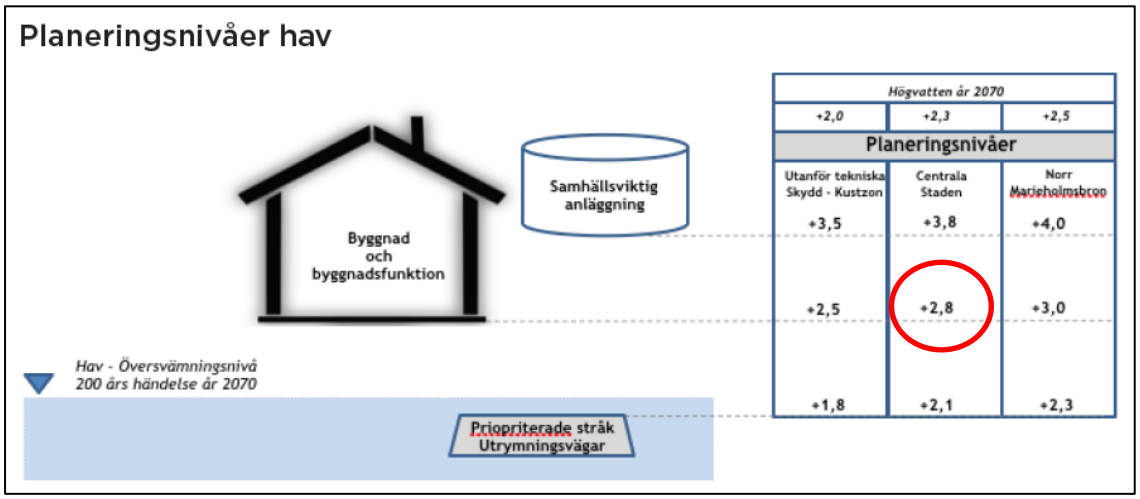
Statusen avseende näringsämnen är *god* och för försurning är statusen *hög*.

Vid en eventuell separering kommer dagvattnet att avledas till Fattighusån, (WA39571802 / SE640405-127139) ca 150 m uppströms sammanflödet med Göta älv. Kvalitetskraven för Fattighusån är *God ekologisk status* till år 2027 och *God kemisk ytvattenstatus* (undantaget bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföroreningar).

Enligt den senaste statusklassningen är den ekologiska statusen för vattendraget *måttlig* (VISS, 2018) och den kemiska ytvattenstatusen klassas som *uppnår ej god*. Vattendraget uppges ha problem med övergödning p.g.a. näringsämnen, tungmetaller, miljögifter samt morfologiska förändringar och kontinuitet. Fattighusån och hamnkanalerna klassas som en *känslig* recipient enligt Göteborgs stads *Reningskrav för dagvatten* (2017-03-02).

3.3 Höga vattennivåer

Planområdet är beläget i direkt anslutning till Fattighusån något uppströms Göta älv. Planeringsnivå för färdigt golv och öppningar för ny bebyggelse i den centrala staden är +2,8 m. Befintliga marknivåer som omger planområdet uppgår till +2,0 som lägst. Entréer som är belägna lägre än +2,8 m ska högvattensäkras. Vidare måste utsatta byggnader tåla att vatten blir stående mot fasaden utan att orsaka skada.



Figur 10. *Planeringsnivåer m.a.p. höga havsnivåer*

3.4 Skyfall

Resultat av Göteborgs stads skyfallsmodell visas i *Figur 11*. Modellen visar på ytlig avrinning vid ett klimatanpassat regn med 100 års återkomsttid. På innergårdarna uppstår enligt modellen vattenansamlingar till ett djup mellan 0,1-0,5 m, vilket beror på att de är instängda områden varifrån dagvattnet inte kan avrinna ytledes med självfall.

Figur 11. *Utdrag ur skyfallsmodellen, planområdet markerat.*

3.5 Dikningsföretag

Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett dikningsföretag.

4. Föroreningsbedömning

Planområdet bedöms motsvara en *medelbelastad yta* både i dagsläge och vid planerad framtida markanvändning, vad gäller de avvattnande ytornas föroreningsbelastning. Avledning sker till en *mindre känslig* recipient (kombinerat system), varvid matrisen i *Tabell 1* ger att dagvattnet behöver genomgå *enklare rening*. Detta motsvarar t.ex. översilning och gräsdike, brunnsfilter, torra dammar och olika typer av magasin med väl dimensionerade sandfång och driftmöjligheter.

Om systemet separeras sker istället avledning till Fattighusån/vallgraven som är en *känslig* recipient. Reningskraven är emellertid samma oavsett om systemet separeras eller om avledning fortsatt sker till det kombinerade systemet.

5. Kapacitetsbedömning

För aktuellt planområde som bedöms motsvara ett *centrum- och affärsområde* ska dagvattensystemen kunna avleda ett regn med 30 års återkomsttid utan att marköversvämning sker (trycklinjen i dagvattensystemet stiger till marknivå). Vidare ska ledningar kunna avleda ett regn med 10 års återkomsttid utan att dämning sker.

5.1 Dimensionerande flöden

Det dimensionerande dagvattenflödet (Q_{dim}) beräknas enligt ekvation 1 nedan. Före exploatering används klimatfaktor på 1 och efter exploatering på 1,25 (enligt P110) för att kompensera för en ökad regnintensitet p.g.a. klimatförändringar.

$$Q_{dim}\left[\frac{l}{s}\right] = \text{regnintensitet}\left[\frac{l}{s}\text{ha}\right] \cdot \text{reducerad area [ha]} \cdot \text{klimatfaktor} \qquad (1)$$

Den reducerade arean är den yta som bidrar till att generera dagvatten, efter ytvattenlagring, avdunstning och infiltration. Denna area beräknas genom att den totala arean för respektive delområde multipliceras med ytans avrinningskoefficient. De avrinningskoefficienter som nyttjas i beräkningen har hämtats från modelleringsverktyget StormTac, enligt följande:

- Takyta 0,9
- Gårdsyta inom kvarter 0,45

I *Tabell 3* presenteras beräknad reducerad area per fastighet samt sammanlagt för planområdet före och efter exploatering, samt beräknad sammansatt avrinningskoefficient.

Tabell 3. *Reducerad area samt sammansatt avrinningskoefficient, före och efter exploatering.*

Delområde	Reducerad area före [m²]	Reducerad area efter [m²]	Avrinnings-koefficient före	Avrinnings-koefficient efter
Pustervik 3:7	1148	1184	0,82	0,85
Pustervik 3:8	981	887	0,90	0,77
Totalt	**2129**	**2070**	**0,85**	**0,81**

Den reducerade ytan (d.v.s. den yta som bidrar till att generera dagvattenflöde) uppskattas totalt sett minska något efter exploateringen (från 2129 m^2 till 2070 m^2). Detta beror på att området i större utsträckning kommer att upptas av innergårdar, vilka generellt har en lägre avrinningskoefficient än takytor.

För beräkning av dagvattenflöde har återkomsttiden 10 år valts för fylld ledning, enligt P110. Dimensionerande regnvaraktighet bedöms uppgå till 10 minuter både före och efter planerad exploatering. Räknat med rationella metoden blir den dimensionerande regnintensiteten 228 l/(s, ha) för dagens situation och 285 l/(s, ha) med hänsyn till framtida klimatförändringar.

I *Tabell 4* presenteras befintliga och framtida flöden från planområdet uppdelat per fastighet.

Tabell 4. *Flöden från planområdet uppdelat per fastighet, före och efter exploatering vid ett 10-årsregn*

Delområde	10-årsflöde före [l/s]	10-årsflöde efter [l/s]
Pustervik 3:7	26	34
Pustervik 3:8	22	25
Totalt	**48**	**59**

Även om den reducerade ytan totalt sett minskar efter exploateringen medför de framtida klimatförändringarna att regnintensiteten ökar med ca 25 %, vilket resulterar i att det totala dagvattenflödet från planområdet kommer att öka. Dimensionerande flöde bedöms öka med ca 20% (från ca 50 l/s till 60 l/s vid 10-årsregnet) efter exploateringen, vilket uteslutande beror på klimatförändringar.

5.2 Påverkan på nedströms ledningsnät och vattendrag

Flödet från planområdet bedöms inte öka till följd av exploateringen, utan endast till följd av klimatförändringar. Planerad framtida markanvändning förbättrar flödessituationen då ytorna sannolikt blir mindre hårdgjorda jämfört med dagsläget.

Om dagvattnet istället avleds till en separat dagvattenledning med utlopp till Fattighusån/vallgraven kommer ett mindre flöde att avledas till det kombinerade ledningsnätet. När kapacitet frigörs i det kombinerade nätet bidrar detta till att mängden orenat spillvatten som bräddar till recipienten minskar. Detta beror på att bräddning i det kombinerade nätet sker vid kraftiga regn när ledningsnätets kapacitet överskrids till följd av anslutet dagvatten.

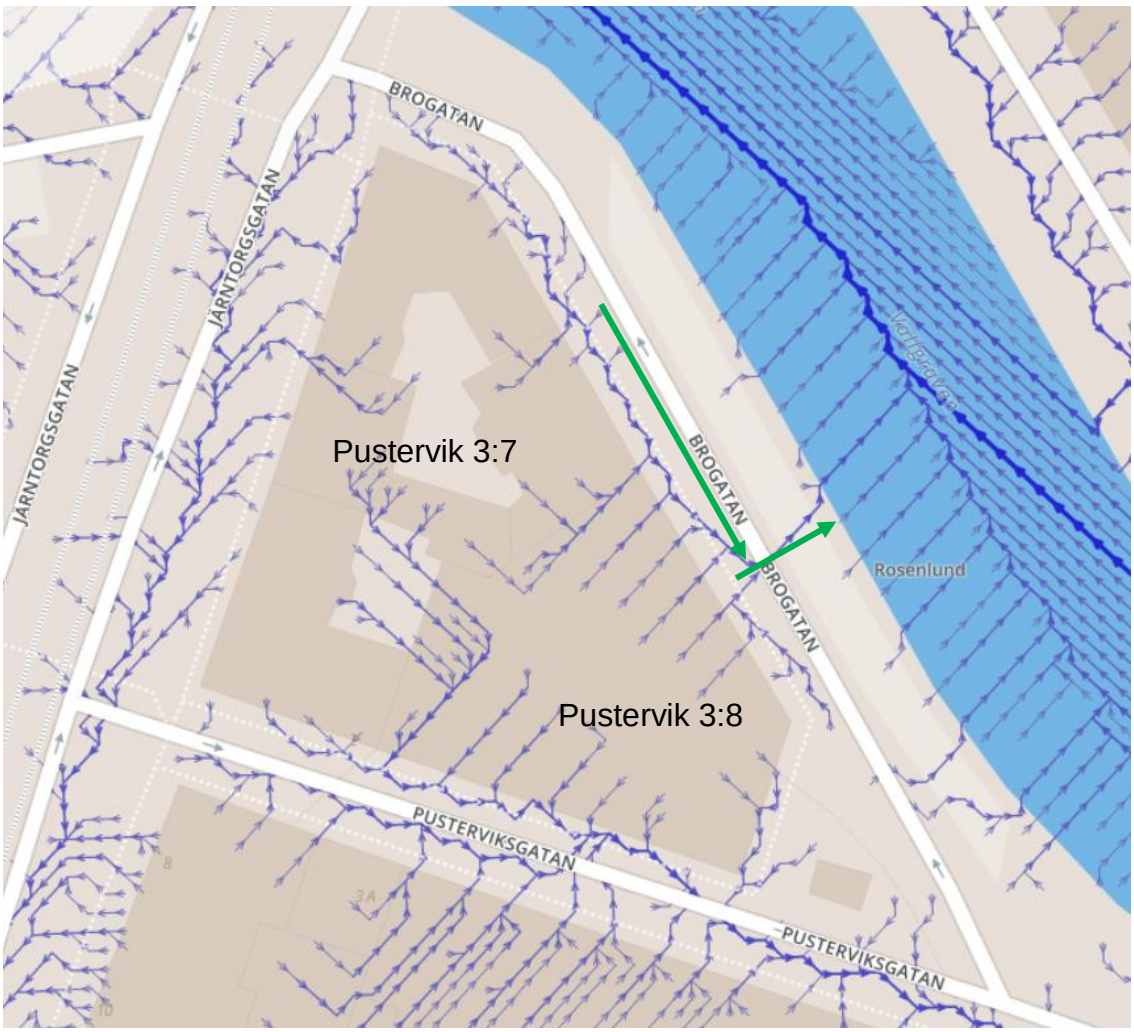
6. Förslag dagvatten- och skyfallshantering

Inom planområdet förekommer endast kvartersmark. Dock utökas kvartersmarken in på allmän plats i sydost vilket får till följd att en allmän kombinerad ledning mellan transformatorstationen och dagens byggnad kommer att överbyggas. I och med detta kommer ledningen att behöva läggas om.

Vid skyfall visar Göteborgs stads skyfallsmodell på nivåer om 0,1-0,5 m på innergårdarna vid befintlig situation. Vid framtida utformning bedöms dock inte vattendjupet uppgå till mer än 0,1-0,2 m efter exploateringen. Det är viktigt att innergårdarna avvattnas till ledningsnätet så att vattnet efter ett skyfall kan dräneras bort. Kraven på framkomlighet (max. vattendjup om 0,2 m, se *Figur 4*) bedöms kunna uppfyllas förutsatt att innergården avvattnas till ett dagvattensystem som avleder dagvattnet från gården. Entréer och utrymningsvägar bör vara belägna på högre nivåer än omgivande mark. Med denna utformning bedöms inte planförslaget försämra situationen vid skyfall.

Fastigheten Pustervik 3:7 har en dagvattenservis i Järntorgsgatan vartill allt dagvatten från fastigheten ska avledas efter nybyggnation. Denna servis kan vid behov dimensioneras upp. Det ska säkerställas att servisen är ansluten till dagvattennätet då det eventuellt även finns en äldre dagvattenservis i samma läge som ansluter till kombinerad ledning.

Stuprör med utkastare som avleder takvatten direkt ut på gatan och till närbelägen rännstensbrunn tillåts inte då dessa är anslutna till det kombinerade nätet. Byggnad som bevaras på Brogatan 2 avvattnas mot Brogatan och planeras ej byggas om i större utsträckning, varvid det bedöms problematisk att fördröja och rena takvattnet på kvartersmarken utan att påverka byggnadens kulturskydd. Här föreslås dagvattnet avledas ytligt över allmän gata via en gallerförsedd ränna i gatans lågpunkt till Fattighusån/vallgraven, för att minska mängden dagvatten som avleds till kombinerad ledning i Brogatan. I *Figur 12* kan föreslagen placering av ytvattenrännor med avledning till vallgraven ses. Exakt placering fastställs dock när bättre kännedom om lokala marklutningar finns. Detta förslag medför att även delar av Brogatan avvattnas direkt till kanalen. Gatan hade år 1998 en ÅDT på ca 1500 vilket motsvarar en *mindre belastad yta* enligt Göteborgs stads *Reningskrav för dagvatten*. Vid avvattning till en *känslig* recipient erfordras endast *fördröjning*. P.g.a. det recipientnära läget bedöms dock inget större behov av fördröjning föreligga för gatan. För att erhålla någon form av rening skulle den gallerförsedda rännan kunna utformas med ett renande substratfilter (kolfilter) för avskiljning av föroreningar, men detta är inte ett krav.



Figur 12. *Ytlig avrinningsriktning vid befintliga förhållanden (lila flödespilar). Gröna pilar indikerar var ytliga rännor skulle kunna placeras för avvattning mot hamnkanalen (Scalgo, hämtat 2018-05-04)*

För fastigheten Pustervik 3:8 föreslås dagvattnet avledas till samma ränna och vidare ut till Fattighusån/vallgraven, för att på så vis minska mängden dagvatten som når kombinerad ledning i Brogatan.

I *Tabell 5* och *Figur 14* presenteras en indelning i olika delområden samt vilken typ av dagvattenlöning som föreslås för vilket delområde. De takytor inom planområdet som lutar mot gatan kan förslagsvis avvattnas till regnbäddar placerade på terrasser, alternativt kan de avvattnas till tank i parkeringsgarage/källare (ev. försedd med filter för att även uppnå rening av metaller som förekommer i avrinnande dagvatten från takytor). För takytor som avvattnas inåt mot gården och för gårdsmarken föreslås dagvatten hanteras i regnbäddar. Dessa kan anläggas som upphöjda magasin eller nedsänkta i ”marknivå” beroende på om tak (upphöjda) eller innergården (nedsänkta) avvattnas hit. Regnbäddar behöver vara ca 1 m djupa varvid erforderlig höjdskillnad mellan garagets

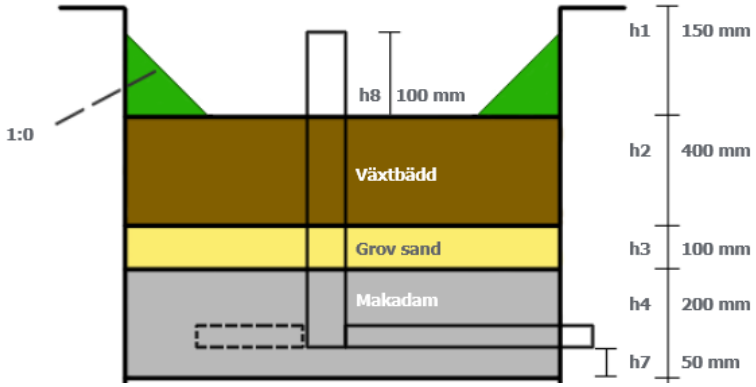
bjälklag och innergårdens marknivå måste säkerställas. Om inte tillräckligt utrymme finns i höjdled kan innergården istället behöva avvattnas till en tank i garage/källare, försedd med filter. Med hänsyn till planerad nivå för källare (enligt *Figur 3*) bör dagvattnet kunna avledas med självfall till anslutningspunkten. Detta måste dock studeras närmare vid detaljprojekteringen.

För mer information om olika typer av lösningar för hantering av dagvatten hänvisas till dokumentet ”Göteborg när det regnar En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering” på Göteborgs stads hemsida.

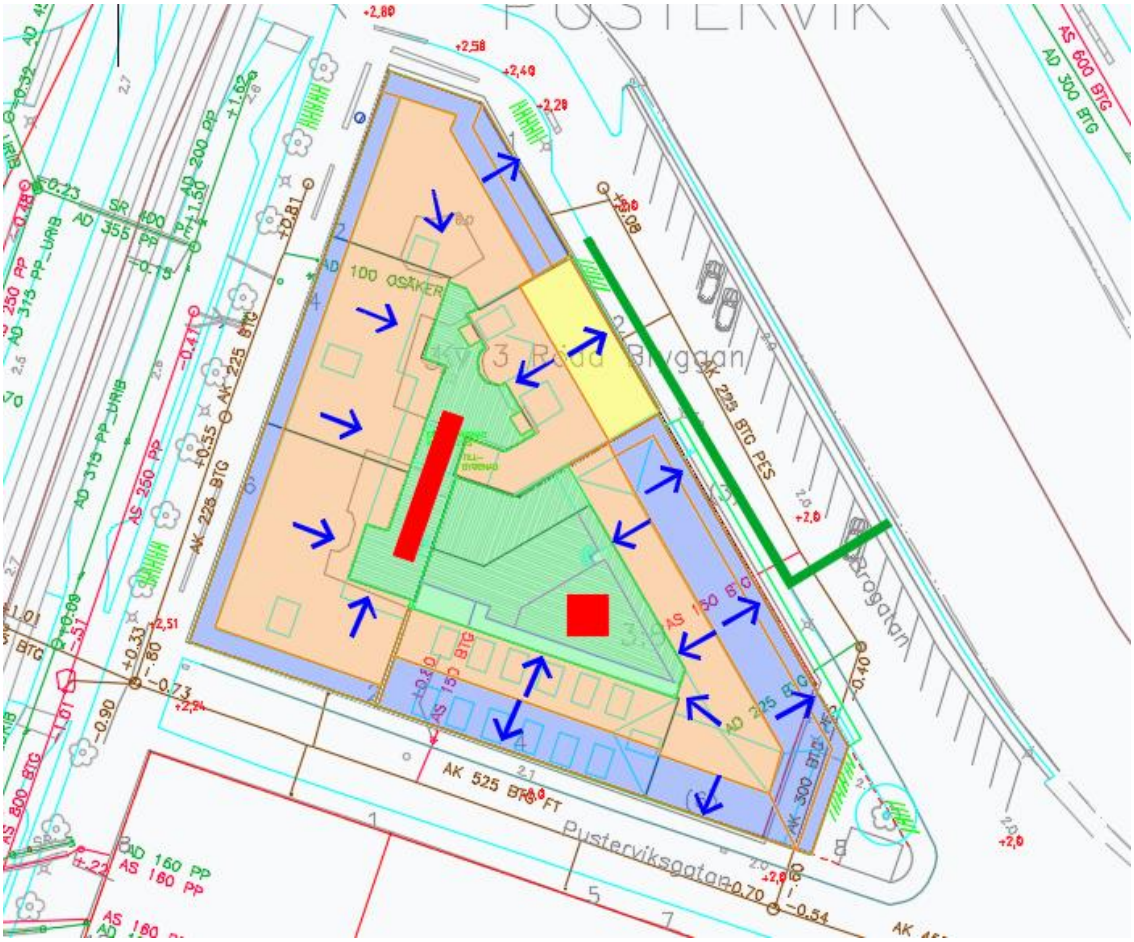
Tabell 5. *Föreslagen dagvattenhantering för olika delområden enligt Figur 14 inom respektive fastighet*

Fastighet	Delområde	Reducerad area efter [m²]	Magasins-volym [m³]	Typ av magasin	Ytbehov [m²]
Pustervik 3:7					
Befintlig takyta mot gata	Gul	95	-	-	-
Nya ytor mot gata	Blå	216	2,2	Tank (ev. med filter) i P-garage	T.ex. 2,2 x 1 x 1 m³
Nya ytor mot innergård	Orange/grön	873	8,7	Regnbäddar	30
Totalt		*1184*	*10,9*		
Pustervik 3:8					
Nya ytor mot gata	Blå	423	4,2	Tank (ev. med filter) i P-garage	T.ex. 2 x 2,1 x 1 m³
Nya ytor mot innergård	Orange/grön	464	4,6	Regnbäddar	16
Totalt		*887*	*8,9*		
TOTALT		**2071**	**19,8**		

Föreslagen typsektion för regnbäddar framgår av *Figur 13*. Sektionen har en effektiv fördröjningsvolym om knappt 0,3 m^3/m^2 (h8 + h2 x 0,25 + h3 x 0,25 + h4 x 0,3), med en antagen porositet om 0,25 för växtbädd och sand samt 0,3 för makadamlagret. För att inrymma erforderlig volym i föreslagna regnbäddar uppgår ytbehovet till ca 3,5 % av det totala avrinningsområdet. I *Figur 14* presenteras ytbehov enligt *Tabell 5*.



Figur 13. *Antagen sektion för regnbädd ovan bjälklag (ej skalenlig)*



Figur 14. *Illustrerat ytbehov för regnbäddar (röd markering) samt indelning i delområden utifrån avrinningsriktning och föreslagen dagvattenhantering (obs, tankar i garage/källare illustreras ej)*

För att ej riskera avsänkning av grundvattennivåerna i området ska planerade garage utföras i vattentät betong, d.v.s. utan dränering. För parkeringsgarage större än 50 m^2 krävs att golvbrunnar ansluter till en oljeavskiljare innan vidare avledning till spillvattennätet. För att ej riskera att spillvatten från de kombinerade ledningarna i gatan tränger upp ur golvbrunnarna behöver backventil och pump installeras innan anslutning sker till allmänt nät. För vidare information om när oljeavskiljare krävs och instruktioner för utformning, hänvisas till senaste upplagan av *Gryaabs riktlinjer för oljeavskiljare Bilaga 1* (2014-12-15).

6.1 Resultat från föroreningsmodellering

Vid föroreningsberäkningen nyttjas modelleringsverktyget StormTac som tillhandahåller schablonhalter för olika typer av markanvändningar. För kvartersmarken inom planområdet har schablonhalter för *takyta* och *gårdsyta inom kvarter* använts. I beräkningen antas endast att rening sker av dagvatten från ”gröna” (innergård) och ”orangea” ytor (tak mot innergård).

Tabell 6 visar att avrinnande dagvatten från både Pustervik 3:7 och 3:8 efter exploatering innehåller halter Cd och TBT som överstiger riktvärdet. Dock är säkerheten låg i det statistiska underlaget för dessa ämnen. Efter rening i regnbäddar motsvarande 3,5 % (ytbehov enligt *Tabell 5*) av avrinningsområdets yta överskrids fortsatt riktvärdet för TBT för båda fastigheterna.

Tabell 6. *Beräknade halter före och efter exploatering samt med föreslagna regnbäddar (1% av avrinningsområdets yta), jämfört med riktvärden. Notera att jämförelse sker mot målvärden istället för riktvärden för P, N, Cu, Zn, SS och TOC*

HALTER	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Bensen	TBT	As	TOC
Fastighet	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Pustervik 3:7																
Före exploatering	85	1200	2.5	8.0	26	**0.68****	3.6	4.0	0.0062	24000	36	0.0088	0.34	**0.0019****	3.1	9200
Efter exploatering	85	1200	2.5	7.8	27	**0.70****	3.7	4.1	0.0051	24000	25	0.0090	0.29	**0.0019****	3.1	9000
Efter rening	52	894	1.2	4.7	12	0.27	2.5	2.0	0.0030	13849	25	0.0061	0.17	**0.0012****	1.4	5681
Pustervik 3:8																
Före exploatering	85	1200	2.5	7.3	27	**0.75****	3.8	4.3	0.0029	23000	3.4	0.0093	0.19	**0.0019****	3.1	8700
Efter exploatering	84	1300	2.5	8.5	26	**0.63****	3.6	3.8	0.0085	25000	58	0.0084	0.44	**0.0019****	3.1	9500
Efter rening	61	1010	1.6	5.7	16	0.39	2.8	2.6	0.0050	16709	56	0.0070	0.27	**0.0014****	1.8	6789
Riktvärde/ målvärde	*150**	*2500**	*14*	*22**	*60**	*0.40*	*15*	*40*	*0.050*	*60000**	*1000*	*0.050*	*10*	*0.0010*	*15*	*20000**

*Målvärde
**Halt som med låg säkerhet överskrider riktvärde

Tabell 7. *Beräknade mängder före och efter exploatering samt med föreslagna regnbäddar (1% av avrinningsområdets yta), jämfört med riktvärden. Notera att jämförelse sker mot målvärden istället för riktvärden för P, N, Cu, Zn, SS och TOC*

MÄNGDER	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	BaP	Bensen	TBT	As	TOC
Fastighet	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$	kg/år	$kg/år$	$kg/år$	$kg/år$
Pustervik 3:7																
Före exploatering	0.09	1.3	0.003	0.009	0.028	0.0007	0.004	0.004	0.0000066	26	0.038	0.0000093	0.00036	0.0000020	0.0033	9.7
Efter exploatering	0.09	1.3	0.003	0.008	0.029	0.0008	0.004	0.004	0.0000056	26	0.027	0.0000097	0.00031	0.0000021	0.0034	9.8
Efter rening	0.06	1.0	0.001	0.005	0.013	0.0003	0.003	0.002	0.0000032	15	0.027	0.0000066	0.00018	0.0000013	0.0015	6.2
Pustervik 3:8																
Före exploatering	0.08	1.0	0.002	0.007	0.024	0.0007	0.003	0.004	0.0000026	21	0.003	0.0000082	0.00016	0.0000017	0.0027	7.6
Efter exploatering	0.07	1.1	0.002	0.007	0.022	0.0005	0.003	0.003	0.0000071	21	0.049	0.0000071	0.00037	0.0000016	0.0026	8.0
Efter rening	0.05	0.8	0.001	0.005	0.013	0.0003	0.002	0.002	0.0000041	14	0.047	0.0000058	0.00022	0.0000012	0.0015	5.7

För att minska föroreningspåverkan är det av vikt att i möjligaste mån minska uppkomsten av föroreningar. TBT härrör från stabilisering av mjukplast, från konserveringsmedel samt från skogsindustrin och båtbottenfärger. Det faktiska föroreningsinnehållet i dagvattnet från planområdet påverkas av atmosfärisk deposition, vilken typ av aktiviteter som förekommer inom området samt vilka byggnadsmaterial som används. För att minska uppkomsten av föroreningar är det av stor vikt att byggnadsmaterial som innehåller koppar- och zink inte används.

Samtliga halter, utom TBT, förväntas underskrida stadens rikt-/målvärden. Osäkerheterna i det statistiska dataunderlaget för TBT-halter för tak- och gårdsytor bedöms vara för stora för att det marginella överskridandet av riktvärdet ska utgöra grund för ytterligare reningsåtgärder. Eventuellt skulle föreslagna tankar kunna förses med filter för att erhålla ytterligare rening av TBT. Halten och mängden TBT minskar dock jämfört med befintlig situation, varvid föreslagen rening bedöms som erforderlig.

6.2 Påverkan på miljökvalitetsnormer (MKN)

Förslaget att leda dagvattnet direkt till Fattighusån istället för till Göta älv via reningsverket (eller bräddning) medför att mängden föroreningar som når Fattighusån ökar jämfört med befintliga förhållanden. Det bedöms dock vara en stor miljövinst att minska mängden dagvatten som avleds till kombinerade ledningar då detta minskar risken för bräddning av orenat spillvatten längre nedströms i systemet. Vidare upptar planområdet en mycket begränsad del av Fattighusåns totala avrinningsområde (omkring 1 promille) och i förhållande till de totala föroreningsmängderna som når vattendraget på årsbasis är tillskottet från planområdet mycket begränsat. Med anledning av detta, och under förutsättning att föreslagna dagvattenlösningar anläggs, bedöms planförslaget inte försämra aktuella vattenförekomsters möjligheter att uppnå MKN.