

GEOSIGMA




Grav 18055

Kompletterande dagvattenutredning för kv. Triangeln m. fl., Bergshamra, Stena Fastigheter



Geosigma AB

Maj 2018, reviderad 2021-06-09

<h1>GEOSIGMA</h1>					
Uppdragsledare: Helena Thulé	Uppdragsnr: 604128	Grap nr: 18055	Version: 7.0	Antal Sidor: 45	  
Beställare: Stena Fastigheter AB	Beställares referens: Elin Cederholm				
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning för kv. Triangeln m. fl, Bergshamra, Stena Fastigheter					
Författad av: Frida Hammar, komplettering av Anna Palm Senast reviderad av Tommy Lundberg				Datum: 2018-05-25 2021-06-09	
Granskad av: Tommy Lundberg				Datum: 2021-06-09	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala Postadress Box 894, 751 08 Uppsala Besöksadress Vattholmavägen 8, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00	

Innehåll

1	Uppdraget.....	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Allmänt om dagvatten	7
1.3	Syfte.....	7
2	Material och metoder	8
2.1	Material och datainsamling	8
2.2	Flödesberäkningar	8
2.3	Föroreningsberäkningar	8
3	Planområdets förutsättningar	9
3.1	Planområdets utformning	9
3.2	Befintlig markanvändning	12
3.3	Topografi	15
3.4	Infiltrationskapacitet och jordarter	15
3.4.1	Jordarter.....	16
3.4.2	Jorddjup.....	16
3.5	Befintlig dagvattenhantering	16
3.6	Grundvatten	19
3.6.1	Höjda havsnivåer.....	20
3.6.2	Avrinning	21
3.7	Skyfallskartering.....	22
3.8	Miljö kvalitetsnormer (MKN)	23
3.8.1	Lilla Värtan	23
3.8.2	Brunnsviken	24
3.9	Markavvattningsföretag.....	24
4	Planområdets markanvändning efter exploatering.....	25
5	Beräkningar och föroreningsbelastning	27
5.1	Markanvändning	27
5.2	Åtgärdsnivå 20 millimeter	28
5.3	Flöden	30
5.4	Dimensionerande utjämningsvolym	31

5.5	Föroreningsbelastning	31
6	Förslag på dagvattenhantering	36
6.1	Dagvattenlösning för Delavrinningsområde 1	38
6.2	Dagvattenlösning för Delavrinningsområde 2	39
6.3	Bockholmsvägen	41
6.4	Skelettjordar.....	43
6.5	Övriga rekommendationer och åtgärdsförslag	44
7	Referenser	45

Sammanfattning

Geosigma AB har på uppdrag av Stena fastigheter AB genomfört en komplettering av dagvattenutredning för kv. Triangeln m. fl. Den ursprungliga utredningen daterad 2016-01-13 har kompletterats med beräkningar, utredningar och lösningsförslag så att den uppfyller kraven i Solna stads dagvattenstrategi (2017) och har fortlöpande anpassats till uppdateringar av situationsplanen.

Marken inom utredningsområdet upptas i dagsläget i huvudsak av ett parkeringsdäck. Den planerade bebyggelsen inom utredningsområdet består av flerbostadshus runt en terrass. Under dessa planeras för ett garage i 3 plan. Nivån för terrassen är +10 m och färdigt golv för garaget är +0,55 m. Grundläggningsnivån ligger på ca +/-0 och schaktbotten på som lägst ca -1,45.

I dagsläget leds dagvattnet ifrån parkeringshuset till dess båda långsidor där det rinner ut genom avtappningsrör i betongen som finns på varje våningsplan och vidare ner emot recipienten Ålkistan. Ålkistan utgör en förbindelse mellan Brunnsviken och Lilla Värtan.

Fastighetsgränsen går nära in på den planerade byggnationen vilket innebär att ytor att utnyttja för fördröjning av dagvatten är begränsade inom utredningsområdet. För planering av dagvattenlösningar som kan fördröja 20 mm under 12 h har föreslagits diken som leder takvattnet längs byggnadernas sidor ner mot Ålkistan. Ett sedumtak på terrassen mellan husen har också föreslagits för ytterligare fördröjning och rening av dagvattnet.

Med föreslagen rening av dagvattnet sjunker föroreningsmängderna från utredningsområdet under uppskattade befintliga nivåer.

Mindre översvämningar förväntas uppstå i strandkanten in mot bron under Roslagsvägen vid regn med återkomsttiden 100 år. Någon risk för större skador till följd av skyfall är inte att vänta där.

Utredning av påverkan vid förhöjda havsnivåer på utredningsområdet har visat att vid en höjning av havsnivåytan är det troligt att grundvattennivån runt garaget stiger till motsvarande nivå. För att kunna grundlägga garaget med färdigt golv på nivån + 0,55 m som planerat så behöver garagets grundläggning konstrueras för att tåla ett vattentryck motsvarande länsstyrelsens lägsta rekommenderade grundläggningsnivå på + 2,70 m. Man bör också överväga att göra garagekonstruktionen tät upp till nivån +2,70. Alternativt kan man undvika att placera översvämningssärliga installationer, typ elskåp, undercentraler och liknande, eller använda fukt känsligt byggmaterial, under denna nivå.

1 Uppdraget

1.1 Bakgrund

Geosigma AB har på uppdrag av Stena fastigheter AB genomfört en komplettering av dagvattenutredning för kvarteret Triangeln m.fl. Den ursprungliga utredningen är daterad 2016-01-13. Sedan dess har Solna Stad tagit fram en ny dagvattenstrategi och kraven på dagvattenhanteringen har därmed förtydligats. Miljökvalitetsnormerna för vattenförekomster har tillkommit sedan den tidigare dagvattenstrategin togs fram och den nya strategin har anpassats till att följa dessa. Därtill har situationsplanen för planerade byggnader omarbetats.

Rapporten har kompletterats med beräkningar, utredningar och lösningsförslag så att den uppfyller kraven i den nya dagvattenstrategin.

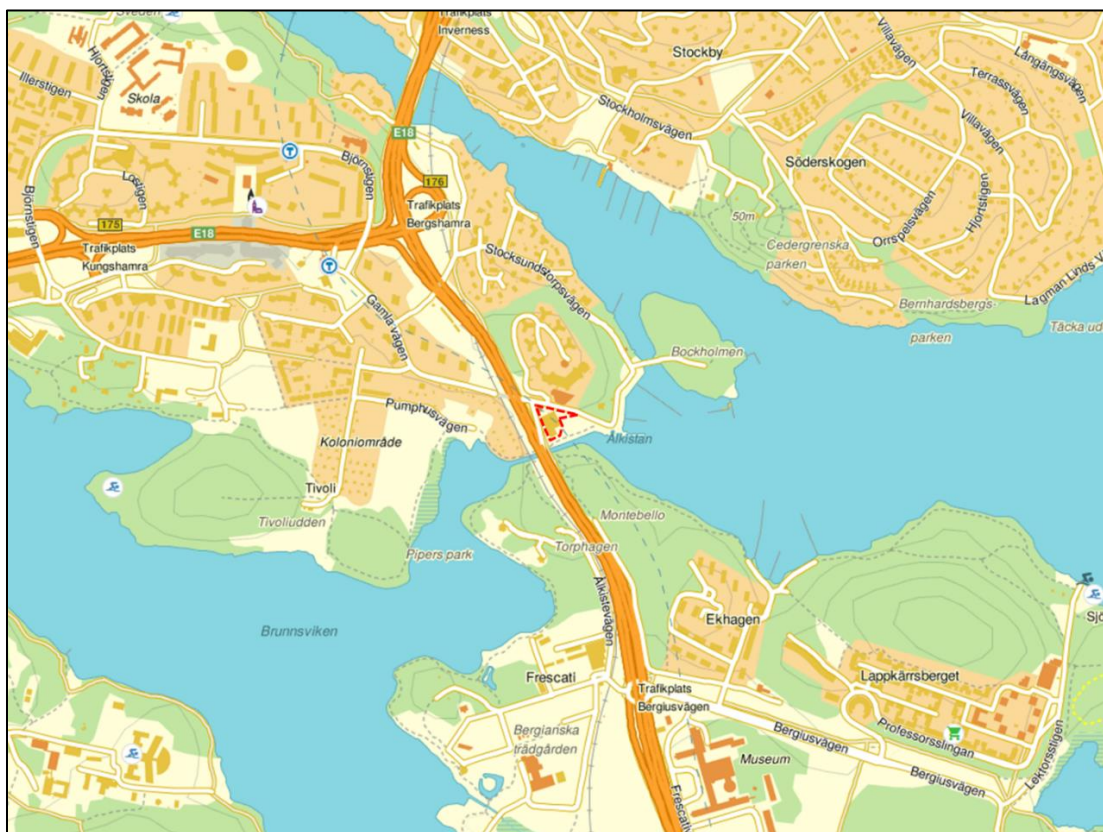
Följande tillägg har bland annat gjorts sedan den förra utredningen:

- Påverkan ifrån förhöjda havsnivåer har utretts.
- Beräkning av dimensionerande flöde för regn med återkomsttiden 50 respektive 100 år.
- Dagvattnets påverkan på miljökvalitetsnormerna har utretts.
- Fördröjningsåtgärder har beräknats för 20 mm av ett 10-års regn.

Rapporten har härutöver reviderats fortlöpande vartefter förändringar har skett i utformning av området. I den senaste revideringen har situationsplanen bytts ut till den senaste versionen som i huvudsak endast innebär att antalet våningsplan har minskats med en våning. Beräkningar och lösningsförslag har alltså inte påverkats av ändringarna.

Fastigheten Triangeln S:1 ligger i bostadsområdet Sfären i Bergshamra, Solna, se

Figur *1-1*. Stena fastigheter AB planerar att bygga bostäder på fastigheten där marken i dagsläget huvudsakligen upptas av ett parkeringsgarage som ska rivas för att ge plats åt de nya byggnaderna.



Figur 1-1. Översiktskarta med ungefärlig placering av fastigheten Triangeln S:1 markerad med en röd, streckad polygon.

1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som rinner av markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningsens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Exploatering av ett område kan leda till en större areal av hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på områdets dagvattensituation.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

1.3 Syfte

Dagvattenutredningen omfattar en utredning av förutsättningarna för dagvattenhanteringen inom fastigheten Triangeln S:1 i bostadsområdet Sfären i Bergshamra. Syftet är bland annat att utreda hur lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) kan tillämpas, till exempel genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, och dagvattnets föroreningsgrad. Utredningen görs i enlighet med anvisningar i Solna stads dagvattenstrategi (2017).

2 Material och metoder

2.1 Material och datainsamling

Det insamlade bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är till exempel:

- Situationsplan 2021-03-21
- Grundkarta med höjdkurvor och fastighetsgränser
- Ortofoto
- Jordarts- och jorddjupskarta framtagna med SGUs kartgenerator
- Översvänningskartering Stockholm stad

I samband med komplettering av rapporten genomfördes ett platsbesök 2018-01-10. Vid platsbesöket var fokus på topografiska förhållanden och befintliga avrinningsstråk såsom diken och dagvattenledningar.

2.2 Flödesberäkningar

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/sekund·hektar) och beror på t_r som är regnets varaktighet.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankarta.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

f är en ansatt klimatfaktor. En klimatfaktor på 1,25 har ansatts för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbörds mängder.

2.3 Föroreningsberäkningar

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet baseras på schablonhalter som har hämtats från modellverktyget StormTac. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden. Halterna av olika ämnen kan dock momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

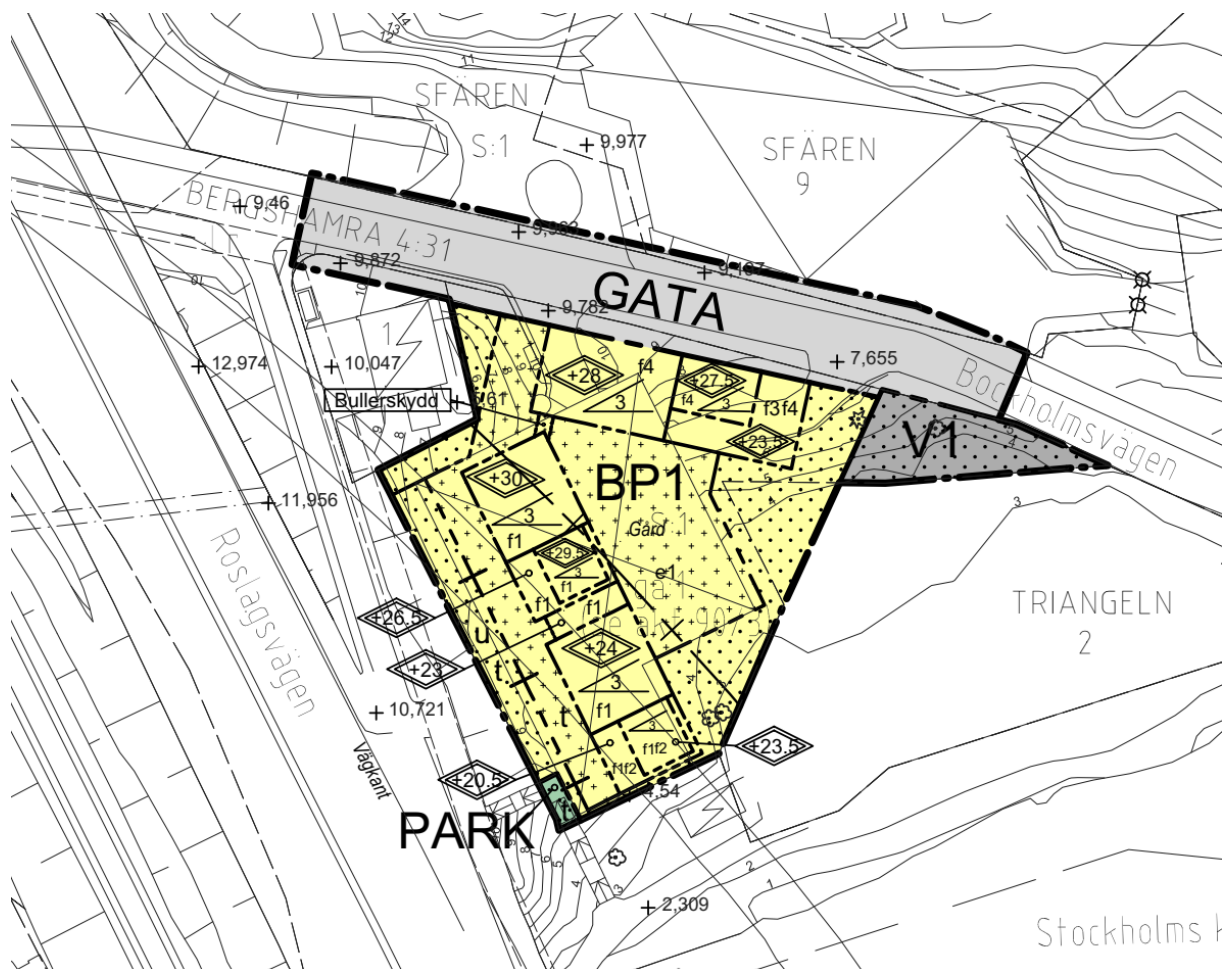
3 Planområdets förutsättningar

3.1 Planområdets utformning

Planområdet utgörs främst av fastigheten Triangeln S:1 som ingår i bostadsområdet Sfären som ligger i stadsdelen Bergshamra i Solna kommun. Detaljplan för planområdet redovisas i Figur 3-1. Det totala planområdet består av tre delområden:

1. Fastigheten Triangeln S:1 inklusive ett mindre stycke av fastigheten Triangeln 2, markerat med gult i Figur 3-1. Denna del av planområdet benämns fortsättningsvis som utredningsområdet. Det är för utredningsområdet som beräkningar av flöden och dimensionering av dagvattenlösningar har gjorts. Utredningsområdet och planområdet är även markerat i flygbild i Figur 3-2.
2. Till planområdet hör också en delsträcka av Bockholmsvägen i anslutning till det nya kvarteret, markerat med ljus grått i Figur 3-1. Solna stads planer på ändrad utformning av vägsträckan med förslag på dagvattenhantering redovisas under kapitel 6.
3. Ett stycke av fastigheten Triangeln 1, markerat i mörkt grått i Figur 3-1 tillhör planområdet men ingår inte i utredningsområdet. Denna yta utgörs av en grässlätt till vilken det på grund av topografin inte lämpar sig att leda dagvatten från fastigheten. Ytan kommer att ingå i båtupställningsplatsen på Triangeln 2.

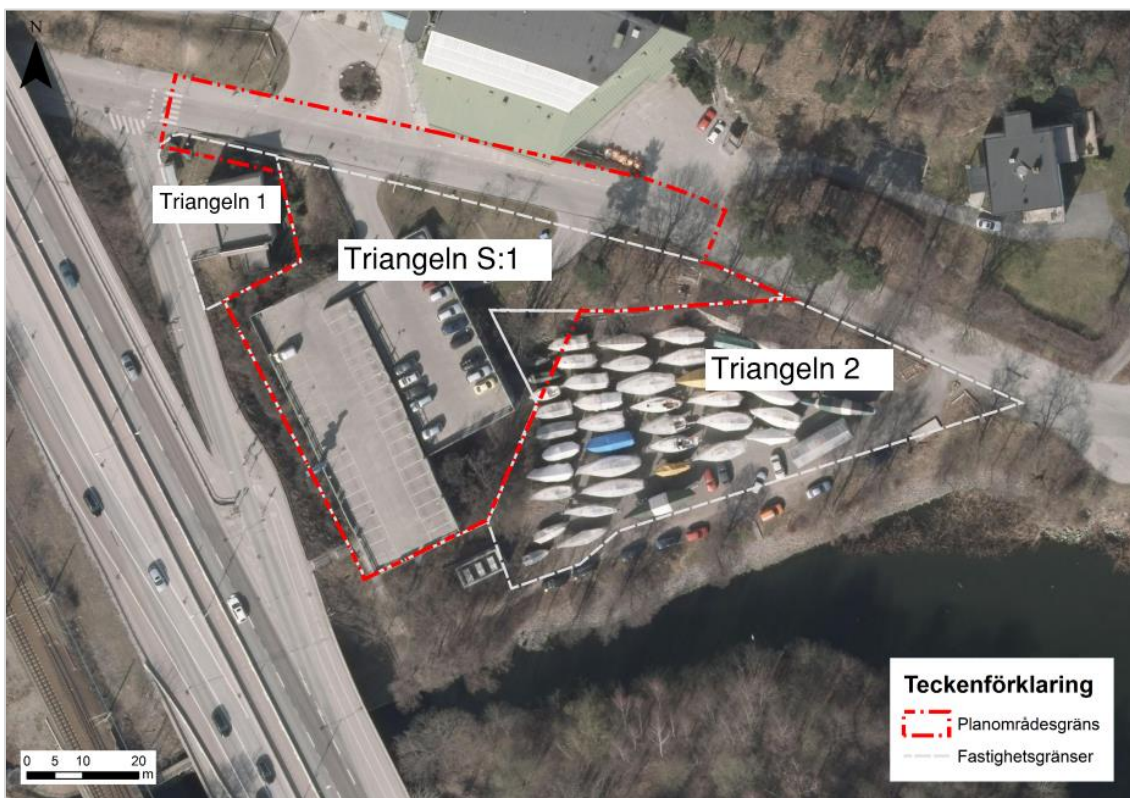
Planområdet har en yta på totalt cirka 0,44 hektar och avgränsas av Roslagsvägen i väster och kanalen Ålkistan i söder, se Figur 3-2. Fastighetsgränser för angränsande fastigheter redovisas i Figur 3-3. Fastigheten Triangeln 2 och marken längs kanalen Ålkistan tillhör Solna stad.



Figur 3-1 Utsnitt ur plankarta, antagandehandling juni 2021. Gul färg markerar kvartersmark, ljusgrå färg markerar gata som utgör allmän platsmark, mörkgrå färg markerar användning av kvartersmark för båtuppställning och grön färg utgör parkmark.



Figur 3-2 Planområdet och utredningsområdet för Triangeln, före exploatering.

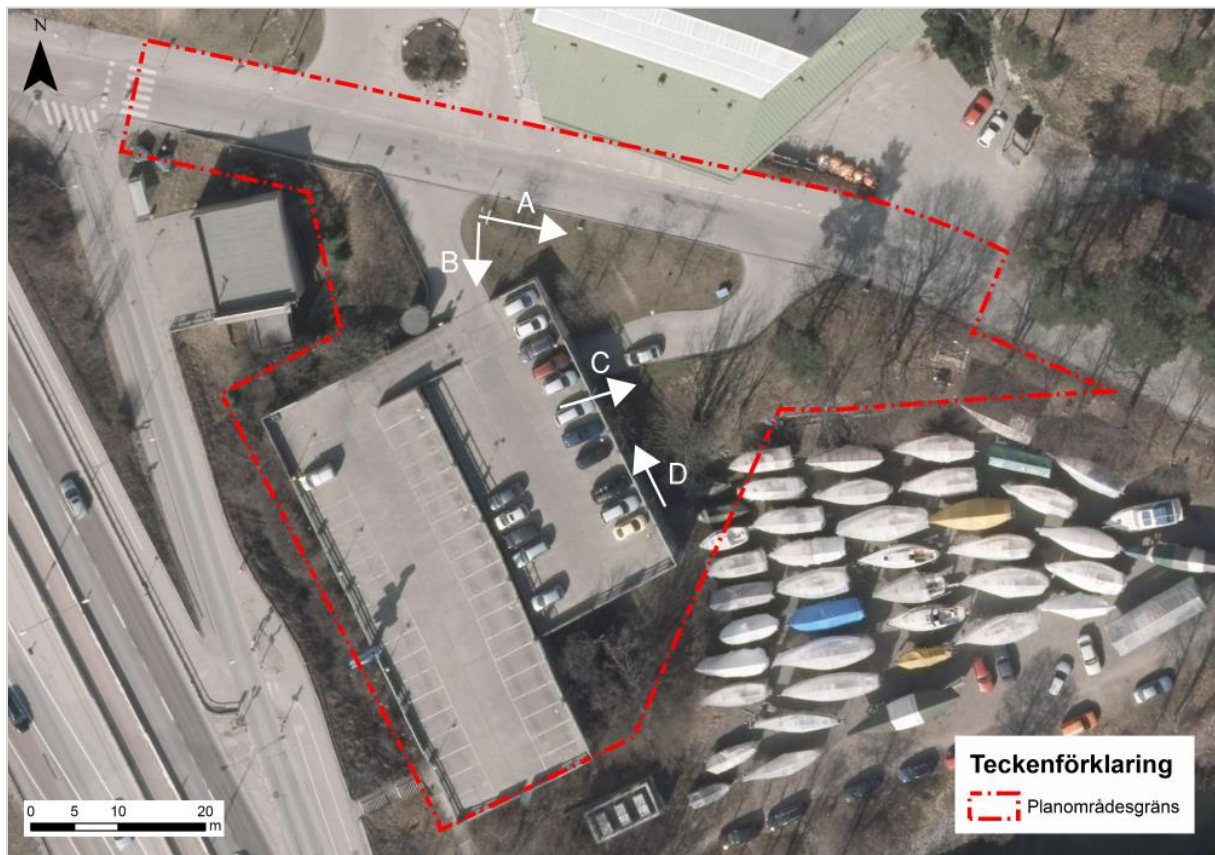


Figur 3-3 Befintliga fastighetsgränser för fastigheter på och i anslutning till planområdet.

3.2 Befintlig markanvändning

Marken inom utredningsområdet upptas i dagsläget i huvudsak av ett parkeringsdäck i 8 halvplan varav 2–3 plan ovan mark. Garaget står i en sluttning där nivåskillnaden i markytan är ca 6 m.

Figur 3–5 visar fotografier med exempel på hur utredningsområdet ser ut. Var fotografierna är tagna och i vilken riktning visas i Figur 3-4.



Figur 3-4. Översiktskarta som visar riktning och position för de tagna fotona.



Figur 3-5. *Fotografi A till D är visar hur utredningsområdet ser ut från olika vinklar.*

Under ett platsbesök i samband med komplettering av rapporten togs följande bilder för att komplettera beskrivningen av området och dess möjligheter för dagvattenhantering runt planerade byggnader. På översikten i Figur 3-6 syns den plana ytan som utgör fastigheten söder om Triangeln S:1. Planen används vintertid för uppställning av båtar. Figur 3-7 och Figur 3-8 visar garagets fyra sidor längs vilka dagvattnet idag leds ner mot Ålkistan, se vidare i kapitel 3.5.



Figur 3-6. *Vy mot sydväst ifrån parkeringshusets tak.*



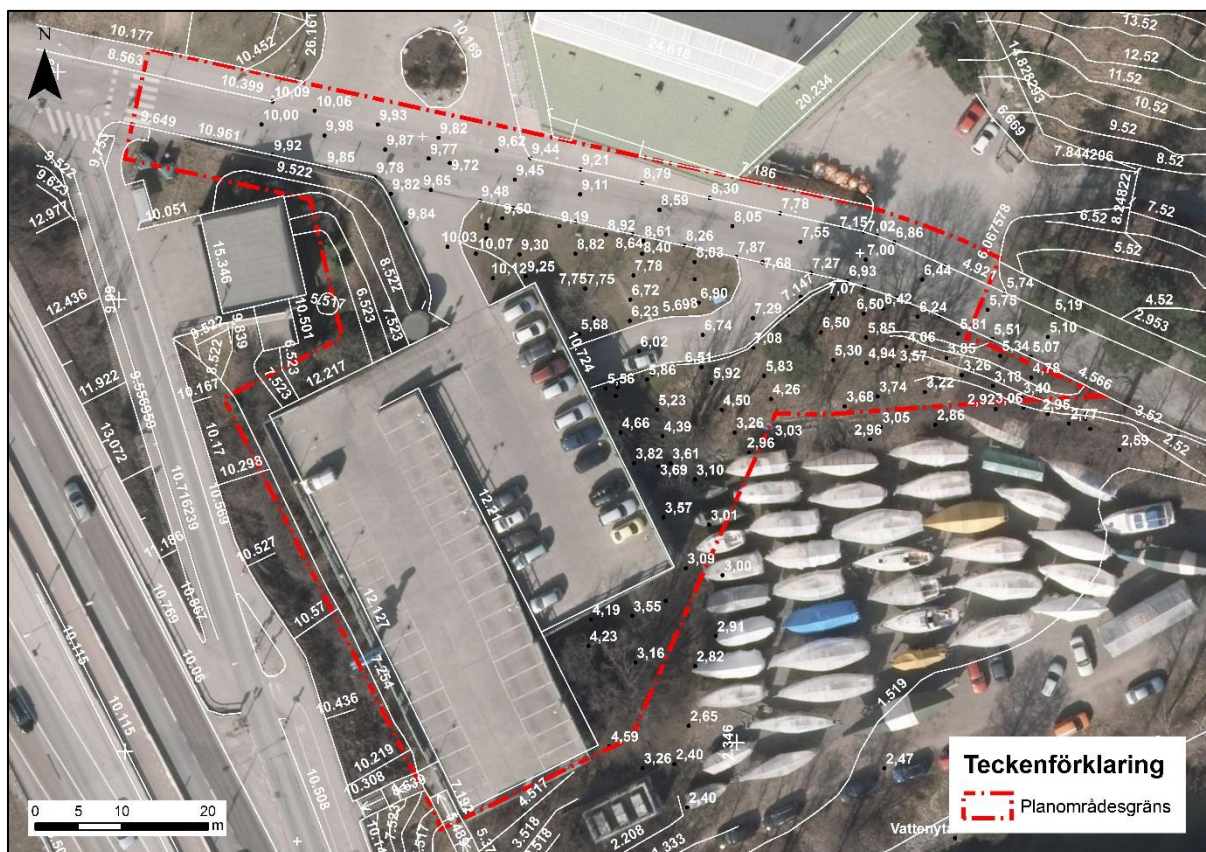
Figur 3-7. Bilden till vänster visar parkeringshusets norra gavel. Bilden till höger visar parkeringshusets västra sida i riktning ner mot vattnet.



Figur 3-8. Bilden till vänster visar parkeringshusets västra sida riktning norrut. Till vänster i bild syns trappan upp till Roslagsvägen och vägbanken ner mot huset. Bilden i mitten visar parkeringshusets sydvästra hörn riktning söderut. En trappa leder ner till gångvägen längs Ålkistan. Bilden till höger visar parkeringshusets södra gavel riktning österut. En kort brant slänt leder ner till byggnaden till höger i bild.

3.3 Topografi

Marken inom undersökningsområdet sluttar i nord-sydlig riktning, från det mest höglänta området längs med Bockholmsvägen och ner mot kanalen Ålkistan. Höjdvariationerna för den befintliga markytan inom undersökningsområdet är cirka 7 meter, från lägsta området på cirka +3 meter till det högsta på +10 meter över havet, se Figur 3-9.



Figur 3-9. Höjdkurvor och höjdnivåer inom planområdet.

3.4 Infiltrationskapacitet och jordarter

Infiltrationskapaciteten för en jord beror bland annat på dess kornstorlek, packningsgrad och markens vattenhalt. När marken är torr är infiltrationskapaciteten som högst för att sedan avta vid ökad mättnadsgrad. Vid helt mättade förhållanden kan infiltrationskapaciteten sättas lika med jordens mättade hydrauliska konduktivitet, K_s .

I sandiga eller grusiga jordar, som har hög dräneringsförmåga, kan man i allmänhet förvänta sig att mättade eller nära mättade förhållanden aldrig uppkommer nära markytan, så att jordens infiltrationskapacitet inte avtar särskilt mycket ens under långvariga regn med dimensionerande intensitet. För att marken inte ska översvämmas måste markens infiltrationskapacitet vara så stor att den kan hantera dimensionerande flöden. I Tabell 3-1 nedan anges generella infiltrationskapaciteter för olika svenska typjordar.

Tabell 3-1. Mättad infiltrationskapacitet för olika svenska typjordar (Svenskt Vatten P105, 2011).

Jordtyp	Infiltrationskapacitet (millimeter/timme)
Morän	47
Sand	68
Silt	27
Lera	4
Matjord	25

3.4.1 Jordarter

En hydrogeologisk utredning med översiktlig geoteknik har gjorts för Triangeln S:1 (Geosigma 2016). Fältundersökningar visade då att det övre jordlagret inom undersökningsområdet består av grusig sand. Sanden utgör troligen fyllnadsmaterial ifrån anläggning av garaget och uppställningsytan för båtar. I lågområdet, vid undersökningsområdets östra avgränsning, fanns lera under den grusiga sanden. I undersökningsområdets nordligaste del, där topografin är som högst, utgörs marken istället av blockigt material under det grusiga sandlagret. Den grusiga sanden innebär att den naturliga infiltrationskapaciteten borde vara hög i de ytliga jordlagren.

3.4.2 Jorddjup

Enligt jorddjupsborrningarna i samband med den hydrogeologiska utredningen (Geosigma 2016) i sex olika undersökningspunkter inom utredningsområdet ligger jorddjupet på cirka 1,6 till 5,2 meter.

3.5 Befintlig dagvattenhantering

I samband med komplettering av rapporten genomfördes ett platsbesök 2018-01-10 vid vilket den befintliga dagvattenhanteringen undersöktes.

I dagsläget leds dagvattnet ifrån parkeringshuset till dess båda långsidor där det rinner ut genom avtappningsrör i betongen som finns på varje våningsplan, se Figur 3-10. Därifrån finns ingen planerad hantering utan vattnet kommer dels att infiltrera i fyllnadsmaterialet, dels att rinna av ner mot Ålkistan.



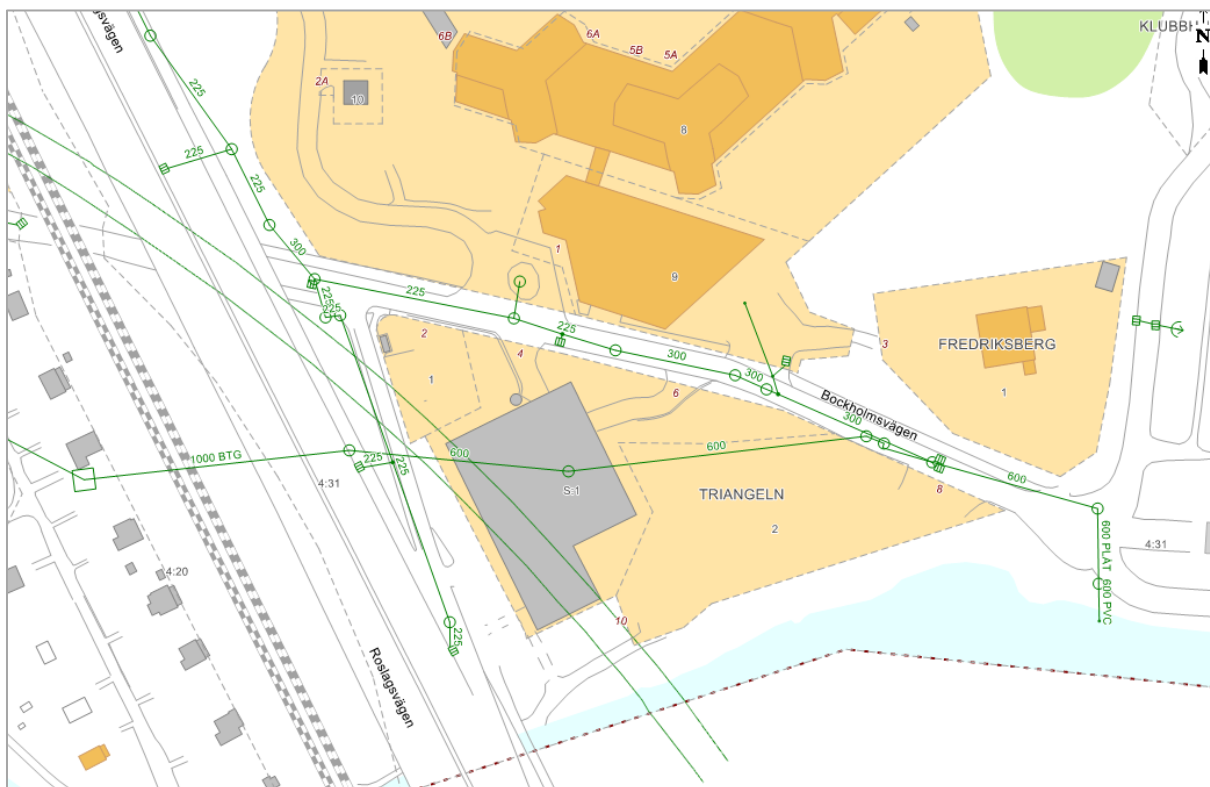
Figur 3-10. Avrinning av dagvatten ifrån parkeringshuset sker igenom avtappningsrör i betongen vilka finns på varje våningsplan.

Utrymmet mellan parkeringshusets norra sida och huset på fastigheten norr om utgörs av en sänka mellan slänterna upp till Roslagsvägen och uppfarten till parkeringshuset. Här finns en dagvattenbrunn i botten på sänkan, se Figur 3-11. Brunnen ligger i tomtgränsen till fastigheten norr om Triangeln S:1. Ledningen finns inte med på samlingskartan, se Figur 3-12, och tillhör förmodligen fastigheten.



Figur 3-11. Bilder i riktning mot parkeringshusets norra gavel. Vänster bild riktning västerut, höger bild riktning österut. Kupolbrunn för dagvatten syns i förgrunden. Till höger syns byggnaden precis norr om parkeringshuset. Denna ligger på tomten norr om Triangeln S:1.

Figur 3-12 visar dagvattenledningars placering i och omkring utredningsområdet. Det går en dagvattenledning längs Bockholmsvägen som mynnar i Ålkistan öster om utredningsområdet. En ledning kommer in i utredningsområdet väster ifrån och passerar igenom området under garaget. Den ansluter sedan till ledningen längs Bockholmsvägen. Ledningen som går under garaget har dimensionen 600 och ett anläggningsdjup på +0,34 m. Ledningen kommer att behöva ges en ny sträckning för att undvika planerade byggnader. Det är dock oklart om ledningen har någon funktion idag. Om ledningen skulle visa sig sakna funktion så kan den proppas i två lägen och rivas. Om ledningen behövs så finns två alternativ för omledning. Antingen läggs en ny ledning inom kvartersmark mellan avfartsrampen från Roslagsvägen och väster om planerade hus 1 och 2 och vidare söderut ned mot Ålkistan eller så får fortsatt projektering utvisa om det finns en lämplig sträckning utanför fastigheten.



Figur 3-12. Utdrag ur Solna vattens kartunderlag som visar placering av dagvattenledningar och brunnar inom och runt utredningsområdet.

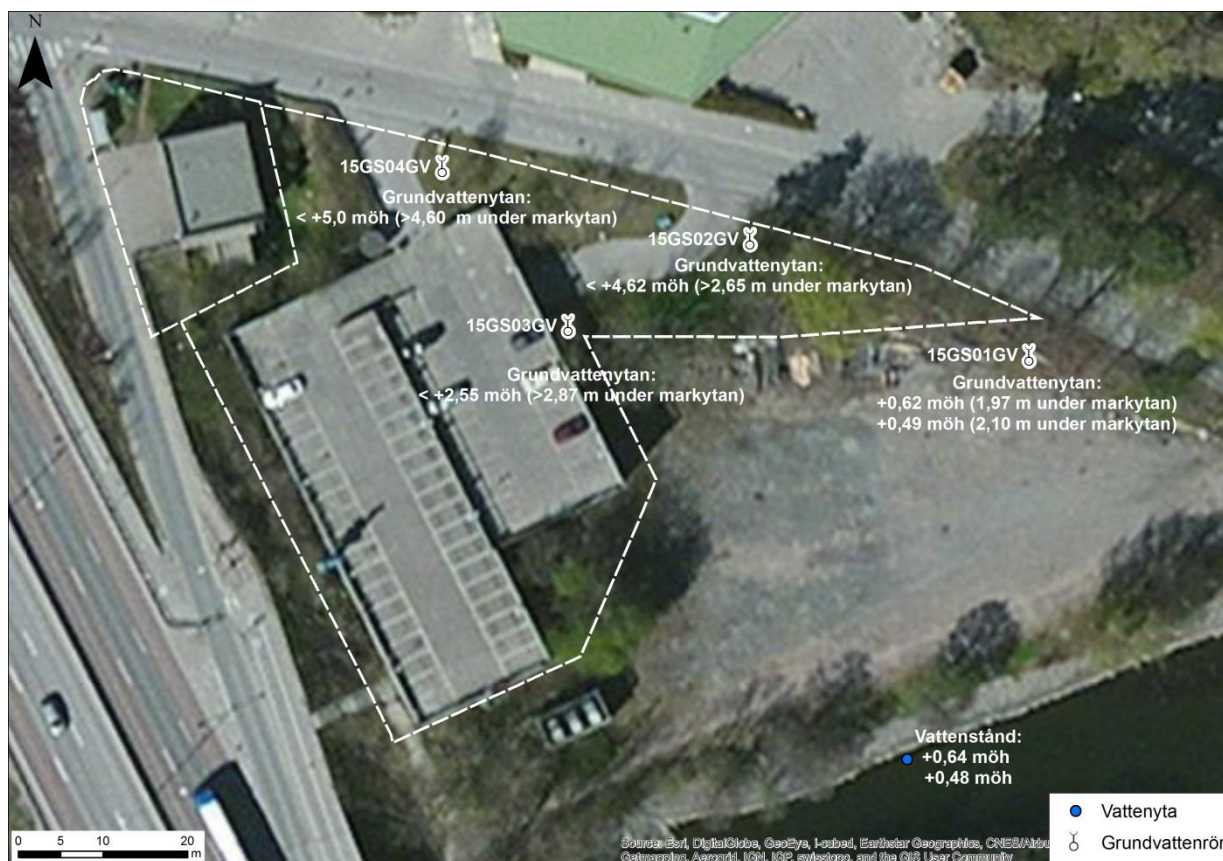
3.6 Grundvatten

Grundvattennivåer kan variera naturligt med flera meter under ett år och mellan olika år. Under sensommaren brukar grundvattennivåerna i mellersta delen av landet vara som lägst, under vintern är de som högst.

Fyra grundvattenrör installerades inom undersökningsområdet i samband med den hydrogeologiska utredningen (Geosigma 2016). Grundvattennivåer inom undersökningsområdet mättes vid två tillfällen 2015/2016. Vid de två mättillfällena mättes även vattenytan i Ålkistan in för att kunna få en uppfattning om hur djupt grundvattnet går i utredningsområdets södra delar, se Figur 3-13.

Mätningarna visar att vattennivån i Ålkistan och grundvattenytan i rör 15GS01GV är i princip lika och troligtvis ligger grundvattenytan i de resterande flacka delarna av undersökningsområdet på ungefär samma nivå.

I de tre rören belägna i de högre delarna av tomten uppmättes ingen grundvattenyta 2015/2016. Då rören borrades ner till förmodat berg är det därför möjligt att det finns ett separat grundvattenmagasin i berg i den övre delen av fastigheten. För utförligare beskrivning av genomförda undersökningar se den hydrogeologiska utredningen (Geosigma, 2016).



Figur 3-13. Grundvattenrör sattes i fyra olika punkter och de uppmätta värdena anges i figuren, både i meter över havet (m ö.h.) och avstånd från markytan till grundvattenytan. Vit streckad linje visar fastighetsgränser (Geosigma 2016).

3.6.1 Höjda havsnivåer

Lägsta rekommenderade grundläggningsnivå enligt länsstyrelsen Stockholm (2015) är + 2,70 m (RH 2000). Rekommendationen är en sammanslagning av uppskattad högsta vattenstånd med en återkomsttid på 100 år och en säkerhetsmarginal. Säkerhetsmarginalen inbegriper våguppspolning och stuvningseffekter samt osäkerhet i bedömningen av förväntad stigning.

Fältundersökningarna visar på en god hydraulisk kontakt mellan det plana området på fastigheten Triangeln S:1 och Ålkistan vilket innebär att höjning av havsnivån ger en motsvarande höjning av grundvattennivån i området. Dagvatten som leds ner mot Ålkistan kommer därför inte att kunna infiltrera vid översvämning utan snarare bidra till denna.

För att kunna bygga garage med grundläggning strax ovan +/-0 (RH2000) som planerat behöver kommunen kunna visa att exploateringen inte är olämplig. Ett undantag kan då godkännas ifrån den rekommenderade nivån. Undantag ska kunna motivera att planerad bebyggelse inte drabbas på ett sådant sätt att det är risk för hälsa och säkerhet eller att bebyggelsen tar skada i en översvämningssituation. Ett sätt att undvika dessa risker och medge undantag är att bygga översvämningssäkert med tät konstruktion upp till nivån +2,70, alternativt att undvika fukt känsliga byggmaterial och fastighetstekniska installationer som är översvämningssensitiva under nivån + 2,70. Med känsliga installationer avses t. ex. hissar,

undercentraler, elskåp/elsystem som kan kortslutas etc. Då inga stuvnings- eller våguppspolningseffekter är att vänta vid Ålkistan kan en något lägre säkerhetsnivå övervägas.

Vid en höjning av havsnivån är det troligt att grundvattennivån runt garaget stiger till motsvarande nivå. Garagets grundläggning bör därför konstrueras för att tåla ett vattentryck motsvarande upp till + 2,70 m, i enlighet med länsstyrelsens rekommendationer, se Tekniskt PM – Geoteknik, Kv. Triangeln m.fl. i Solna stad, Geosigma AB, 210326.

3.6.2 Avrinning

Det samlade vattenflödet från ett område i naturen kallas avrinning. Avrinningen per ytenhet är ett mått på vattentillgången i området. Storleken på avrinningen beror av nederbörds mängden, samt av hur mycket vatten som magasineras i området eller avgår till atmosfären genom avdunstning. Avrinningen varierar mycket mellan olika årstider, vilket till stor del beror på hur nederbörden magasineras – i mark- och grundvatten eller i form av snö.

För en given yta eller sträcka i ett område kan man bestämma det landområde som bidrar med yt- och/eller grundvatten till ytan/sträckan. Detta landområde kallas för avrinningsområde. Ett avrinningsområde begränsas av en vattendelare som skiljer ett avrinningsområde från ett annat. Avrinningsområdet för ytvatten kan bland annat bestämmas med hjälp av topografin. Där man har tunna lager av morän eller blandjordarter följer vanligtvis grundvattenytan topografin ganska väl och den topografiska vattendelaren är en hygglig approximation även för grundvattendelaren.

Utredningsområdet ligger inom ett avrinningsområde som avvattnas i Lilla Värtan som är en fjärd i Stockholms inre skärgård. Topografin inom utredningsområdet gör att dagvattnet kommer att röra sig mot dess södra avgränsare och ner mot Ålkistan som är en kanal som förbinder Brunnsviken och Lilla Värtan, se Figur 3-14.



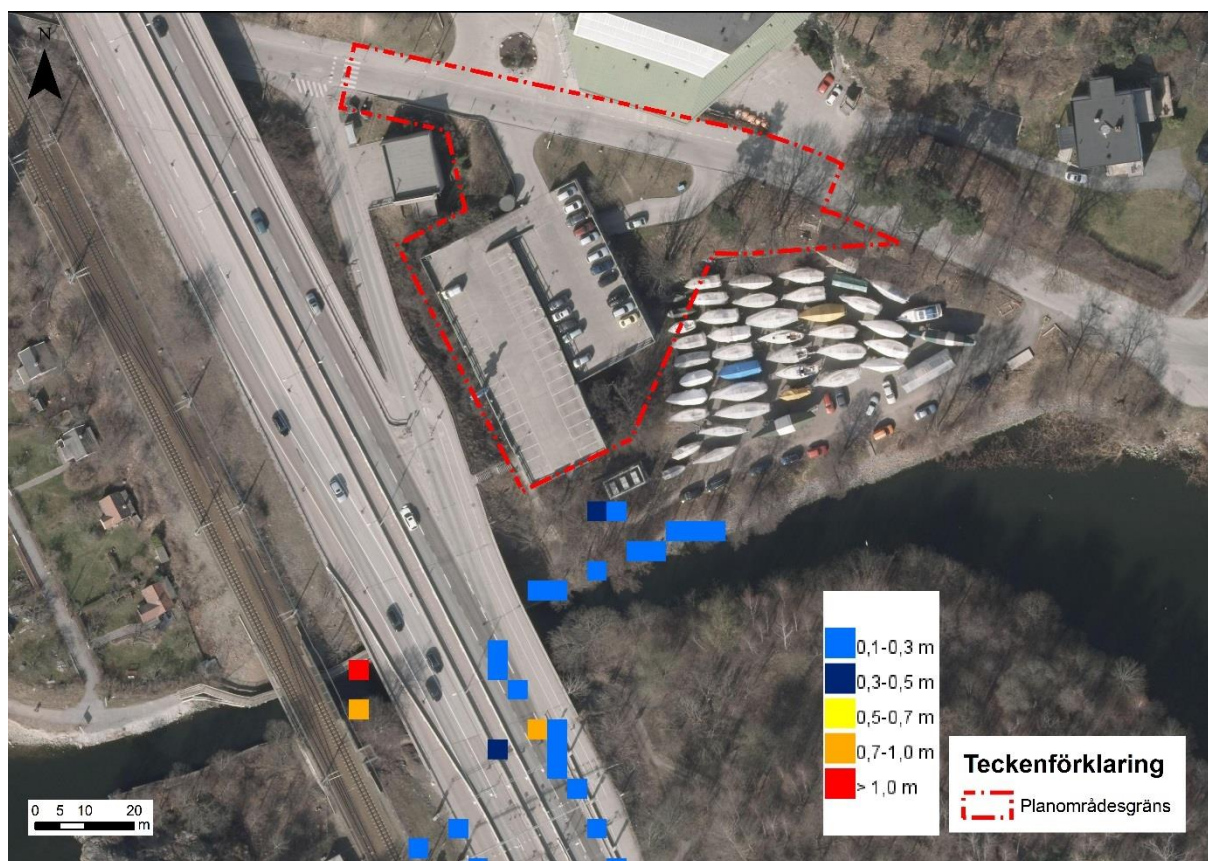
Figur 3-14. Flygfoto över utredningsområdet med de generella flödeslinjerna markerade.

3.7 Skyfallskartering

Planområdet ligger precis utanför gränsen till Stockholm stad. Skyfallskartering för Stockholm stad har identifierat översvämningsrisk i strandkanten och under bron där Roslagsvägen korsar Ålkistan, se Figur 3-15. Maximala vattendjupet under simuleringsförloppet har uppskattats till 0,1–0,3 m.

Skyfallskarteringen har gjorts för fyra olika scenarier för ett regn med återkomsttiden 100-år. De redovisade vattendjupen är resultat ifrån scenario C - **Ogynnsamt scenario:** rännstensbrunnar och ledningar på fastigheter klarar 5-års regn och markens infiltrationskapacitet är låg.

Scenariot innebär att nivån inte når upp till färdigt golv garage då grundläggning sker på nivån +/-0m och färdigt golv på + 0,55 m. Om dessutom rekommendationen att anpassa byggnation och installationer för framtida höjda havsnivåer om + 2,7 m följs, se avsnitt 3.6.1, så innebär så innebär inte scenariot någon risk.



Figur 3-15. Skyfallskartering Stockholm stad, scenario C – ogynnsamt scenario, max vattendjup, 2015.

3.8 Miljö kvalitetsnormer (MKN)

3.8.1 Lilla Värtan

Lilla Värtan uppnådde år 2017 ej god kemisk status motiverat av att gränsvärdena för Perfluoroktansulfon (PFOS), antracen, bly (Pb), tributyltenn (TBT), dioxin och dioxinlika PCB:er, Kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrids i vattenförekomsten. Den ekologiska statusen i Lilla Värtan bedömdes som otillfredsställande där övergödning och miljögifter varit styrande för klassningen, se Tabell 3-2.

Eftersom Lilla Värtan påverkas av bland annat omgivande hamnverksamhet och kvaliteten på inkommande kustvatten så har tidsfristen för att uppnå god kemisk och måttlig ekologisk ytvattenstatus förlängts till 2027.

Tabell 3-2. Miljö kvalitetsnormer (MKN) hämtade från Vatteninformationssystem Sverige (VISS) 2020-04-20.

Miljö kvalitetsnorm	Kvalitetstatus 2017	Kvalitetskrav 2027
Ekologisk status	Otillfredsställande ekologisk status	Måttlig ekologisk status
Kemisk status	Uppnår ej god kemisk status	God kemisk status

3.8.2 Brunnsviken

Brunnsviken uppnådde år 2019 ej god kemisk status med avseende på för höga halter av kvicksilver, polybromerade difenyletrar (PBDE), PFOS, bly, kadmium, antracen och tributyltenn. Den ekologiska statusen i Brunnsviken bedömdes som otillfredsställande år 2019 med anledning av övergödning och miljögifter, se Tabell 3-3.

Tabell 3-3. Miljö kvalitetsnormer (MKN) hämtade från Vatteninformationssystem Sverige (VISS) 2020-04-20.

Miljö kvalitetsnorm	Kvalitetstatus 2019	Kvalitetskrav 2027
Ekologisk status	Otillfredsställande ekologisk status	God ekologisk status
Kemisk status	Uppnår ej god kemisk status	God kemisk status

3.9 Markavvattningsföretag

Enligt information från Länsstyrelsen i Stockholms län, åtkomlig på Länsstyrelsens webbGIS omfattas inte utredningsområdet av något markavvattningsföretag, se Figur 3-16 (Länsstyrelsen i Stockholm, 2015).



Figur 3-16. Markavvattningsföretag enligt utdrag från länsstyrelsen. Enligt Länsstyrelsen finns det inga markavvattningsföretag inom utredningsområdet (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2015)

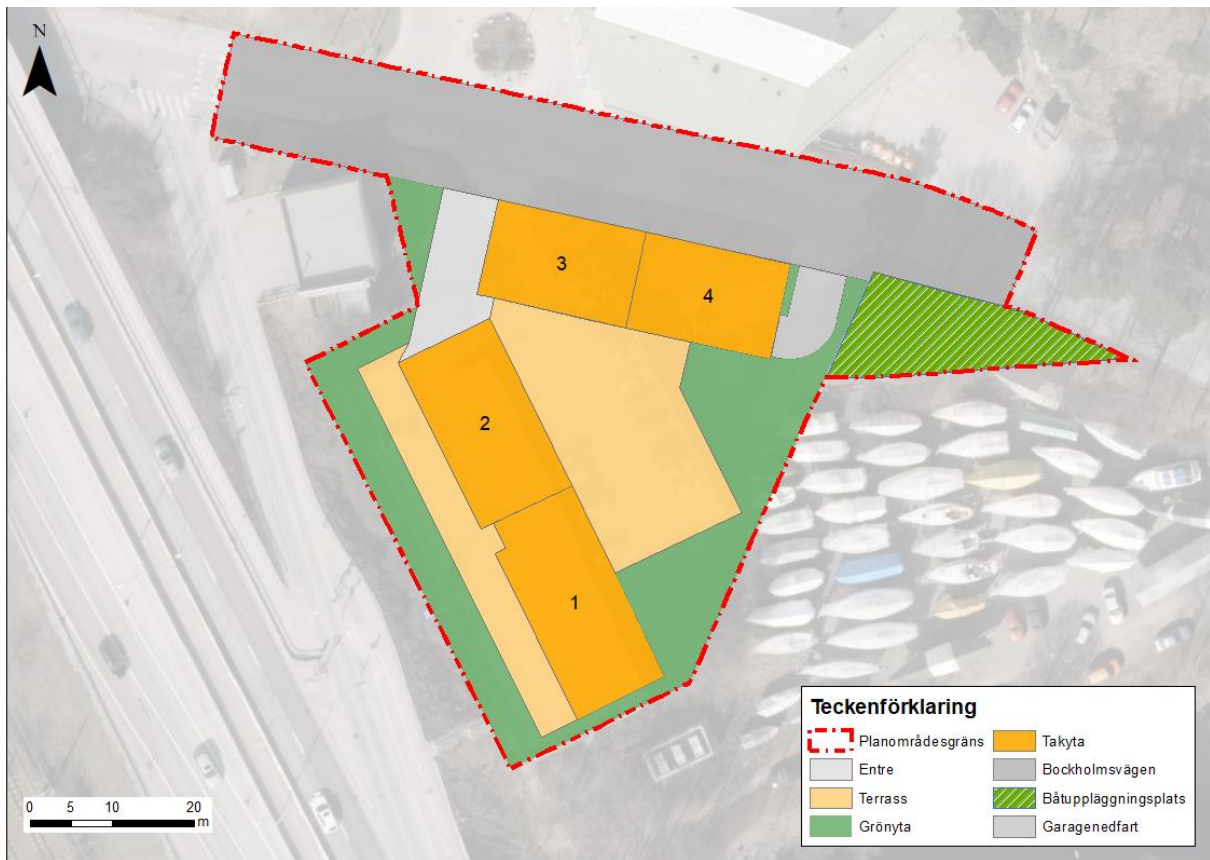
4 Planområdets markanvändning efter exploatering

Den planerade bebyggelsen inom planområdet består av flerbostadshus runt en terrass med underliggande garage, se Figur 4-1. Ifrån terrassen kommer det att finnas entréer till bottenplan. Det planeras för fyra hus där våningsantalet kan variera mellan 3-6 våningar ovan mark. Under husen planeras för ett garage i 3 plan. Nivån för terrassen är +10 m och grundläggningsnivån för garaget ligger på ca +/- 0 m, med färdigt golv på ca +0,55 m.



Figur 4-1. Situationsplan för planerad bebyggelse.

Den planerade markanvändningen efter exploatering av planområdet redovisas i Figur 4-2 nedan.



Figur 4-2. Den planerade markanvändningen efter exploateringen av planområdet.

5 Beräkningar och föroreningsbelastning

Samtliga beräkningar av flöden och föroreningar har genomförts i beräkningsverktyget Stormtac, version 18.1.1

5.1 Markanvändning

Tabell 5-1 visar uppskattade arealer för olika typer av markanvändning inom utredningsområdet, före och efter exploatering.

Grässlätten ifrån avfarten Roslagsvägen ner mot fastigheten Triangeln bidrar med dagvatten till fastigheten och denna yta har därför tagits med som påverkansområde vid beräkningar av flöden och föroreningar, se figur 6-2.

Arealerna är uppskattade efter erhållet underlag från beställare och representerar ett troligt scenario för den tilltänkta exploateringen. Värdena ska dock inte ses som den exakta ytfördelningen utan användas som en fingervisning för vilka effekter den ändrade markanvändningen kan medföra. Den planerade exploateringen innebär att grönytan minskar med cirka 25 % och att alla parkeringsytor ovan mark försvinner.

Tabell 5-1. Uppskattade arealer för olika markanvändning som bidrar med dagvatten före och efter exploatering av undersökningsområdet.

Markanvändning	Area före exploatering (m ²)	Area efter exploatering (m ²)
Terrass och entré	0	934
Takyta	0	1035
Asfalterad yta, garagednfart	210	67
Grönyta	1420	1104
Parkeringsyta	1510	0
Grönyta, påverkansområde	300	300
Totalt:	3440	3440

Tabell 5-2 och Tabell 5-3 visar använda avrinningskoefficienter och beräknade avvägda avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning.

Tabell 5-2. Använda avrinningskoefficienter och beräknade avvägda avrinningskoefficienter för befintlig markanvändning.

Markklassificering	Area (ha)	Avrinningskoefficient	Dimensionerande avrinningskoefficient
Parkering	0,15	0,85	
Väg	0,02	0,8	0,53
Grönyta	0,17	0,2	
Summa	0,34		

Tabell 5-3. Använda avrinningskoefficienter och beräknade avvägda avrinningskoefficienter för planerad markanvändning.

Markklassificering	Area (ha)	Avrinningskoefficient	Dimensionerande avrinningskoefficient
Terrass och entré	0,09	0,8	0,56
Takyta	0,10	0,8	
Nedfart	0,01	0,9	
Grönyta	0,14	0,2	
Summa	0,34		

5.2 Åtgärdsnivå 20 millimeter

Fördröjning av regnvolymer 20 millimeter innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs.

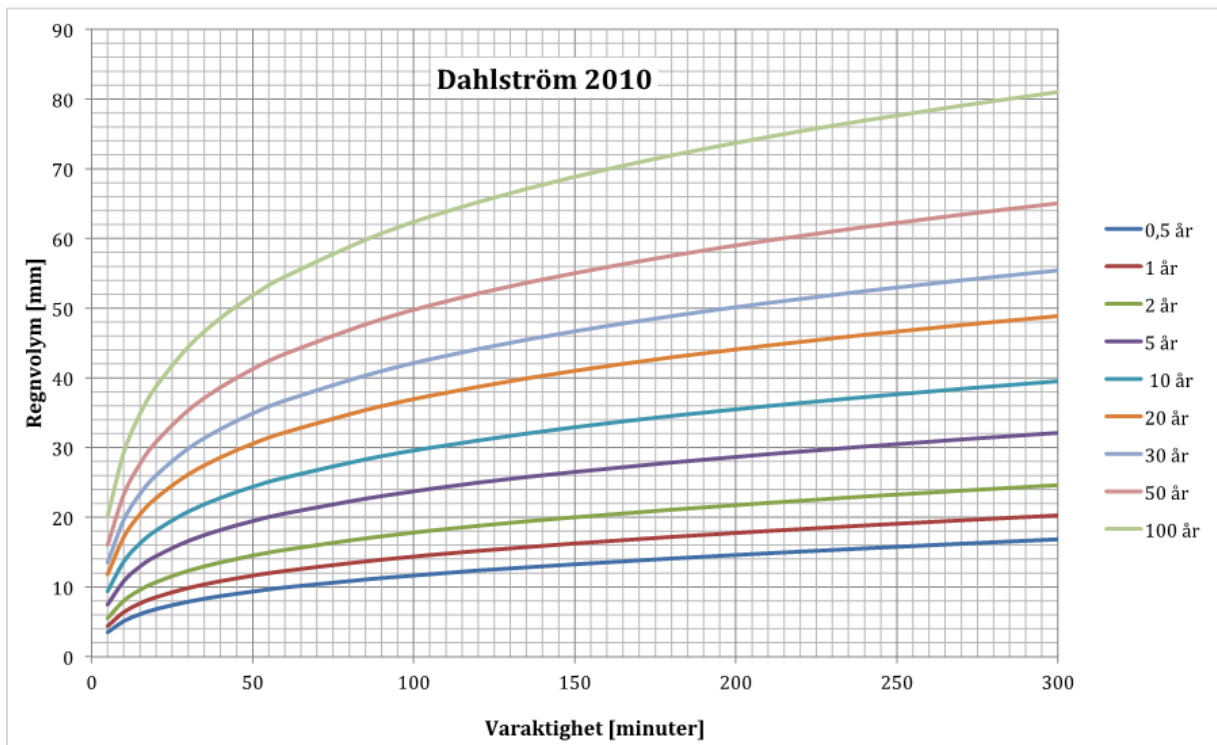
För ett 10-årsregn har regnvolymer 20 millimeter uppnåtts efter en varaktighet av 26 minuter (Figur 5-1). Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (Figur 5-2) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar.

Det dimensionerande flödet beräknas genom att områdets dimensionerande rinntid t_r beräknas. Den dimensionerande rinntiden utgörs av summan av områdets rinntid, t_{rinn} och tiden t_{fyll} (tiden det tar att fylla fördröjningsmagasinen).

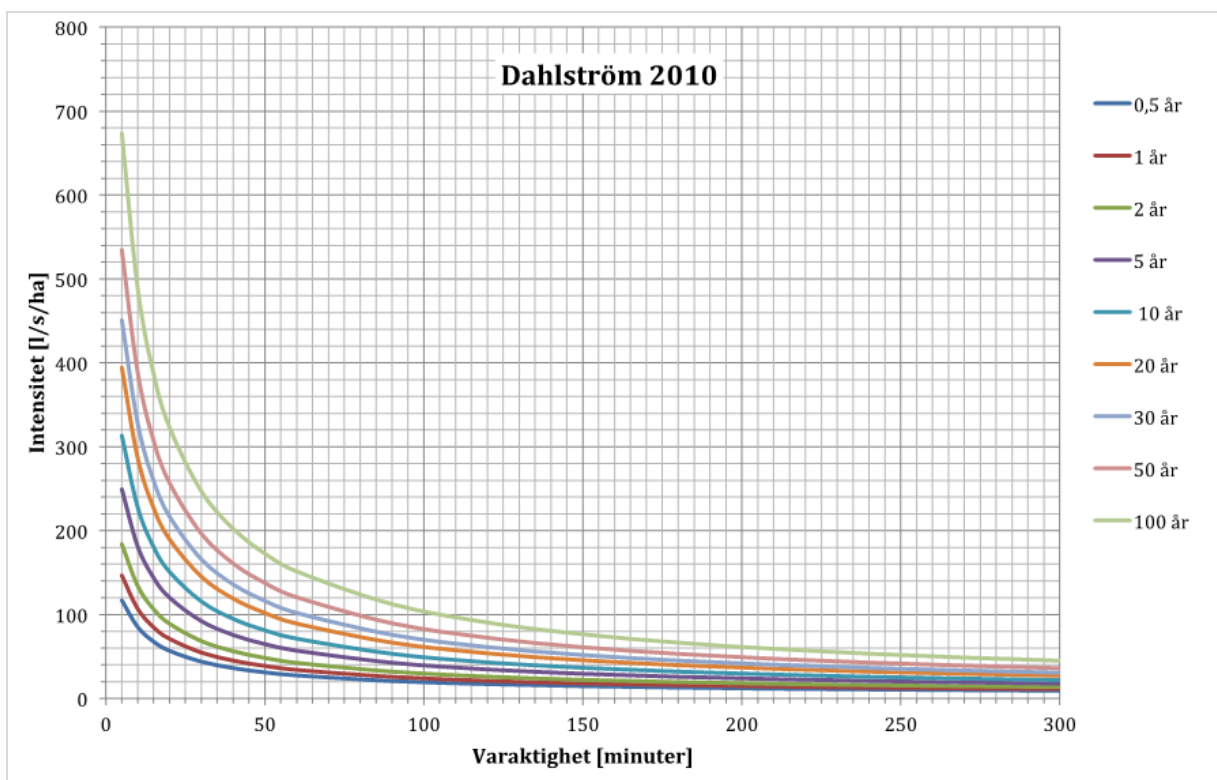
$$t_r = t_{rinn} + t_{fyll} \tag{Ekvation 2}$$

Den dimensionerande regnintensiteten t_r läses sedan av i diagrammet som visar sambandet mellan varaktighet och intensitet. Det dimensionerande flödet kan beräknas enligt Ekvation 3.

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \tag{Ekvation 3}$$



Figur 5-1. Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (från Dahlström (2010)).



Figur 5-2. Intensitets-/varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström 2010.

5.3 Flöden

Dimensionerande dagvattenflöden från utredningsområdet för nuvarande och planerad markanvändning redovisas i Tabell 5-4. Det dimensionerande flödet ökar något med planerad markanvändning till följd av den större delen hårdgjorda ytor.

Små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flöden. De redovisade flödena bör därför ses som en ungefärlig prognos på hur dagvattenflödena inom undersökningsområdet kan komma att ändras efter exploatering.

Tabell 5-4. Beräknade dimensionerande dagvattenflöden för nuvarande och planerad markanvändning vid ett 10-årsregn.

	Varaktighet (min)	Dimensionerande flöde för ett 10-årsregn (liter/sekund), utan fördröjning
Befintlig markanvändning	10	52
Planerad markanvändning	10	58

Beräknade dimensionerande dagvattenflöden för planerad markanvändning för 10-, 50- och 100-årsregn efter fördröjning av 20 mm redovisas i Tabell 5-5. För ett 10-års regn uppnås en volym av 20 mm efter 25 minuter. Det dimensionerande flödet vid denna varaktighet har beräknats i Stormtac. Motsvarande varaktighet för 50-årsregn är 7 minuter och för ett 100-årsregn är det 5 minuter.

Tabell 5-5. Beräknade dimensionerande dagvattenflöden för planerad markanvändning för 10-, 50- och 100-årsregn efter fördröjning av 20 mm.

	10-årsregn	50-årsregn	100-årsregn
Dimensionerande flöde (liter/sekund)	33	81	84
Varaktighet (min)	25	7	5

20 mm fördröjning av ett 10-årsregn innebär att det dimensionerande flödet för planerad markanvändning sänks jämfört med det uppskattade dimensionerande flödet för befintlig markanvändning.

Föreslagna dagvattenlösningar är dimensionerade för att fördröja 20 mm av ett 10 års-regn. Vid extremregn kommer flöden utöver det att brädda och rinna av ner mot Ålkistan. Naturliga avrinningsvägar samt skyfallskartering från Stockholm stad redovisas i Figur 3-15.

Översvämningar förväntas uppstå i strandkanten in mot bron under Roslagsvägen. Någon risk för större skador till följd av skyfall är inte att vänta där.

5.4 Dimensionerande utjämningsvolym

Med dimensionerande utjämningsvolym menas den volym som krävs för att fördröja volymen 20 mm av ett 10-årsregn. Den dimensionerande utjämningsvolymen för föreslagna dagvattenlösningar har uppskattats med hjälp av Stormtac. Volymen beror av in- och utflöde för diket samt angivna förutsättningarna för dikets uppbyggnad. Utflödet har anpassats så att diket har möjlighet att fördröja 20 mm regn ifrån avrinningsområdet under 12 h.

5.5 Föroreningsbelastning

Föroreningshalter har uppskattats för 13 standardämnen vid ett regn med återkomsttiden 10 år. För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden (årsmedelvärden) från modellen StormTac v.18.1.1 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten från olika markanvändningstyper. Schablonhalterna baseras oftast på flera olika vetenskapliga studier och blir därför ett medelvärde för föroreningshalten i dagvattnet från en viss typ av markanvändning.

Vattendirektivet säger att ”inga vatten får försämrats”, vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas, eller äventyrar att miljökvalitetsnormerna uppnås (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

Nationellt fastslagna riktvärden för dagvattenutsläpp saknas idag. Bedömningar görs därför från fall till fall med hjälp av referensvärden och bedömning av mottagande recipienters känslighet.

I Tabell 5-6 redovisas uppskattade föroreningshalter vid befintlig och planerad markanvändning samt efter föreslagen rening. Uppskattade årliga föroreningsmängder redovisas i Tabell 5-7.

Resultaten av beräkningarna visar att utan särskild rening så minskar föroreningsmängderna för de flesta ämnen. De ökar dock något för fosfor, kväve och kadmium, främst beroende på den lägre andelen grönytor hos den planerade markanvändningen. Eftersom försämring inte får ske så måste åtgärder för rening av dagvattnet vidtas.

Med föreslagna åtgärder för rening av dagvattnet (se kapitel 6 nedan) så sjunker föroreningsmängderna för samtliga studerade ämnen under uppskattade befintliga nivåer. Då det befintliga garaget ersätts med hustak och terrass förväntas utsläppen av föroreningar bli betydligt lägre med den planerade markanvändningen.

Gränsvärden (årsmedelvärde) för god kemisk ytvattenstatus enligt MKN (HVMFS 2015:4, bilaga 5-6) har även redovisats i Tabell 5-6. Gränsvärdena för recipienten säger inte vilka halter som bör uppnås i dagvattnet men kan ge en fingervisning om hur höga de beräknade

halterna är i relation till målen för recipienten. För att bestämma gränsvärden för föroreningshalterna i dagvattnet för att uppnå miljö kvalitetsnormerna krävs en specifik utredning för avrinningsområdet.

En direkt jämförelse ska inte göras mellan uppskattade föroreningshalter i dagvatten med föroreningshalter i recipienten. Presenterade siffror bygger på två olika analysmetoder, filtrerad och ofiltrerad analys. Vid redovisning av halter för ytvatten görs vanligen en filtrerad analys vilken visar halten lösta föroreningar i vattnet. Redovisningar av halter för dagvatten baseras vanligen på ofiltrerade analyser vilken visar totalhalten av föroreningar. Totalhalten är summan av lösta föroreningar och föroreningar bundna till partiklar. Halterna som redovisas för dagvatten kommer därför att vara högre än de för recipienten. De skilda analysmetoderna beror på att dagvatten är ett rinnande vatten som för med sig partiklar varför en total analys görs. Ytvatten i recipienten är stillastående varvid sedimentation kan ske och halten föroreningar i ytvattnet främst består av lösta föroreningar.

Ytterligare en aspekt av jämförelse mellan halter i recipient och dagvatten är den utspädningseffekt som fås då dagvattnet når recipienten. Koncentrationer i dagvattnet kan därför inte direkt jämföras med koncentrationer i recipienten. Det finns förslag på generella riktvärden för dagvatten (Regionplane- och trafikkontoret, 2009, se tabell 5–9) vilka är betydligt högre än gränsvärden för MKN för ytvatten. Vid bedömning av dessa riktvärden ska beaktas dels utspädningseffekten som fås i recipienten och dels att de redovisar totalhalter.

I VISS finns ett uppskattat förbättringsbehov för Lilla Värtan och Brunnsviken med avseende på kväve och fosfor. Förbättringsbehovet är angett i procent och beräknas enligt följande, $\% = 100 * (\text{Uppmätt} - \text{Klassgränshalt}) / \text{Uppmätt}$. I Tabell 5-8 redovisas förbättringsbehovet, enligt VISS, och den uppskattade förbättringen för dagvatten ifrån planområdet beräknad enligt $\% = 100 * (\text{Uppskattad befintlig halt} - \text{Uppskattad halt efter rening}) / \text{Uppskattad befintlig halt}$. Vid denna jämförelse används uppskattade halter i dagvattnet. Den årliga ackumulerade mängden föroreningar (se Tabell 5–7) förbättras inte i motsvarande grad då avrinningen ökar jämfört med befintlig situation.

Tabell 5-6. Föroreningshalter i dagvatten från planområdet för befintlig och planerad markanvändning beräknat i StormTac (Larm, 2000). Grönt = halten understiger värdet för befintlig markanvändning. Rött = halten överstiger värdet för befintlig markanvändning.

Ämne	Föroreningshalt [$\mu\text{g/liter}$]		Föroreningshalt [$\mu\text{g/liter}$]	
	Gränsvärde (årsmedelvärde) för god kemisk ytvattenstatus enligt MKN (HVMFS 2015:4, bilaga 5-6)	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning utan rening	Planerad markanvändning med rening i makadamdike
Fosfor	-	110	90	90
Kväve	-	1200	1700	965
Bly	1,3	20	2,9	1,4
Koppar	0,87 (biotillgänglig)	30	14	6,4
Zink	1,1	100	23	15
Kadmium	0,2	0,35	0,47	0,13
Krom	3,4	11	4,7	1,5
Nickel	8,6	10	3,7	1,9
Kviksilver	0,07 (maximal tillåten)	0,042	0,023	0,014
Suspenderad substans	-	100 000	18000	10880
Olja	-	620	320	145
PAH	Ej tillämpligt	2,3	0,24	0,12
Benso(a)pyren	0,00017 (maximal tillåten koncentration 0,017)	0,04	0,0081	0,0049

Tabell 5-7. Föroreningsmängder i dagvatten för befintlig och planerad markanvändning samt efter föreslagen rening beräknat i StormTac (Larm, 2000). Grönt =mängden understiger värdet för befintlig markanvändning. Rött = mängden överstiger värdet för befintlig markanvändning.

Ämne	Föroreningsmängder (kg/år)		
	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning utan rening	Planerad markanvändning med rening i makadamdike
Fosfor	0,13	0,14	0,13
Kväve	1,5	2,5	1,4
Bly	0,026	0,0043	0,002
Koppar	0,039	0,021	0,0092
Zink	0,13	0,035	0,021
Kadmium	0,00044	0,00071	0,00019
Krom	0,014	0,0071	0,0022
Nickel	0,013	0,0055	0,0027
Kvicksilver	0,000054	0,000035	0,00002
Suspenderad substans	130	27	15
Olja	0,79	0,49	0,21
PAH	0,0029	0,00036	0,00018
Benso(a)pyren	0,000051	0,000012	0,000007

Tabell 5-8. Förbättringsbehovet för kväve och fosfor, enligt VISS, och den uppskattade förbättringen för dagvatten ifrån planområdet med rening.

Ämne	Förbättringsbehov för Lilla Värtan enligt VISS (%)	Förbättringsbehov för Brunnsviken enligt VISS (%)	Förbättring för dagvatten från planområdet med rening enligt beräkningar (%)
Fosfor	36	50	18
Kväve	33	35	20

Tabell 5-9. Förslag på generella riktvärden för dagvatten (Regionplane- och trafikkontoret, 2009).

Ämne	Föroreningshalt [$\mu\text{g/liter}$]
	Riktvärden för dagvatten (1M, låga halter)
Fosfor	160
Kväve	2000
Bly	8
Koppar	18
Zink	75
Kadmium	0,4
Krom	10
Nickel	15
Kvicksilver	0,03
Suspenderad substans	40 000
Olja	400
PAH	-
Benso(a)pyren	0,03

6 Förslag på dagvattenhantering

Den planerade byggnationen går nära in på fastighetsgränsen för Triangeln S:1 vilket innebär att ytor att utnyttja för fördröjning av dagvatten är begränsade inom utredningsområdet. Längs byggnadernas sidor föreslås diken som fördröjer och renar takvattnet samt leder ner det mot Ålkistan. Dagvatten från takytorna leds lämpligtvis genom stuprör med utkastare så att vattnet kommer ut en bit ut från husväggen. För planering av dagvattenlösningar som kan fördröja 20 mm under 12 h har utredningsområdet delats in i 2 delavrinningsområden, se figur 6-1.

Dessa täcker inte hela utredningsområdet. För övriga ytor har inga specifika lösningar planerats. Se beskrivning av respektive område nedan (numreringen av ytorna återfinns även i figur 6-1).

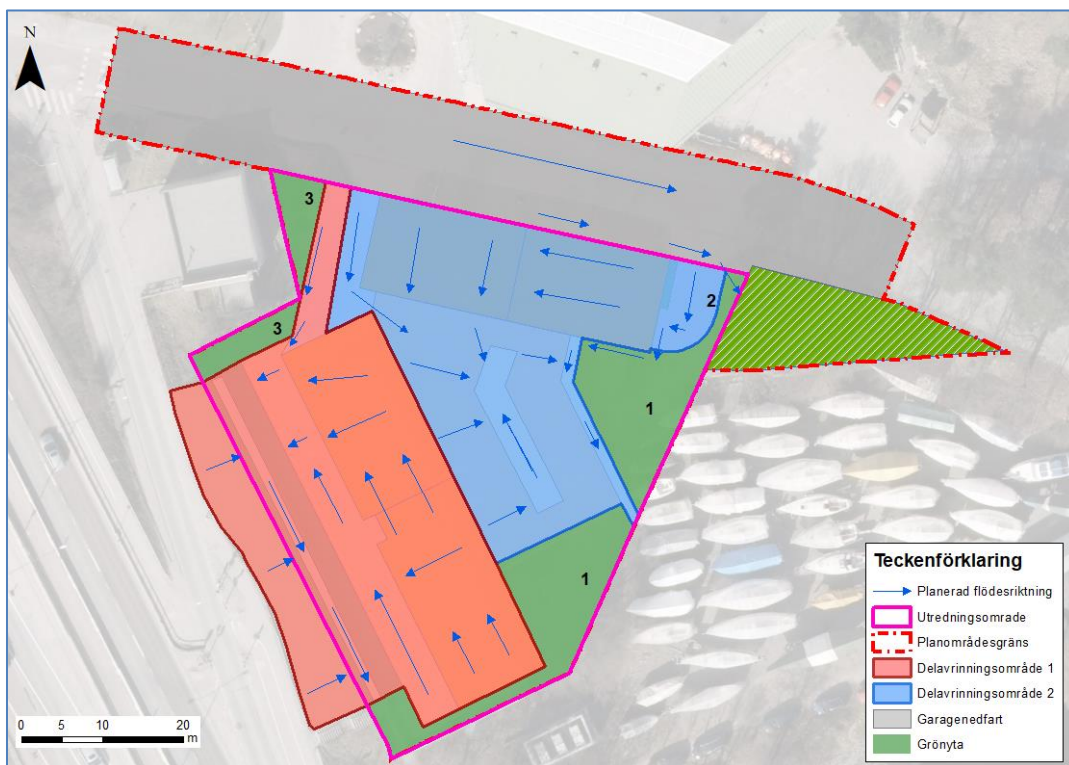
Grönytorna söder och öster om terrassen har flödesriktning ner mot Ålkistan. Regnvattnet på dessa ytor förväntas infiltrera då de översta metrarna av jordlagret inom utredningsområdet består av fyllnadsmaterial.

Garagedfarten kommer enligt ritning att leda dagvattnet ner mot garaget. Då dagvattnet från nedfarten inte får kopplas till spillvattenledningen (Yttrande Solna vatten, 2018-09-20) bör en separat avledning anläggas för det. Avrinningen mot garaget bör, utifrån tillgänglig information om befintlig och planerad höjdsättning, kunna skäras av genom en avvattningsränna med galler tvärs över vägen i direkt anslutning till garageporten. I anslutning till och söder om denna placeras en oljeavskiljare och en ledning som mynnar i det östra diket.

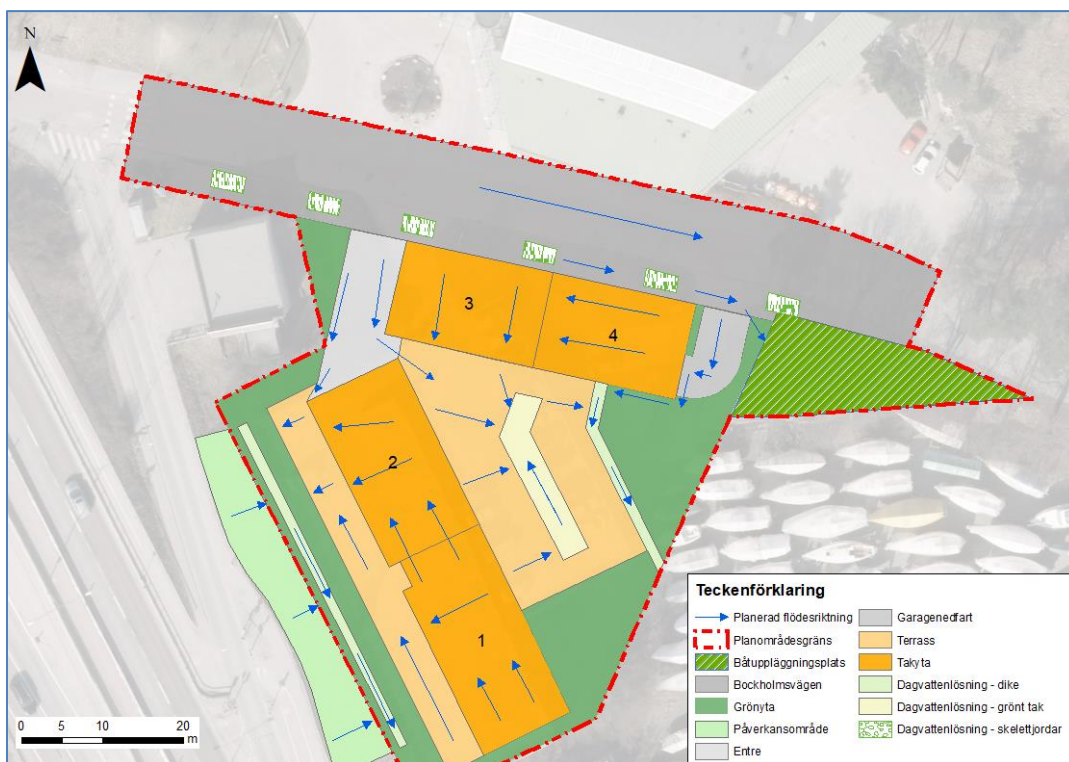
Grönytorna nordväst om de planerade byggnaderna lutar mot en lågpunkt i sänkan mellan utredningsområdet och anslutande fastighet. Här finns en dagvattenbrunn som samlar upp vatten från sänkan och från byggnaderna på fastighet Triangeln 1. Inget dagvatten från de planerade husen leds hit då brunnen inte tillhör kvartersmarken. Vattnet på dessa mindre grönytor förväntas infiltrera.

Delavrinningsområde 1 består av taken på hus 1 och 2, den smala terrassen på västra sidan om husen samt grönremsan mellan avfarten ifrån Roslagsvägen och husen. I detta delavrinningsområde ingår även del av entréytan.

Delavrinningsområde 2 består av terrassen på den östra sidan av hus 1-2, taken på hus 3 och 4 samt ett dike längs den östra kanten av terrassen. I detta delavrinningsområde ingår även del av entréytan.



Figur 6-1. Indelning i delavrinningsområden. Numreringen i figuren refererar till beskrivningen av ytor i stycket ovan (under kapitel 6).



Figur 6-2. Föreslagen placering av dagvattenlösningar. Planerade flödesriktningar för avrinning från tak och terrass har markerats.

6.1 Dagvattenlösning för Delavrinningsområde 1

För delområde 1 har beräkningarna av flöden och föroreningsbelastning utgått från ett förslag där dagvattnet från taken på hus 1 och 2 (se Figur 6-2) leds över terrassen mot Roslagsvägen ner till ett dike som löper längs huset ner mot Ålkistan. Taken och terrassen ska höjdsättas så att vattnet inte tar vägen till sänkan i norr utan leds ner till diket. Terrassen behöver ges en lutning mot norr så att huvuddelen av takvattnet når diket i dess övre ände.

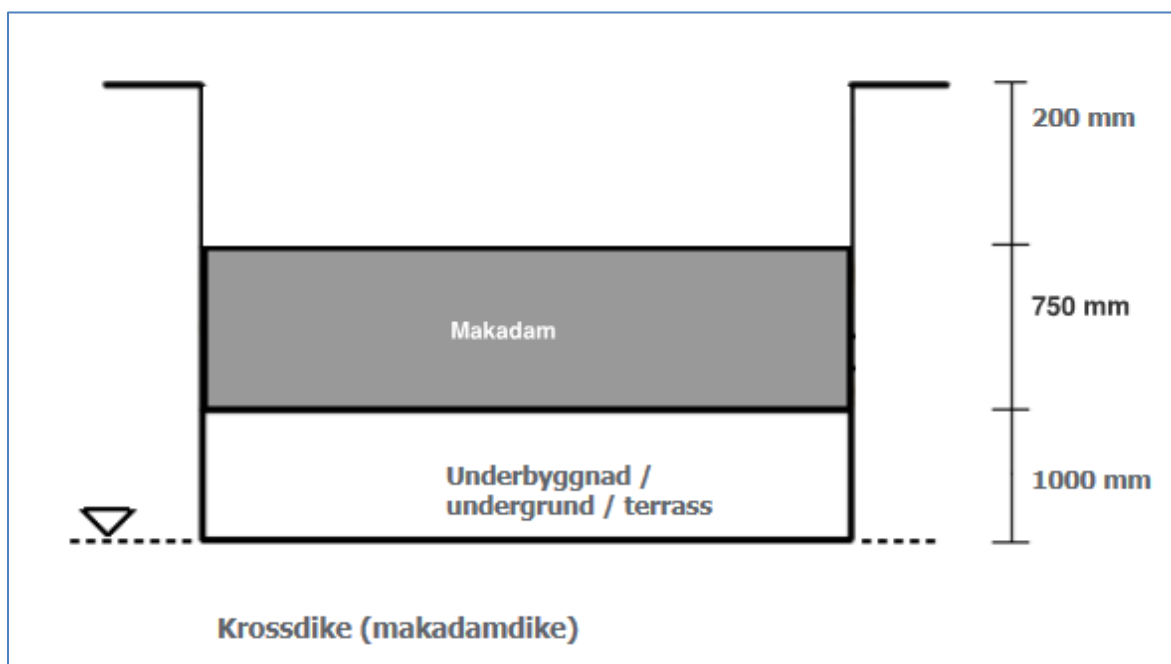
Entrén till kvarteret höjdsätts så att vatten från ca hälften av entréytan kan avrinna mot terrassen i öster och dagvattenlösningarna där (grönt tak).

Dagvatten från slänten mot Roslagsvägen kommer att fortsatt rinna av ner mot diket längs med huset. Detta område har räknats med som påverkansområde och ingår i delområde 1, se figur 6-1 och figur 6-2.

I diket södra ände når det trappan som leder ifrån promenadstigen vid Ålkistan upp till Roslagsvägen. En lösning behöver tas fram för passage av trappan och ledningsdragning ner mot Ålkistan. Projekteringen kommer att behöva samordnas om det blir aktuellt att leda om befintlig dagvattenledning under fastigheten till ett läge mellan Roslagsvägens avfartsramp och planerade byggnadskroppar, för avledning söderut till Ålkistan.

Föreslaget dike har en volym på 21 m³ på en area av 48 m². Utflödet ifrån diket har angetts som 10 l/min. Med dessa mått kan diket fördröja 22 mm för hela delområde 1 vilket inkluderar påverkansområdet. Dikets uppbyggnad och antagna djup vid beräkningarna redovisas i Figur 6-3.

Biokol bör blandas in i makadamen och diket bör utformas med växtlighet, så att även lösta ämnen kan fångas in. Diket bör även delas in i sektioner med hjälp av dämmen, så att reningen optimeras genom att fördröjning sker även i den övre delen av diket, inte bara längst ned.



Figur 6-3. Mått för diket som beräknats för delavrinningsområde 1.

6.2 Dagvattenlösning för Delavrinningsområde 2

För delområde 2 har beräkningarna av flöden och föroreningsbelastning utgått från ett förslag där ett grönt tak anläggs på terrassen. Avrinningen från taket på hus nr 3 och 4, från ca halva entréytan samt från terrassen leds via det gröna taket och en utkastare till ett dike som löper direkt nedanför och längs med terrassväggen ned mot Ålkistan.

Entrén till kvarteret höjdsätts så att vatten från ca hälften av entréytan kan avrinna mot terrassen i väster och vidare till dagvattendiket.

För det gröna taket har en avrinningskoefficient på 0,6 och arean 77 m² antagits.

För gröna tak varierar avrinningskoefficienten beroende på utformning och växttyp. För semi-intensiva tak (med gräs, örter, sedum, mossa och eventuellt även buskar) anges i tekniska beskrivningar avrinningskoefficienter mellan 0,1 – 0,4. Sedumtak (extensiva tak med endast tunn vegetation av sedum och mossa) som är lättare att sköta har avrinningskoefficienter på 0,5 – 0,6.

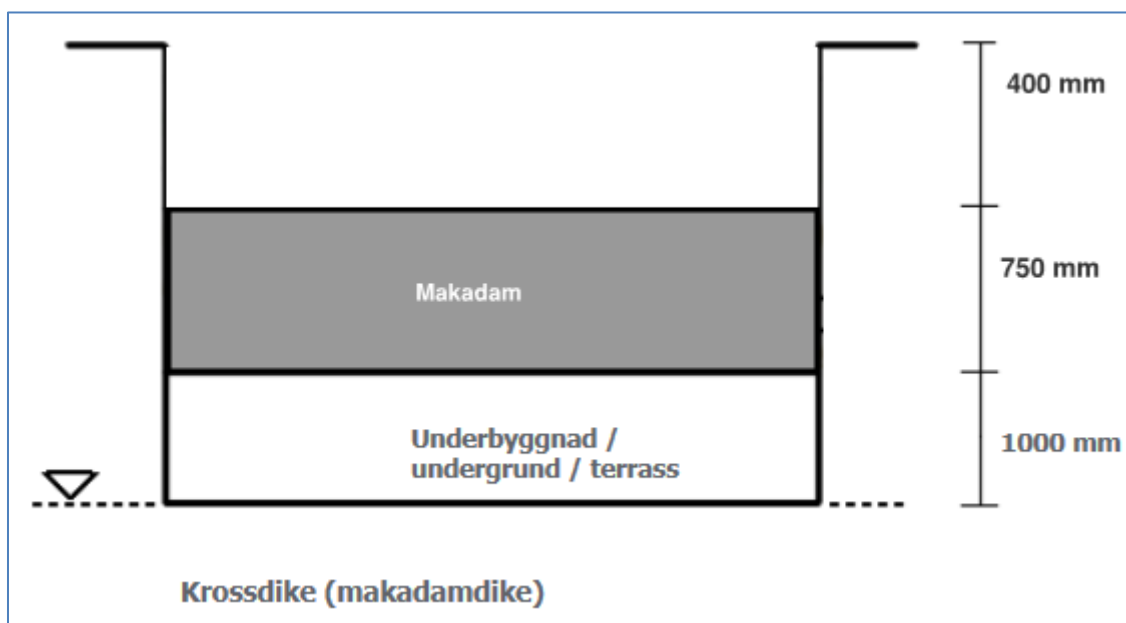
I föreslagen lösning har ett tak motsvarande sedumtaget antagits. Det är möjligt att lägga ett tak med mer gräs och örter vilket ger ytterligare fördröjning och rening av dagvattnet. I Figur 6-4 visas ett exempel på hur ett sedumtak i kvartersmiljö kan se ut i praktiken.



Figur 6-4 Exempel på sedumtak i kvartersmiljö (Vegtech,se, 2018-02-13).

För diket som leder vattnet från delområde 2 mot Ålkistan har en area av 27 m² och en volym på 16 m³ antagits. Utflödet från diket har angetts som 10 l/min. Med dessa mått kan diket fördröja 21 mm av ett 10-årsregn. Dikets uppbyggnad och antagna djup vid beräkningarna redovisas i Figur 6-5.

Biokol bör blandas in i makadamen och diket bör utformas med växtlighet, så att även lösta ämnen kan fångas in. Diket bör även delas in i sektioner med hjälp av dämmen, så att reningen optimeras genom att fördröjning sker även i den övre delen av diket, inte bara längst ned.



Figur 6-5. Mått för diket som beräknats för delavrinningsområde 2.

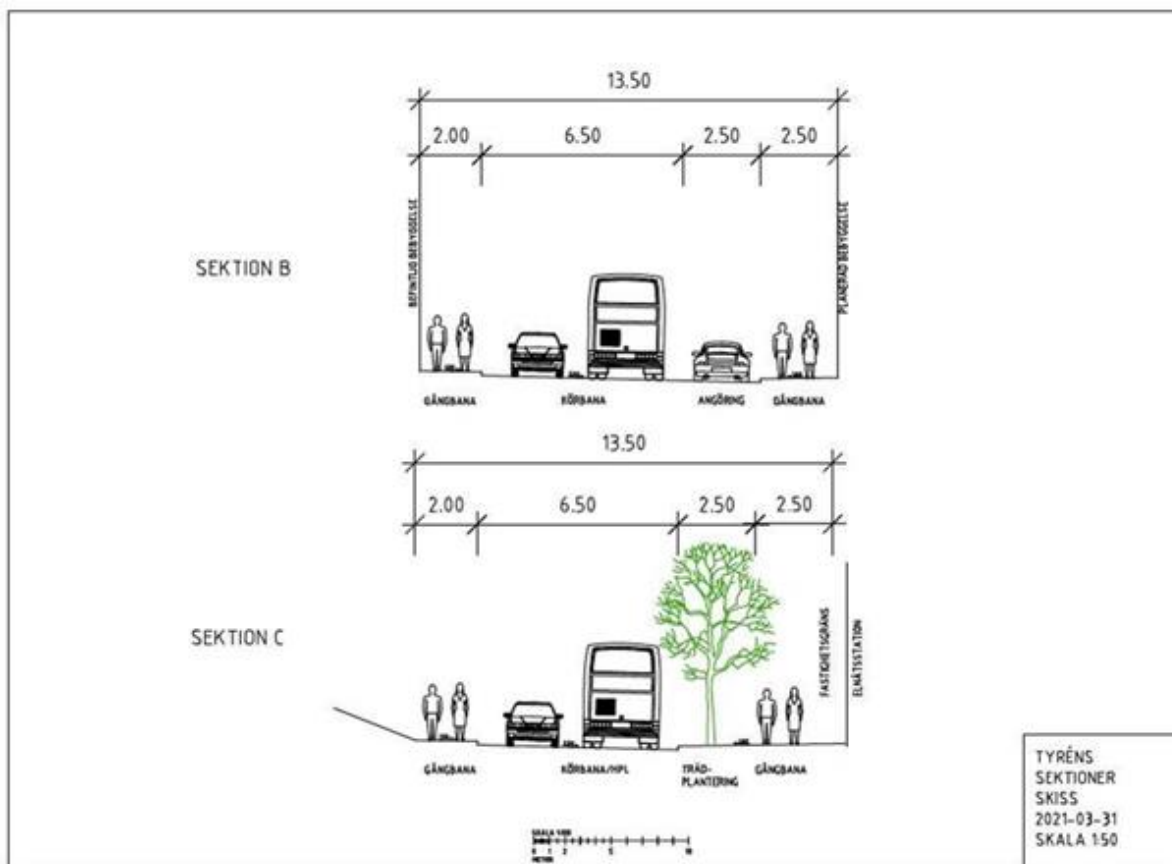
6.3 Bockholmsvägen

Figur 6-6 visar planerad utformning av Bockholmsvägen på sträckan framför det nya kvarteret. Vägen kommer här att breddas för att göra plats för parkeringsfickor och trädplanteringar samt trottoar på vägens södra sida, se även sektioner i Figur 6-7.

I dagsläget leds dagvattnet från Bockholmsvägen via brunnar direkt till en dagvattenledning i vägen. Enligt den nya utformningen ska dagvatten kunna ledas till trädplanteringar med skelettjordar vilket kommer att ge fördröjning och rening av vattnet ifrån vägen.



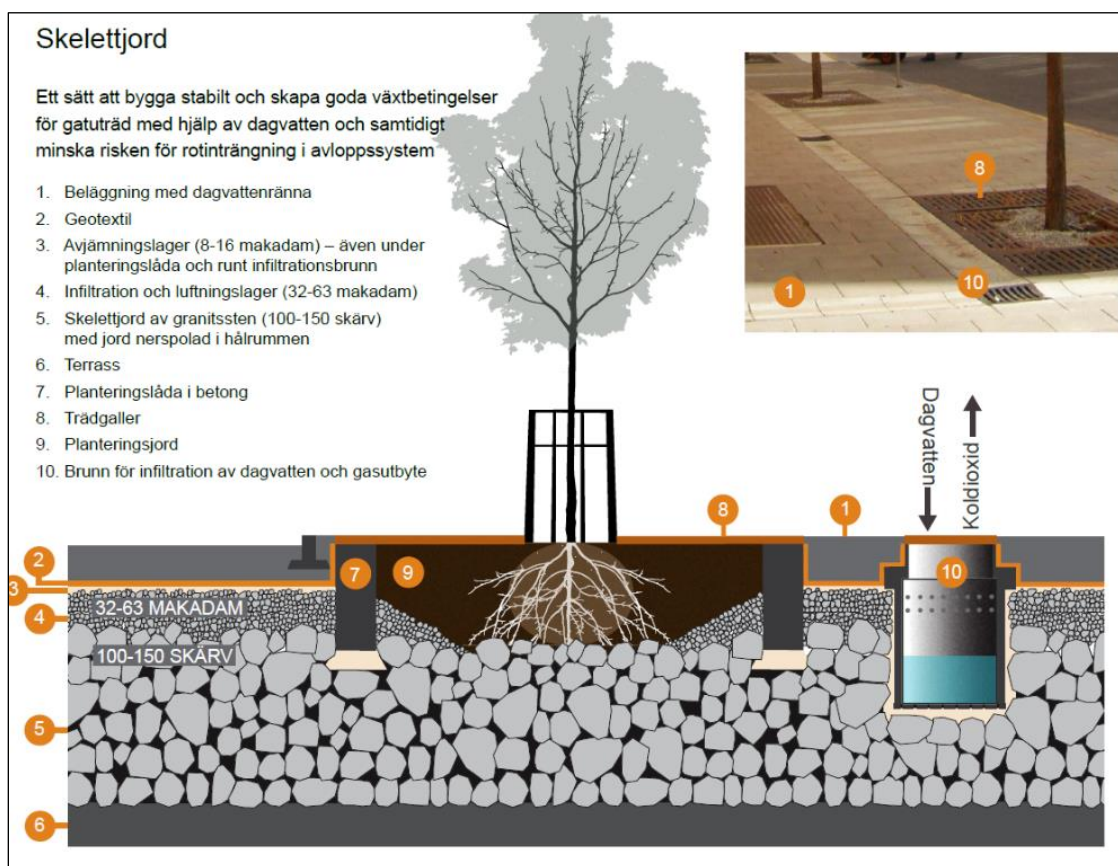
Figur 6-6. Utsnitt ur situationsplan Triangeln 2021-03-18 (Varg Arkitekter).



Figur 6-7. Sektioner (B-B och C-C i Figur 6-6) av planerad utformning för Bockholmsvägen.

6.4 Skelettjordar

Skelettjordar är en teknik för att ge trädens rötter utrymme, luft och vatten i stadsmiljö. Skelettjorden kan till exempel bestå av grov makadam och fungerar också som ett underjordiskt magasin för dagvatten. Figur 6- visar en illustration över hur en trädplantering i skelettjord kan se ut. Biokol kan med fördel tillföras skelettjordarna för förbättrad rening och näringstillförsel till träden.



Figur 6-8. Illustration från Trafikkontoret, Stockholm stad.

6.5 Övriga rekommendationer och åtgärdsförslag

De diken som föreslagits för avledning av dagvattnet förutsätter att vattnet leds vidare ut i Ålkistan. Det innebär att en passage behöver anläggas över angränsande fastigheter. Då båtuppläggningsplatsen på Triangeln 2 kan vara förorenad bör man undvika att leda dagvatten igenom dessa massor. Passagen bör därför anläggas i ledning.

För att ytterligare öka reningen av dagvattnet från husen kan större del av grönytorna öster och söder om terrassen utnyttjas för dagvattenlösningar. Det är möjligt att anlägga exempelvis växtbäddar för att göra grönområdet mer tilldragande.

7 Referenser

Geosigma. *Hydrogeologisk utredning med översiktlig geoteknik för fastigheten Triangel S:1, Bergshamra, Stena fastigheter*, 2016.

Geosigma AB. *Tekniskt PM - Geoteknik - Kv. Triangeln m.fl. i Solna stad*, 2021

Larm T. *Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10*, VAV AB, 2000.

Länsstyrelsen i Stockholm. *Länsstyrelsens WebbGIS. Länskarta Stockholms län*. Tillgänglig via <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>, 2015.

Länsstyrelsen i Stockholm, *Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökusten i Stockholms län, Fakta 2015:14*, 2015.

Regionplane- och trafikkontoret, Stockholms läns landsting, *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp*, 2009.

Solna stad. *Dagvattenstrategi*, 2017

Svenskt Vatten. *P90 Dimensionering av allmänna avloppsledningar*, 2004.

Svenskt Vatten. *PI04, Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*, 2011.

Svenskt Vatten. *PI05, Hållbar dag- och dränvattenhantering – Råd vid planering och utformning*, 2011.