




Dagvattenutredning för Bykkaret 3 Stora Essingen, Stockholm

GRAP

21 537

Geosigma AB

2022-02-18

GEOSIGMA PART OF REJLERS				
Uppdragsnummer 606848	Grap nr 21 537	Datum 2022-02-18	Antal sidor 34	Antal bilagor 1
Uppdragsledare Aiste Girleviciute		Beställares referens Fanny Vallo		Beställares ref nr
Beställare Pelarstaden Bykkaret 3 i Stockholm AB				
Rubrik Dagvattenutredning för Bykkaret 3				
Underrubrik Stora Essingen, Stockholm				
Författad av Aiste Girleviciute				Datum 2022-01-21 2022-02-18
Granskad av Lianne de Jonge				Datum 2022-01-20
Granskningshandling version 1.0				
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

Sammanfattning

På uppdrag av Pelarstaden Bykkaret 3 i Stockholm AB har Geosigma AB utrett hur dagvatten kan hanteras för fastigheten Bykkaret 3, Stora Essingen, Stockholms kommun. Fastigheten har en areal på 0,09 ha och ligger i korsningen mellan Badstrandvägen och Tvätterskevägen i norra delen av Stora Essingen.

I dagsläget består utredningsområdet av en befintlig bostadsbyggnad, grusytor samt grösytor med inslag av berg i dagen. Recipient för dagvattnet som avrinner från planområdet är Mälaren-Riddarfjärden (SE658020-162623). Recipienten har otillfredsställande ekologisk status och uppnår ej god kemisk ytvattenstatus.

Vid planerad exploatering av utredningsområdet kommer den befintliga bostadsbyggnaden att byggas ut och en parkeringsplats samt soppuppsamling uppföras. Enligt SGU:s jordartsmodell utgörs utredningsområdet av berg i dagen och jorddjupet till berg inom utredningsområdet är 0 m.

Planerad utbyggnad innebär att dagvattenflöden vid ett regn med återkomsttid av 20 år och klimatfaktor 1,25 förväntas öka från cirka 18 l/s till cirka 22 l/s vilket motsvarar en ökning på 22 %.

Enligt Stockholm Stads åtgärdsnivå (Stockholm Stad, 2016) bör 20 mm nederbörd omhändertas inom kvartersmarken. Detta innebär att den totala kapaciteten i de dagvattenanläggningar som föreslås inom utredningsområdet bör vara 12 m³. Den erforderliga volymen fördelar sig mellan Delavrinningsområden 1 och 2 som fastigheten har delats in i med hänsyn till den framtida avrinningsriktning. Den erforderliga fördröjningsvolymen kan uppnås genom anläggning av regnbäddar samt ett makadammagasin med en total yta på ca. 25 m².

Om dagvattnet hanteras enligt detta förslag väntas flödesbelastningen så väl som föroreningsbelastningen att minska i jämförelse med dagens situation. Den planerade utbyggnaden väntas därmed inte äventyra att MKN för recipienten Mälaren-Riddarfjärden kan uppnås.

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Uppdraget	6
2 Förutsättningar och metod	7
2.1 Dagvattenstrategi	7
2.2 Underlag	7
2.3 Dimensionering	7
2.4 Reducerad area	8
2.5 Dimensionerande flöde	8
2.6 Erforderlig utjämningsvolym	9
2.6.1 Dagvattenflöden efter fördröjning enligt lösningsförslaget	9
2.7 Föroreningsberäkning	11
2.8 Platsbesök	11
3 Nulägesbeskrivning	13
3.1 Topografiska förhållanden och lågpunkter	13
3.2 Jordarter och geoteknik	14
3.3 Grundvatten	15
3.4 Befintlig markanvändning	17
3.5 Recipientbeskrivning	17
3.6 Skyfall	19
4 Framtida förhållanden	20
4.1 Planerad markanvändning	20
4.2 Anslutningspunkter för dagvatten	20
4.3 Ytavrinning och delavrinningsområden	21
5 Flödesberäkningar	22
5.1 Avrinningskoefficient	22
5.2 Markanvändning- befintlig och planerad	22
5.3 Flödesberäkningar	23
5.3.1 Flödesberäkning med återkomsttid 10 år	23
5.3.2 Dagvattenflöden enligt P110	23
5.4 Erforderlig utjämningsvolym	24
5.5 Extrem nederbörd	24
6 Lösningsförslag för hållbar dagvattenhantering	25
6.1 Generella rekommendationer	25

6.2	Principlösningar för dagvattenhantering	25
6.2.1	Regnbäddar	25
6.2.2	Makadammagasin	27
6.3	Lösningförslag	27
7	Föroreningsberäkningar	30
8	Extrem nederbörd	32
9	Slutsats	33
10	Referenser	34

1 Uppdraget

På uppdrag av Pelarstaden Bykkaret 3 i Stockholm AB har Geosigma AB utrett hur dagvatten kan hanteras för fastigheten Bykkaret 3, Stora Essingen, Stockholms kommun.

Aktuellt utredningsområde ligger i korsningen mellan Badstrandvägen och Tvätterskevägen i norra delen av Stora Essingen. Fastigheten har en areal på cirka 0,1 ha och i dagsläget består av gräsytor med inslag av berg i dagen och befintlig bostadsbyggnad. En översikt av utredningsområdets ungefärliga läge framgår av Figur 1–1.



Figur 1-1. Utredningsområdet utgörs av fastigheten Bykkaret 3.

Syftet med denna dagvattenutredning är att studera hur dagvattnet kan omhändertas inom den aktuella fastigheten. I utredningen ingår att:

- Beräkna dagvattenflöden för både den befintliga och den planerade situationen
- Beräkna föroreningsgrad för både den befintliga och den planerade situationen
- Ta fram ett förslag till hållbar dagvattenhantering inom det aktuella kvarteret

2 Förutsättningar och metod

2.1 Dagvattenstrategi

Stockholm Stads dagvattenstrategi antogs av kommunfullmäktige den 9 mars år 2015 och syftet med strategin är att utveckla stadens dagvattenhantering mot en mer hållbar riktning (Stockholm Stad, 2015a). Det innebär att dagvattenhanteringen bör ta hänsyn till både vattenkvalitet och vattenkvantitet samt att utmaningen som uppstår genom klimatförändringar i en allt tätare stad lyfts fram.

Målet för hållbar dagvattenhantering kan således beskrivas med 4 övergripande riktlinjer (Stockholm Stad, 2015a):

- 1) Dagvattenhantering ska bidra till en förbättrad vattenkvalitet av stadens yt- och grundvattenkvalitet så att god status eller motsvarande vattenkvalitet kan uppnås i stadens samtliga vattenområden.
- 2) Dagvattenhantering ska vara anpassad efter förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd och höjda vattennivåer i sjöar, kustvatten och vattendrag.
- 3) Dagvatten är en del av vattnets kretslopp i staden och ska återanvändas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön.
- 4) För att nå målsättningen om en hållbar dagvattenhantering behöver frågan beaktas i stadsbyggnadsprocessens alla skeden parallellt med en systematisk åtgärdsplanering. En viktig förutsättning är samsyn, samordning och en genomtänkt ansvarsfördelning mellan stadens förvaltning och bolag.

Enligt Stockholm Stads (2016) åtgärdsnivå för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd omhändertas inom kvartersmarken.

2.2 Underlag

Utöver Stockholm Stads dagvattenstrategi har följande underlag använts i denna utredning:

- Bykkaret 3, Offertförfrågan dagvatten (Nordisk Kombination Arkitekter, 2021).
- Foton från platsbesök (Nordisk Kombination Arkitekter, 2021).
- Situationsplan Bykkaret 3 (Nordisk Kombination Arkitekter, 2021).
- Baskarta (Stockholms stads databas, 2021).
- Bebyggelseförslag, bottenvåning (Nordisk Kombination Arkitekter, 2021).
- Underlag för miljö- och hälsofrågor (Stockholms Stad, 2021).

2.3 Dimensionering

Enligt checklista för dagvattenutredningar i Stockholm ska dagvattenflöden beräknas för följande scenarier:

- Regn med återkomsttid 10 år för befintlig och planerad markanvändning *exklusive* klimatfaktor.
- Regn med återkomsttid enligt minimumkrav enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016) för befintlig och planerad markanvändning *inklusive* klimatfaktor.

Principerna för dimensioneringen är enligt Svenskt Vatten Publikation 110 (2016) och är följande:

- Säkerhetsnivå för skador vid översvämningar uttrycks som återkomsttid för nederbörd eller vattennivå i sjöar och vattendrag. Föreliggande planområde bedöms motsvara "Tät bostadsbebyggelse" och säkerhetsnivåerna har beräknats därefter, se Tabell 2-1. Detta innebär att säkerhetsnivåerna är 5-årsregn för fylld ledning och 20-årsregn för trycklinje i marknivå.
- På grund av klimatförändringar kommer nederbördsmängden att öka och därför ska dimensionerande regn ökas med en klimatfaktor. Klimatfaktorn i nuläget (kunskapsläge dec 2015) har valts till 1,25 för regn med varaktighet upp till 60 min och till 1,2 för regn med längre varaktighet än 60 min.
- Dagvattenledningar dimensioneras inte i föreliggande utredning. Däremot redovisas flöden som dagvattenledningar i anslutning till planområdet ska klara av att avleda.
- Vatten som inte får plats i ledningssystemet ger upphov till marköversvämning och ska kunna hanteras på markytan utan att skador uppkommer på byggnader och anläggningar. Det styr utformning och höjdsättning av mark och bebyggelse. Säkerhetsnivån med avseende på marköversvämningar med skador på byggnader och anläggningar är >100 år. Höjdsättningen utförs så att byggnader ligger högre än omgivande mark.
- Dimensionerande varaktighet för regnet motsvarar den antagna rinntiden inom detaljplaneområdet, det vill säga den tiden det tar för vattnet att rinna den längsta uppskattade rinnsträckan inom respektive delområde.

Tabell 2-1. Utdrag från P110 sidan 40, minimikrav vid dimensionering av nya dagvattensystem.

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

2.4 Reducerad area

I vissa fall används begreppet reducerad area, som är en funktion av area och avrinningskoefficient. Sambandet kan beskrivas matematisk enligt ekvation 2-1.

$$A_{red} = A * \varphi \quad \text{(ekvation 2-1)}$$

där:

A_{red} = reducerad area i ha_{red}

A = arean i ha

φ = avrinningskoefficient

2.5 Dimensionerande flöde

Beräkningar av dimensionerande flöden har utförts med rationella metoden enligt ekvation 2-2:

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

(ekvation 2-2)

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

i är regnintensiteten (liter/(sekund·hektar)) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r , som är regnets varaktighet, vilket är lika med delområdets rinntid.

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

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet och f är den ansatta klimatfaktorn.

2.6 Erforderlig utjämningsvolym

Enligt Stockholm Stads riktlinjer (2016) för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs.

Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym för kvartersmarken görs enligt Ekvation 2-3.

$$V = \phi \cdot A \cdot 0,02$$

(Ekvation 2-3)

där V är den dimensionerande utjämningsvolymen (m^3), ϕ är delområdets sammanvägda avrinningskoefficient (-), A är delområdets area (m^2) och 0,02 är vald åtgärdsnivå (20 mm) uttryckt i meter.

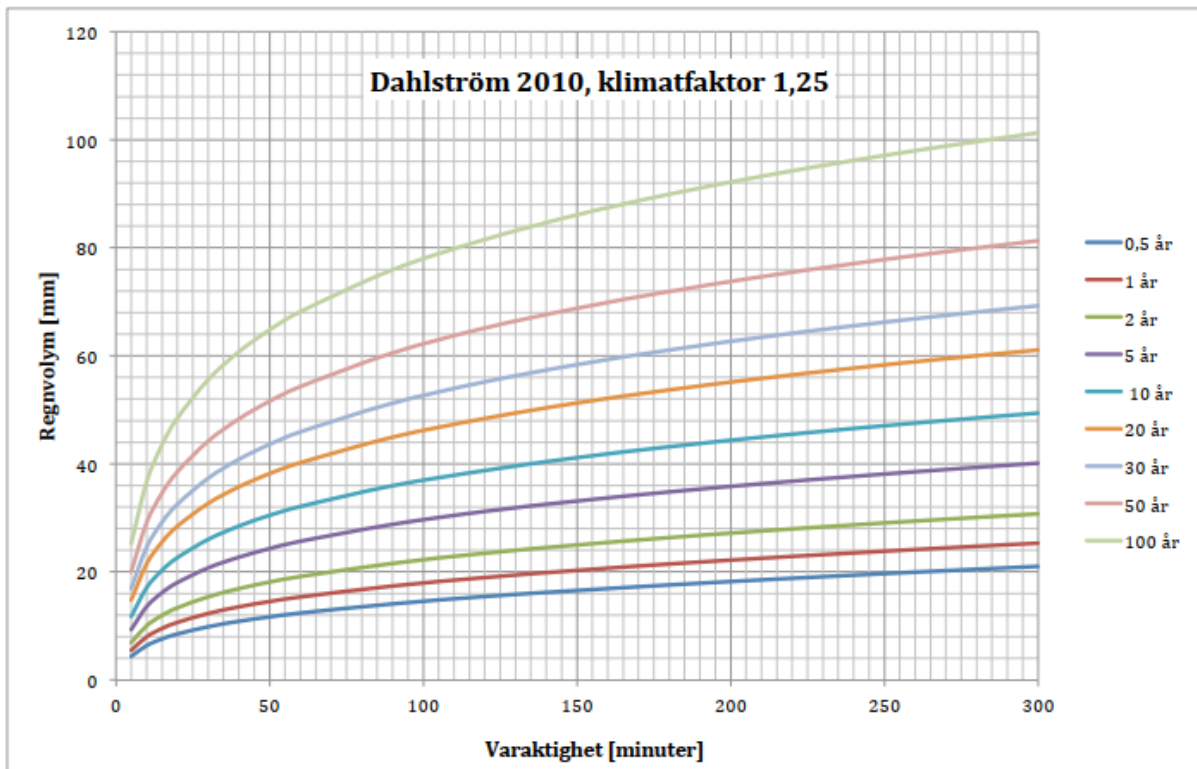
2.6.1 Dagvattenflöden efter fördröjning enligt lösningsförslaget

Om dagvattenanläggningar uppnår den rekommenderade åtgärdsnivån, innebär det en viss ökning av uppehållstid i anläggningarna vilket resulterar i att rinntiden för planområdet ökar. Figur 2-1 visar sambandet mellan regnvolymer och regnvaraktighet för regn med olika återkomsttider. Enligt figuren tar det 26 minuter för att fylla 20 mm regnvolymer vid ett 5-årsregn och därmed adderas 26 minuter till den ursprungliga rinntiden på 10 minuter. För ett 20-årsregn tar det ca 8 minuter att fylla 20 mm och därmed adderas 8 minuter till områdets rinntid. Den förlängda regnvaraktigheten i utredningsområdet medför ändrade regnintensiteter som avläses från Figur 2-2. Regnintensiteten för Kvarter C, med hänsyn till den justerade regnvaraktigheten, återges i Tabell 2-2.

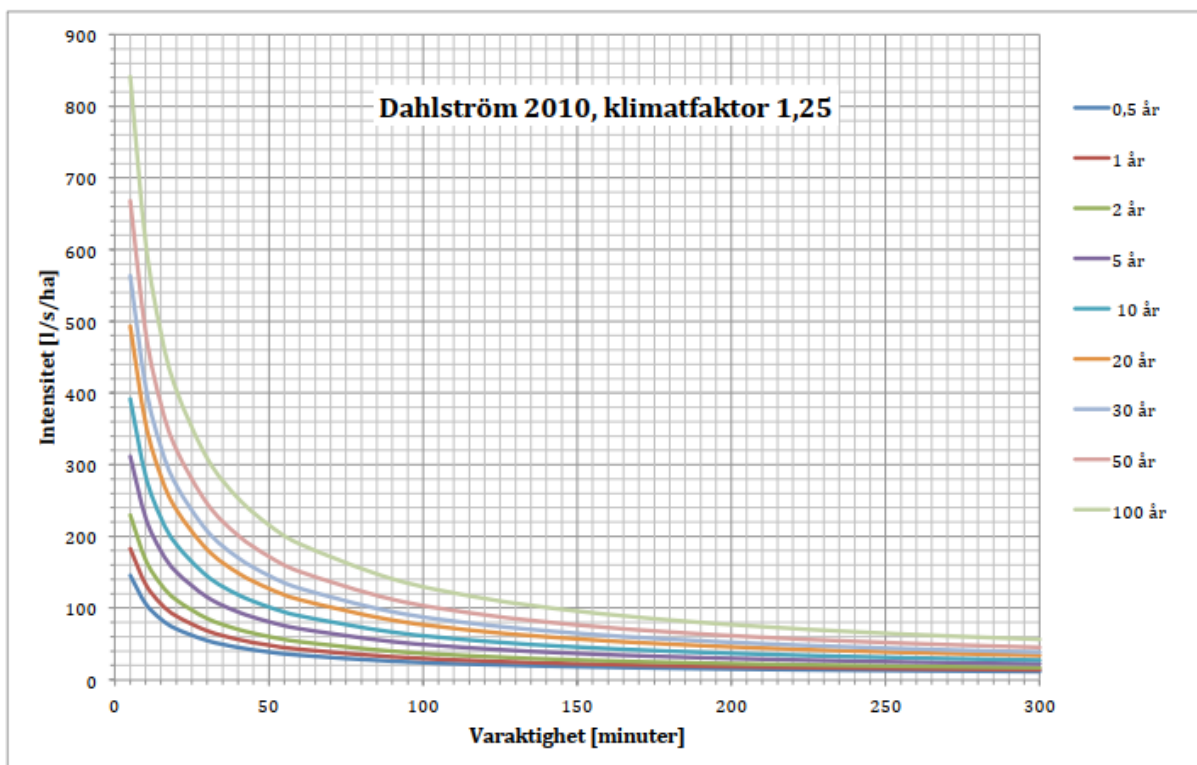
Regnintensitet har beräknats enligt Dahlströms formel (Svenskt Vatten, 2016).

Tabell 2-2. Rinntider och regnintensiteten vid beräkning av dagvattenflödet efter fördröjning av 20 mm nederbörd inklusive klimatfaktor på 1,25.

	Regnvaraktighet (min)			Regnintensitet (l/s*ha)		
	5-årsregn	10-årsregn	20-årsregn	5-årsregn	10-årsregn	20-årsregn
Utredningsområdet	36	26	18	101,9	127,3	253,5



Figur 2-1. Regnvolym i förhållande till regnvaraktighet beräknat med Dahlströms formell.



Figur 2-2. Regnintensitet i förhållande till regnvaraktighet beräknat med Dahlströms formell.

2.7 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.22.1.1 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändning (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

2.8 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 16:e januari 2022. Vid platsbesöket observerades det att allt takdagvatten från den befintliga bostadsbyggnaden leds direkt till dagvattenledningar. På den sydöstra fasaden observerades att stuprören går in i byggnaden och dagvatten leds i interna ledningar i byggnaden (Figur 2-3). Vart anslutningspunkten till det kommunala ledningsnätet kunde inte klargöras vid platsbesöket och detta bör utredas i vidare planeringsarbete.



Figur 2-3. Stuprör som går in i byggnaden på sydöstra fasaden av den befintliga byggnaden.

En mindre lågpunkt observerades intill den nordvästra fasaden av den befintliga byggnaden (Figur 2-3). I dagsläget finns det risk för att dagvatten från omgivande naturmark tränger in mot byggnadens fasad. Det rör sig inte om några större dagvattenflöden men i samband med kraftig nederbörd kan detta innebära att det ansamlas stående vatten intill byggnaden.



Figur 2-4. Stuprör som går in i byggnaden på nordvästra fasaden av den befintliga byggnaden.

I sydöstra delen av utredningsområdet observerades en planteringsyta mellan grusvägen och bergväggen (Figur 2-5). Den typ av upphöjd plantering kan även i fortsättningen användas för att ta emot dagvatten från utredningsområdets nordöstra del.



Figur 2-5. Plantering längs med berget i utredningsområdets sydöstra del.

Vid platsbesöket observerades även att det troligtvis inte bildas en betydande mängd tillkommande dagvatten från området norr om utredningsområdet som i kartmaterial ser ut som en kulle. I verkligheten är området norr om utredningsområdet relativt flackt och bevuxet med större buskar.

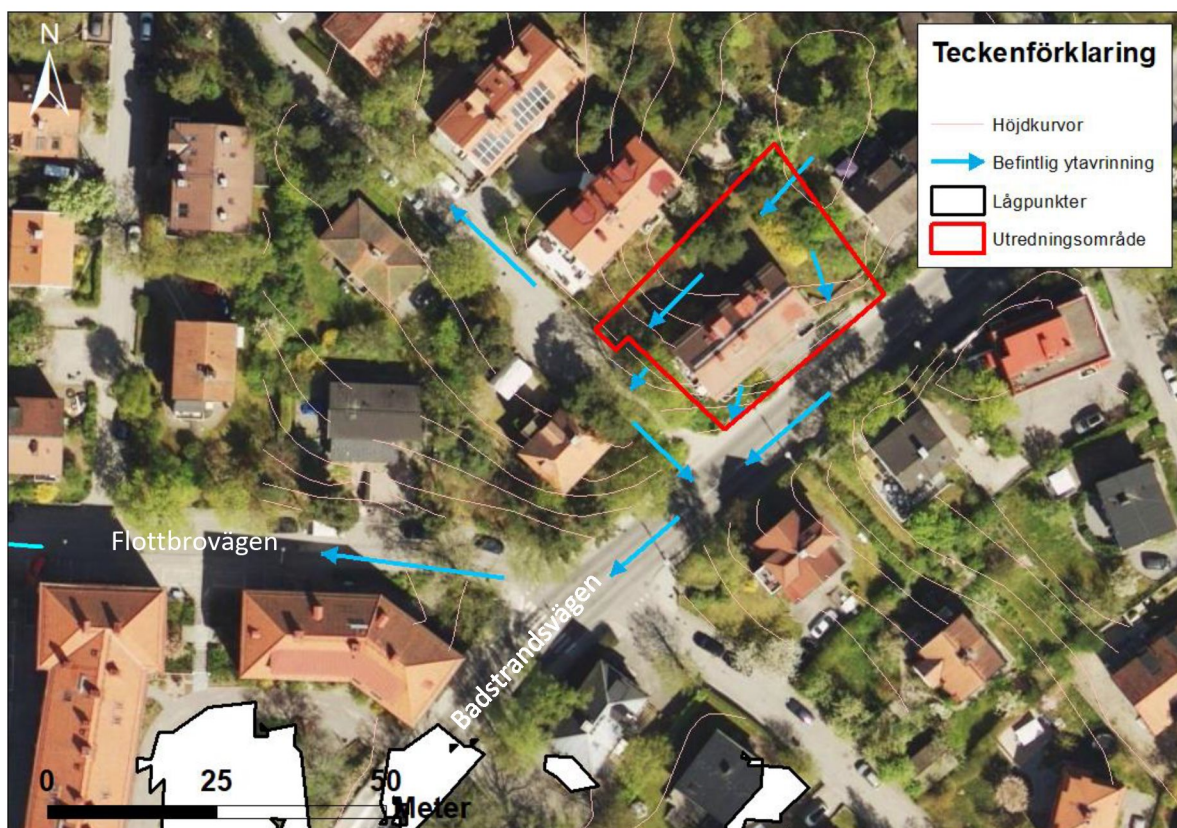
3 Nulägesbeskrivning

Utredningsområdet är cirka 0,1 ha stort och inom området planeras utbyggnad av ett befintligt bostadshus. Avgränsningen för utredningsområdet framgår av Figur 1–1.

3.1 Topografiska förhållanden och lågpunkter

Utredningsområdet har en generell sydlig lutning med marknivåer på +34 till +28 möh. Från utredningsområdet sker ytavrinning längs med Badstrandvägen och vidare västerut mot Flottbrovägen (Figur 3-1).

Det kan förekomma tillkommande dagvatten från naturområdet norr om utredningsområdet. Området bedöms som mycket begränsat med det behöver säkerställas att det eventuellt tillkommande dagvatten kan på ett säkert sätt avledas utan att skador på den planerade bebyggelsen uppstår. Detta åstadkoms genom att marken närmast byggnaden lutas bort från byggnaden.



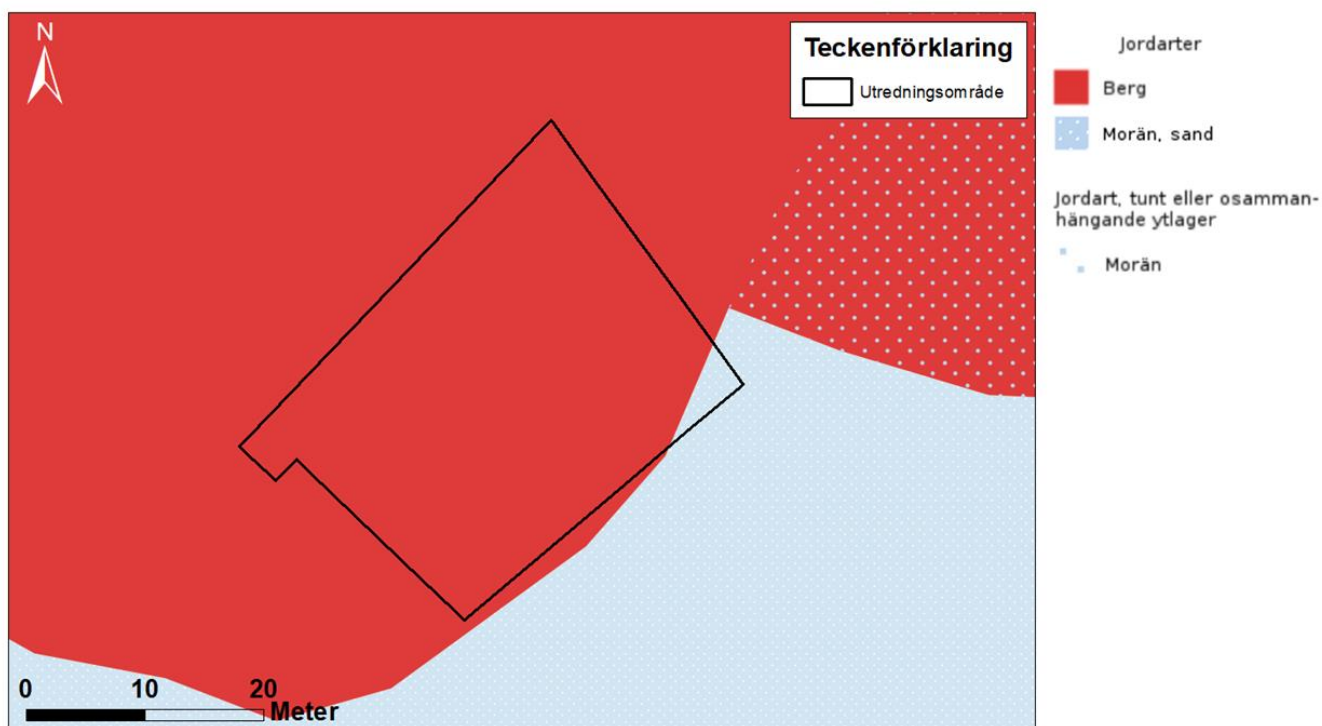
Figur 3-1. Avrinningsriktning och lågpunkter omkring utredningsområdet.

3.2 Jordarter och geoteknik

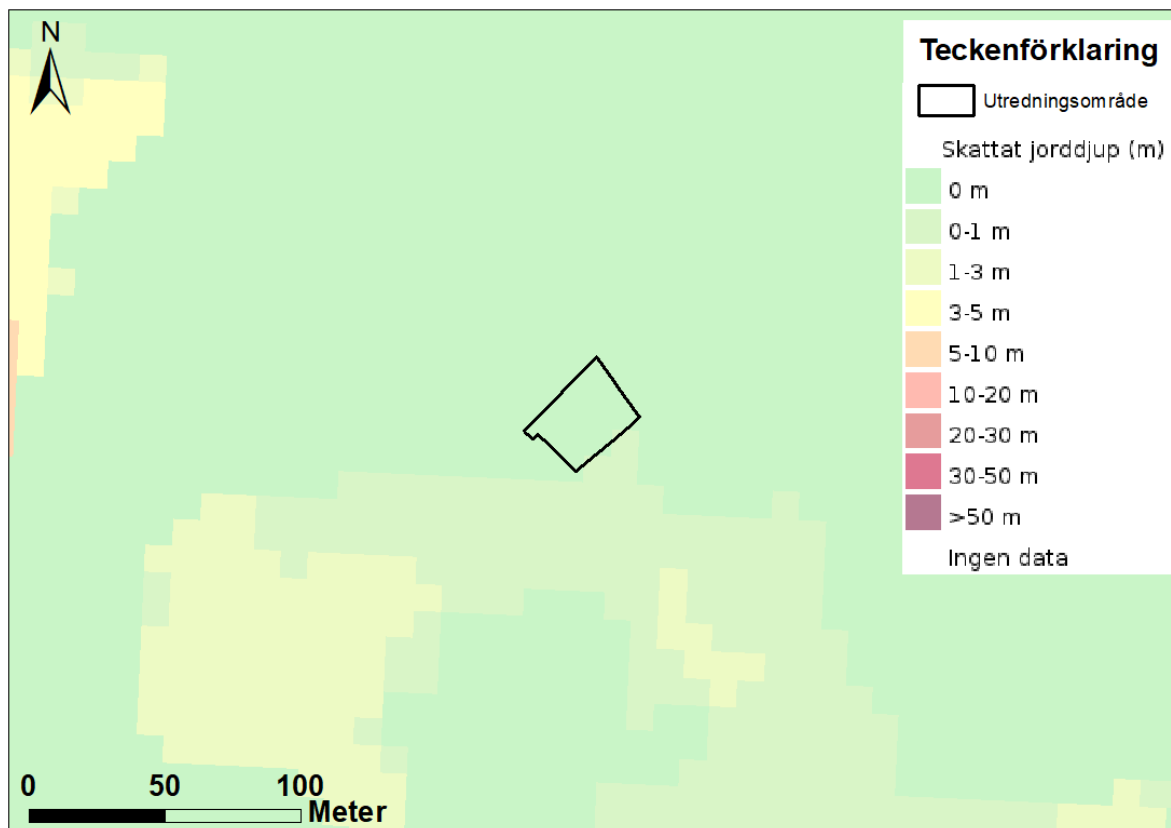
I Figur 3–2 illustreras jordarter inom och omkring utredningsområdet enligt SGU (2021). Enligt SGU:s jordartsmodell utgörs utredningsområdet av berg i dagen. Söder och öster om utredningsområdet förekommer sandig morän.

Enligt uppgifter från SGU (2021) är jorddjupet till berg inom utredningsområdet 0 m. Djupet till berg återges i Figur 3–3.

Vid platsbesöket i utredningsområdet noterades det att det förekommer betydande andel berg i dagen omkring den befintliga byggnaden. Bergytan är ojämn och det förekommer fickor i berget fyllda med matjord där växtlighet har etablerats.



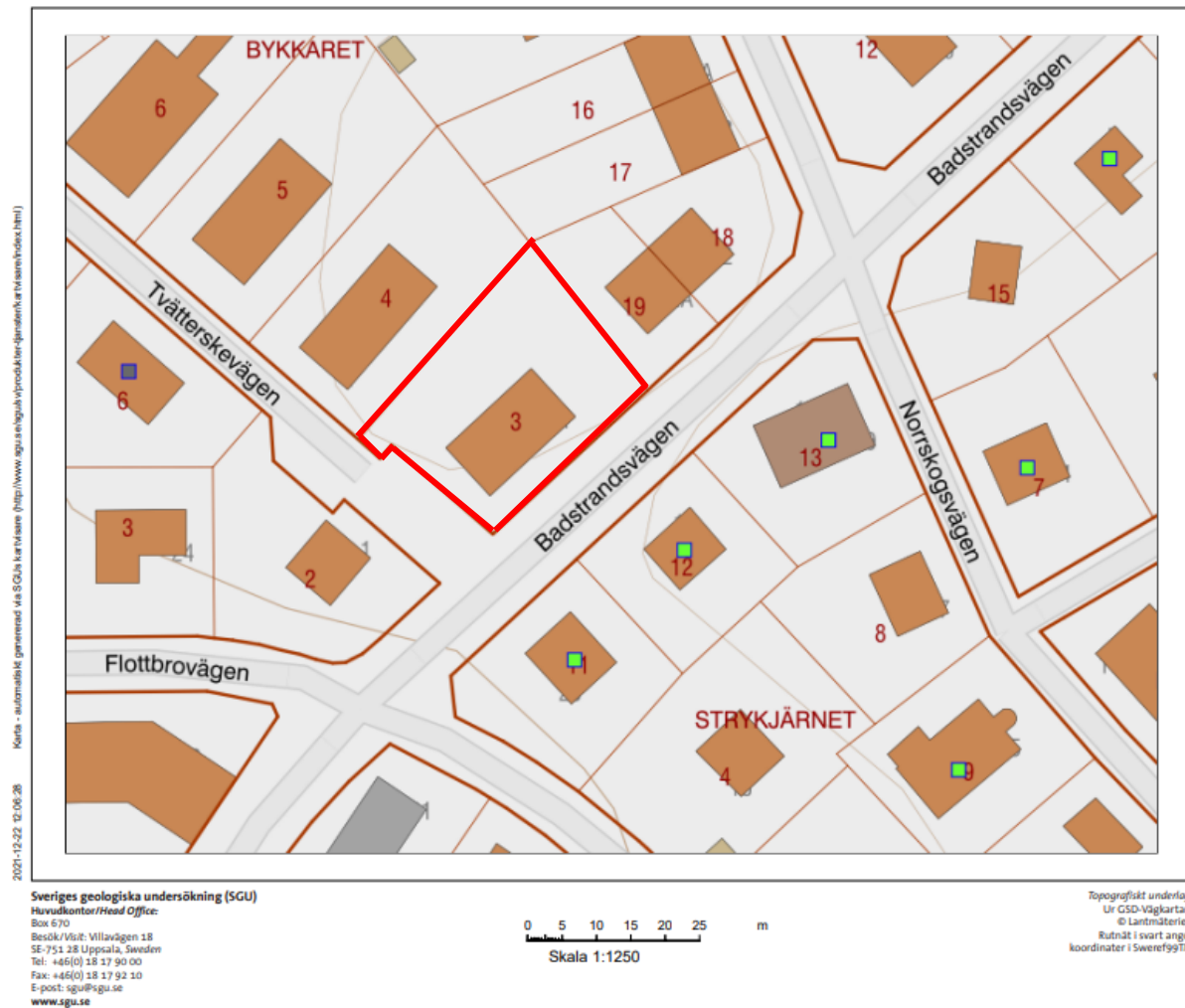
Figur 3-2. Jordarter inom och omkring utredningsområdet. Data har erhållits från SGU (2021).



Figur 3-3. Jorddjup, uppskattat djup till berg. Data har erhållits från SGU (2021).

3.3 Grundvatten

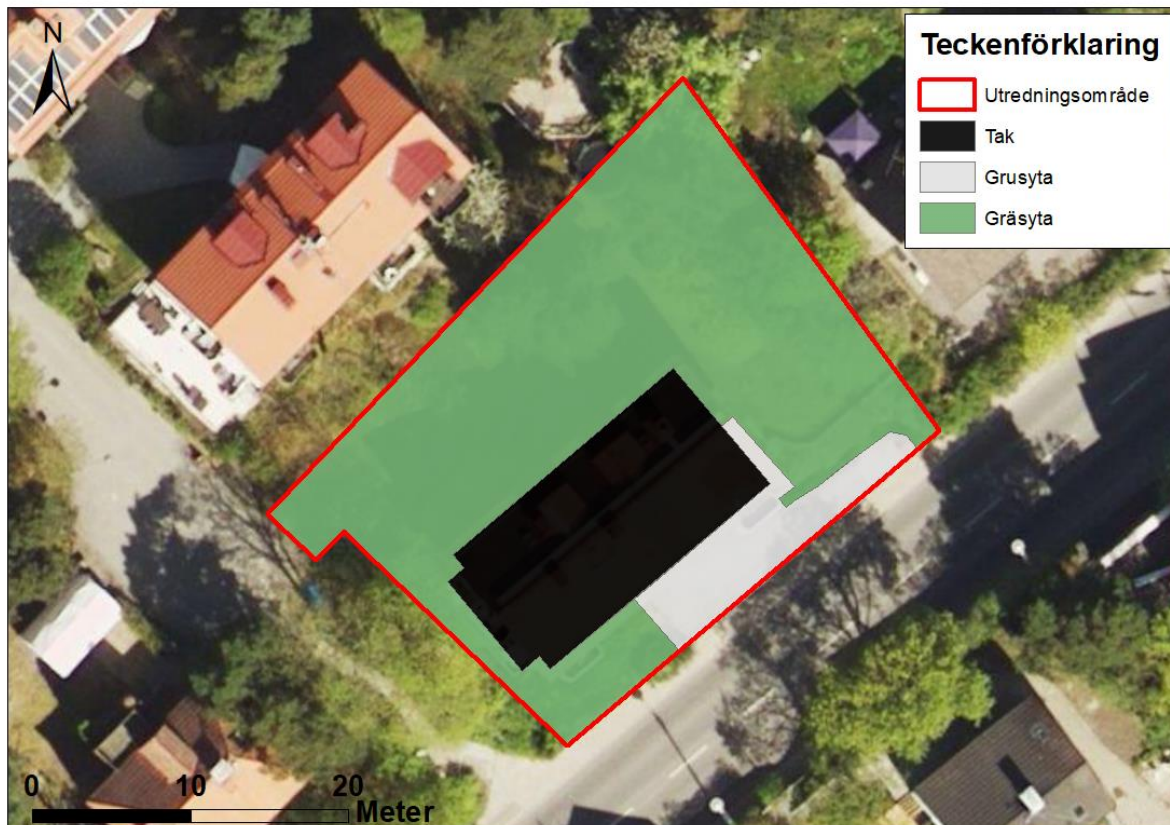
Enligt SGU:s Brunnsakriv finns det några energibrunnar öster och en energibrunn väster om utredningsområdet. I en av brunnarna i öster har grundvattennivån uppmäts till 10 meter under markytan. Denna mätning är dock inte helt representativ för utredningsområdet eftersom fastigheten Bykkaren 3 ligger topografiskt högre och över berg medan fastigheterna i öst ligger över morän. I energibrunnen väster om utredningsområdet har grundvattennivån uppmäts till 8 meter under markytan. Enligt SGU:s kartvisare är även denna fastighet belägen över berg i dagen och mätningen är därmed mer representativ för utredningsområdet.



Figur 3-4. Ett utdrag från SGU:s brunnarkiv SGU(2021). Utredningsområdet är markerat med röd polygon.

3.4 Befintlig markanvändning

Totalt omfattar utredningsområdet en areal på cirka 0,1 ha. Befintlig markanvändning återges i Figur 3-5. I dagsläget består utredningsområdet av en befintlig bostadsbyggnad, grusytor samt gräsytor med inslag av berg i dagen.



Figur 3-5. Befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

3.5 Recipientbeskrivning

Recipient för dagvattnet som avrinner från planområdet är Mälaren-Riddarfjärden (SE658020-162623), se Figur 3-6. Recipienten har otillfredsställande ekologisk status baserat på miljökonsekvenstypen morfologiska förändringar och kontinuitet.

Miljökonsekvenstyperna övergödning och miljögifter har bedömts till måttlig status.

Recipienten uppnår ej god kemisk ytvattenstatus på grund av överskridande halter av PFOS, kadmium, bly, antracen, tributyltenn, kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) (VISS, 2022). Recipientens läge i relation till utredningsområdets läge framgår av Figur 3-7.



Figur 3-6. Recipienten Strömmen markerat i ljus blått i förhållande till utredningsområdet, ungefärligt markerat med röd cirkel.



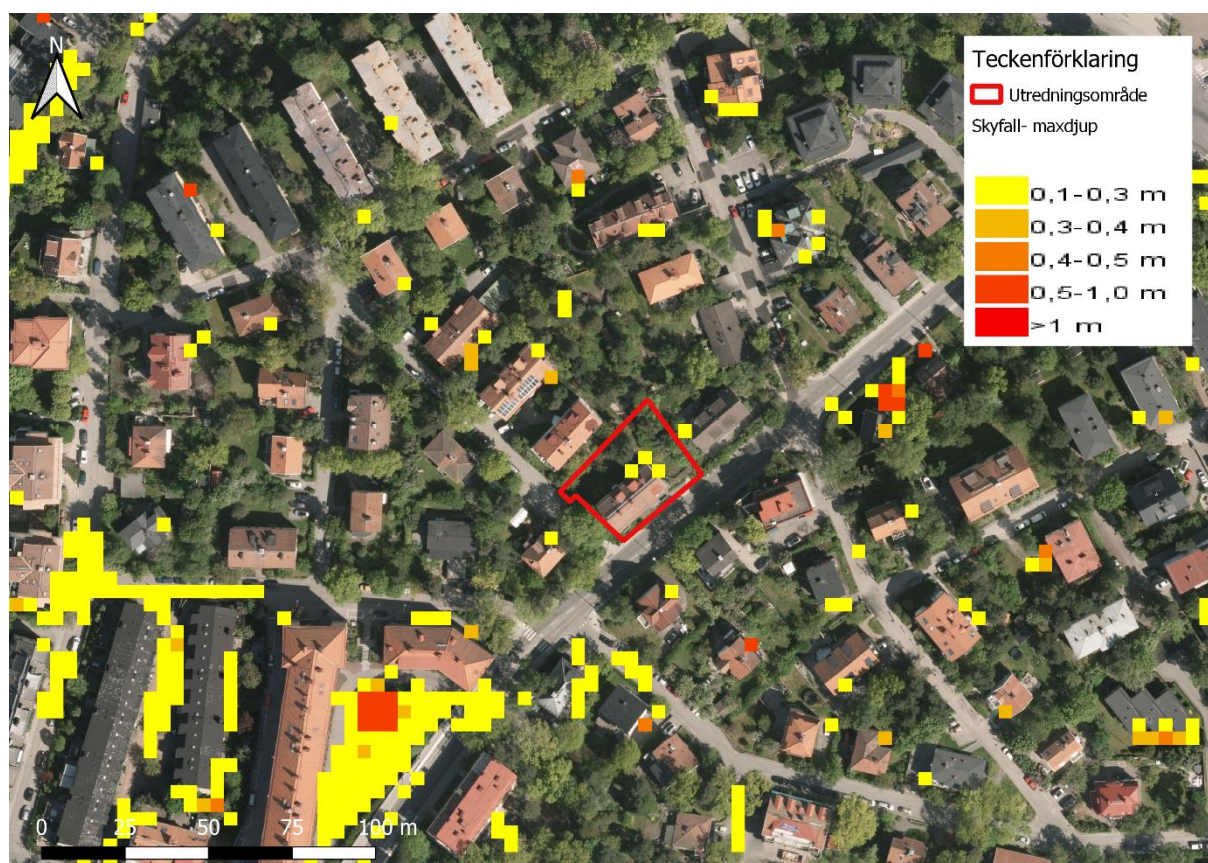
Figur 3-7. Recipienten Riddarfjärden markerat i ljus blått i förhållande till utredningsområdet, ungefärligt markerat med röd cirkel.

3.6 Skyfall

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där planområdets dagvattenlösning inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet på ett säkert sätt kan avrinna ytledes via sekundära avrinningsvägar till öppna ytor och vidare mot recipient. Vid höjdsättning av gatu- och kvartersmark är det viktigt att instängda områden – lokala lågpunkter från vilka dagvattnet inte kan avrinna naturligt – undviks.

För att studera översvämningsrisk för befintlig situation har en översiktlig skyfallsmodell för Stockholms kommun, framtagen av Stockholm Vatten i samarbete med WSP, använts (Thurin, 2018). Modelleringen baseras på ett 100-årsregn i det klimat som förväntas råda i Stockholmsområdet år 2100. Modellen bygger på ett antal förenklingar och antaganden och resultaten ska därför ses som indikationer och inte som exakta förutsägelser om vilka områden som riskerar att översvämmas vid ett extremregn.

Ett utdrag över maximala översvämningsdjup inom och omkring det aktuella utredningsområdet, med nuvarande markanvändning och för skyfallsmodellens "Scenario C", visas i Figur 3-8. "Scenario C" är en typ av worst case-scenario som utgår från ogynnsamma förhållanden för omhändertagande av dagvatten. Enligt modelleringen finns det risk för översvämningsdjup upp till 0,3 meter vid norra hörnet av den befintliga byggnaden. Detta kan även bekräftas efter platsbesöket.

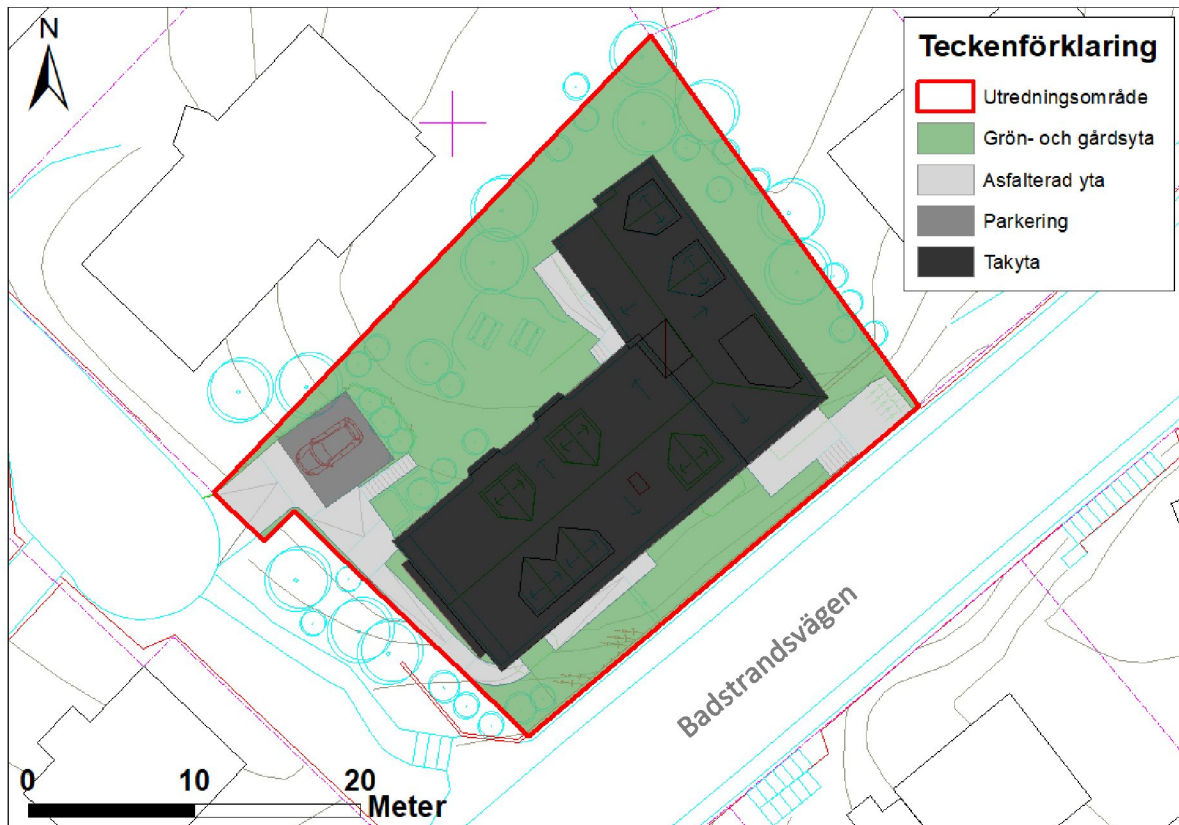


Figur 3-8. Maximal översvämningsdjup inom och omkring utredningsområdet.

4 Framtida förhållanden

4.1 Planerad markanvändning

Inom utredningsområdet planeras det för utbyggnad av ett befintligt bostadshus samt uppförande av en parkering och soppinsamling. Utöver detta kan de omgivande grönytorna komma att ändras något i samband med utbyggnaden. En översikt av planerad markanvändning framgår av Figur 4–1.



Figur 4-1. Planerad markanvändning inom utredningsområdet.

4.2 Anslutningspunkter för dagvatten

I dagsläget är det inte känt vart anslutningspunkten till de kommunala dagvattenledningarna ligger. Detta bör utredas i framtida planeringsarbete.

Enligt uppgift från Stockholms Vatten och Avfall (SVOA) finns det dagvatten, spillvatten samt vattenledningar framdragna i Badstrandsvägen till den aktuella fastigheten. Fastighetens servisledningar för vatten och spillvatten är anslutna till dessa.

Det finns dock ingen dagvattenservis från fastigheten som skulle ansluta till dagvattenledningarna. Vid ombyggnation på fastigheten bör separat dagvattenledning dras fram till förbindelsepunkt för anslutning till dagvattenledningen i gatan.

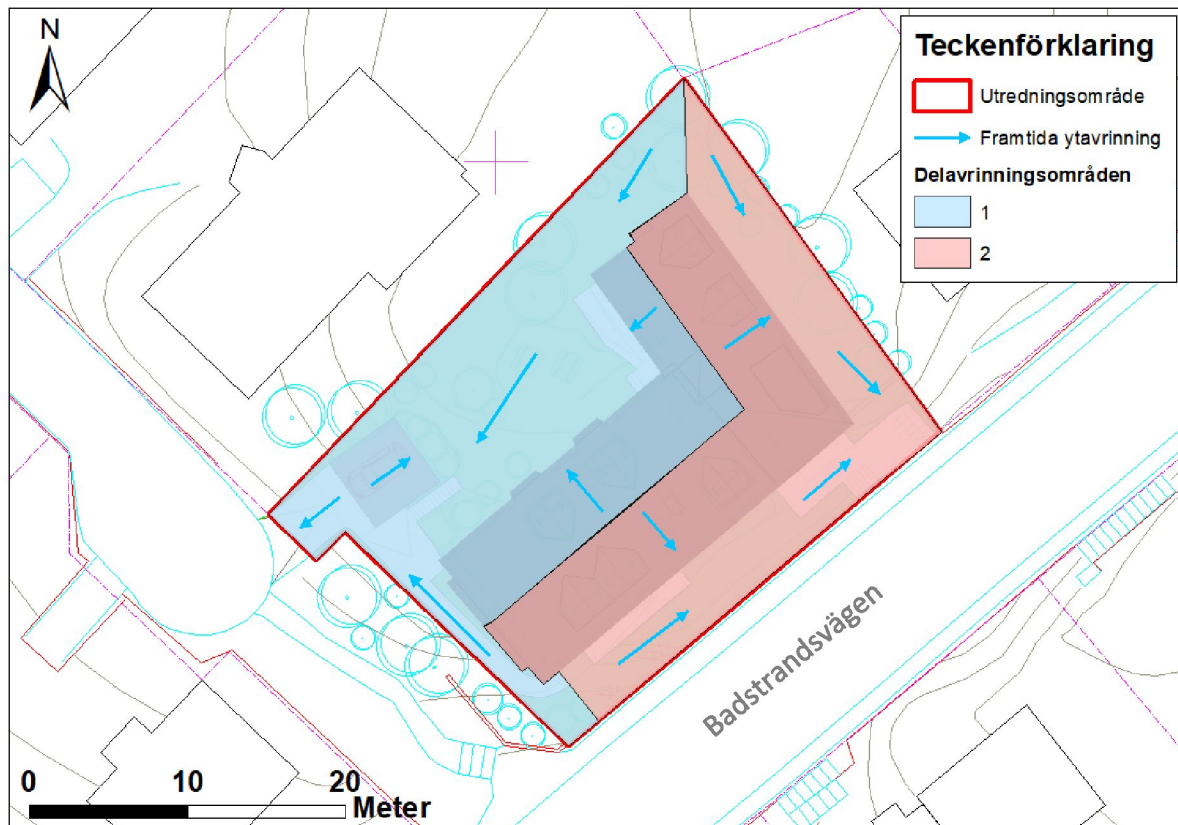
4.3 Ytavrinning och delavrinningsområden

Med information om planerad utbyggnad och blivande marknivåer och taklutningar så kan utredningsområdet delas in i två delavrinningsområden baserade på den resulterande ytavrinningen. Utredningsområdet har delats in i delområden för att säkerställa att tillräcklig mängd dagvatten renas och fördröjs i varje delområde vid dimensionering av dagvattenlösningen.

Delavrinningsområde 1 består av den norra och västra delarna av utredningsområdet. Delområdet utgörs av takytor som lutar västerut och nordväst, av grön- och gårdsytor, parkering och asfalterade ytor. Ytavrinningen i Delområde 1 sker mot sydväst.

Delavrinningsområde 2 består av den södra och östra delarna av utredningsområdet. Delområdet utgörs av takytorna som lutar mot sydost och österut, asfalterade ytor samt grön- och gårdsytor. I Delområde 2 sker ytavrinningen mot sydost.

En översikt över delavrinningsområdenas indelning samt avrinningsriktningar presenteras i Figur 4-3.



Figur 4-3. Framtida delavrinningsområden inom utredningsområdet.

5 Flödesberäkningar

5.1 Avrinningskoefficient

Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som rinner av en yta efter förluster på grund av avdunstning, infiltration och upptag av växlighet (Svenskt Vatten, 2016) I Tabell 5–1 redovisas vilka avrinningskoefficienter som har använts i denna utredning.

Tabell 5-1. Avrinningskoefficienter (Svenskt Vatten, 2016; StormTac, 2017)

Markanvändning	Avrinningskoefficient
Tak	0,9
Parkering, Asfalt	0,8
Grusyta	0,6
Gräsyta med inslag av berg i dagen, Grön- och gårdsyta	0,5

5.2 Markanvändning- befintlig och planerad

I tabellerna nedan (5-2 och 5-3) återges areal för de förekommande typerna av markanvändning samt reducerad areal.

I dagsläget utgörs markanvändning av en befintlig bostadsbyggnad, grusytor samt stentrappor och gräsytor med inslag av berg i dagen. Stentrapporna kategoriseras i föreliggande utredning som grusyta. En sammanställning framgår av Tabell 5–2.

Tabell 5-2. Befintlig markanvändning. Observera att areorna är avrundade.

Markanvändning	φ	Area (ha)
Tak	0,9	0,02
Grusyta	0,6	0,01
Gräsyta med inslag av berg i dagen	0,5	0,06
Summa		0,09
Reducerad area (ha_{red})		0,05

Planerad markanvändning utgörs av tak, parkering, asfalterade ytor samt gröna- och gårdsytor. En sammanställning framgår av Tabell 5–3.

Tabell 5-3. Planerad markanvändning. Observera att areorna är avrundade.

Markanvändning	φ	Delområde 1	Delområde 2	Total area
		(ha)	(ha)	(ha)
Tak	0,9	0,01	0,02	0,03
Parkering	0,8	0,003	-	0,003
Asfalterad yta	0,8	0,01	0,004	0,01
Grön- och gårdsyta	0,5	0,02	0,02	0,04
Summa		0,05	0,04	0,09
Reducerad area (ha_{red})		0,03	0,03	0,06

5.3 Flödesberäkningar

Enligt checklista för dagvattenutredningar (Stockholm Vatten och Avfall, 2017) ska flödesberäkningar göras för följande scenarios:

- Befintlig markanvändning och ett regn med återkomsttid 10 år **exklusive** klimatfaktor.
- Planerad markanvändning och ett regn med återkomsttid 10 år **exklusive** klimatfaktor.
- Befintlig markanvändning och återkomsttid enligt P110 **inklusive** klimatfaktor.
- Planerad markanvändning och återkomsttid enligt P110 **inklusive** klimatfaktor.

I utredningsområdet planeras det för tät bostadsbebyggelse. Vid beräkning av dimensionerande flöden enligt anvisningar i Svenskt Vatten P110 (2016) medför det att beräkningar har gjorts för återkomsttider på 5 år och 20 år.

Dagvattenflöden har beräknats enligt den rationella metoden (ekvation 2-2).

5.3.1 Flödesberäkning med återkomsttid 10 år

Dagvattenflöden vid ett 10-årsregn exklusive klimatfaktor har beräknats för befintlig och planerad markanvändning samt för planerad markanvändning inklusive fördröjning enligt lösningsförslaget. Beräkning återges i Tabell 5-4.

Dagvattenflödet vid planerad markanvändning, vid ett 10-årsregn, kommer att öka med 17% utan dagvattenåtgärder. Om de föreslagna dagvattenåtgärderna implementeras kommer dagvattenflödet istället att minska med 33 % i jämförelse med befintlig situation.

Tabell 5-4. Dagvattenflöden för befintlig och planerad markanvändning vid ett 10-årsregn exklusive klimatfaktor.

Markanvändning	Area	Reducerad Area (ha _{red})	Flöde (l/s)
	(ha)		10-år
Befintlig		0,05	12
Planerad	0,09	0,06	14
Planerad med dagvattenlösning		0,06	8

5.3.2 Dagvattenflöden enligt P110

Flöden har beräknats för den befintliga och planerade markanvändningen samt för planerad markanvändning med föreslagen dagvattenlösning för ett 5-årsregn samt ett 20-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25.

För ett 5-årsregn uppstår i dagsläget ett flöde på cirka 12 l/s. Motsvarande flöde för ett 20-årsregn är cirka 18 l/s.

Vid planerad markanvändning ökar dagvattenflöden till cirka 14 l/s för ett 5-årsregn och 22 l/s för ett 20-årsregn. Detta motsvarar en flödesökning på 17 % för ett 5-årsregn och 22 % för ett 20-årsregn i jämförelse med befintlig situation.

Vid planerad exploatering med implementering av de föreslagna dagvattenanläggningarna fördröjs flödet. Enligt lösningförslaget kommer 20 mm regn att fördröjas inom utredningsområdet. Områdets rinntid justeras utifrån ökning av rinntiden som 20 mm fördröjning innebär och resulterande regnintensiteterna.

Den beräknade flödesbelastningen för utredningsområdet, efter fördröjning, är 8 l/s för ett 5-årsregn och 19 l/s för ett 20-årsregn. Detta motsvarar en flödessänkning på 33 % för ett 5-årsregn och en flödesökning på 6 % för ett 20-årsregn i jämförelse med befintlig situation. I Tabell 5-5 återges en översiktlig beräkning.

Tabell 5-5. Dagvattenflöden för befintlig markanvändning inklusive klimatfaktor 1,25.

Markanvändning	Area (ha)	Reducerad Area (ha _{red})	Flöde (l/s)	
			5-år	20-år
Befintlig		0,05	12	18
Planerad	0,09	0,06	14	22
Planerad med dagvattenlösning		0,06	8	19

5.4 Erforderlig utjämningsvolym

Enligt Stockholm Stads riktlinjer (2016) för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna omhändertas lokalt. Den erforderliga utjämningsvolymen för att åstadkomma fördröjning i enlighet med denna åtgärdsnivå är 12 m³ för utredningsområdet i sin helhet. Översikt över erforderliga utjämningsvolymen för respektive delområde återges i Tabell 5-6.

Tabell 5-6. Erforderlig utjämningsvolym för delavrinningsområden inom utredningsområdet.

Delområden	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Erforderlig utjämningsvolym (m ³)
1	0,05	0,03	6
2	0,04	0,03	6
Summa	0,09	0,06	12

5.5 Extrem nederbörd

Dagvattenflödena för ett regn med återkomsttid 100 år har beräknats med den rationella metoden och resultaten återges i Tabell 5-7.

Tabell 5-7. Beräknade dagvattenflödena för ett regn med återkomsttid på 100 år med klimatfaktor på 1,25.

Markanvändning	Reducerad area (ha _{red})	Flöden (l/s)
Befintlig markanvändning	0,05	31
Planerad markanvändning	0,06	37

6 Lösningsförslag för hållbar dagvattenhantering

6.1 Generella rekommendationer

Grundprincipen är att dagvatten från kvarteretsmark ska fördröjas och renas inom kvarteren. Enligt Stockholm Vatten och Avfalls riktlinjer (2016) ska dagvattenanläggningar dimensioneras för en våtvoly m på 20 mm och en mer långtgående rening än sedimentation bör eftersträvas.

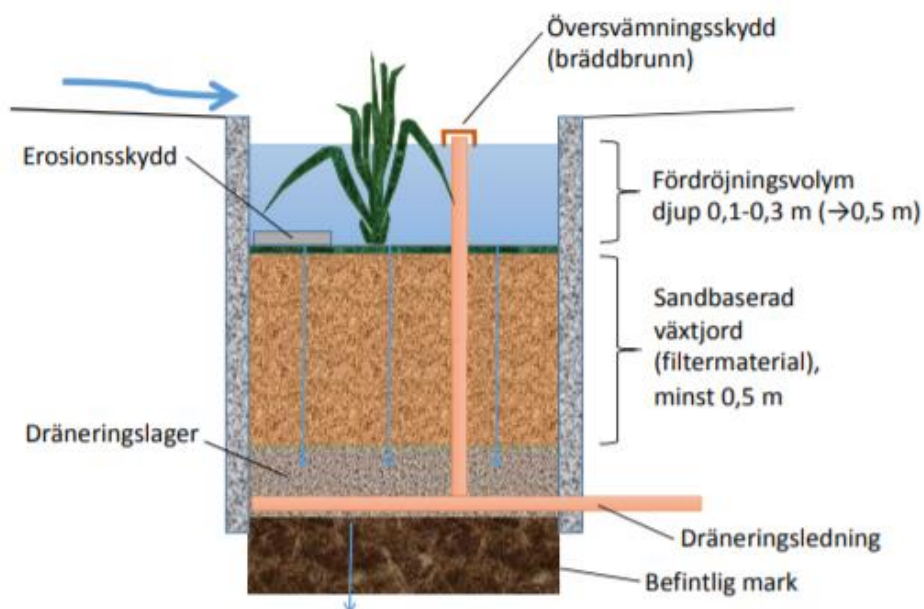
Dagvattnet inom utredningsområdet ska i första hand omhändertas i anläggningar där den våta volymen avtappas under cirka 12 timmar så att tillräcklig rening uppnås (Stockholm Stad, 2017b). För att säkerställa att anläggningarna kan hantera flöden som överskrider den dimensionerande nederbördsvolymen så bör dagvattenanläggningarna förses med en bräddfunktion.

6.2 Principlösningar för dagvattenhantering

6.2.1 Regnbäddar

Regnbäddar kan utformas som planteringsytor där dagvattnet leds via ytavrinning eller via brunnar och ledningar. Regnbäddar kan anläggas något nedsänkta så att det uppstår en magasinsvolym ovanpå bädden. Takdagvatten kan med fördel ledas till upphöjda regnbäddar som förses med dagvatten direkt från stuprören. Enligt anvisningar av Stockholms Vatten och Avfall bör minsta anläggningsdjup vara cirka 1 m och filterdjupet ska vara cirka 0,5 m. I föreliggande utredning antas ett anläggningsdjup på 1 meter.

Figur 6-1 visar principiell utformning av en regnbädd och ett exempel på utformning av en nedsänkt regnbädd framgår i Figur 6-2 och en upphöjd regnbädd i Figur 6-3.



Figur 6-1. Principskiss för regnbädd med fördröjningsvolym ovanpå bädden (Stockholms Stad, 2017).



Figur 6-2. Regnbädd i Järvastaden. Foto: Solna stad.



Figur 6-3. Upphöjd regnbädd.

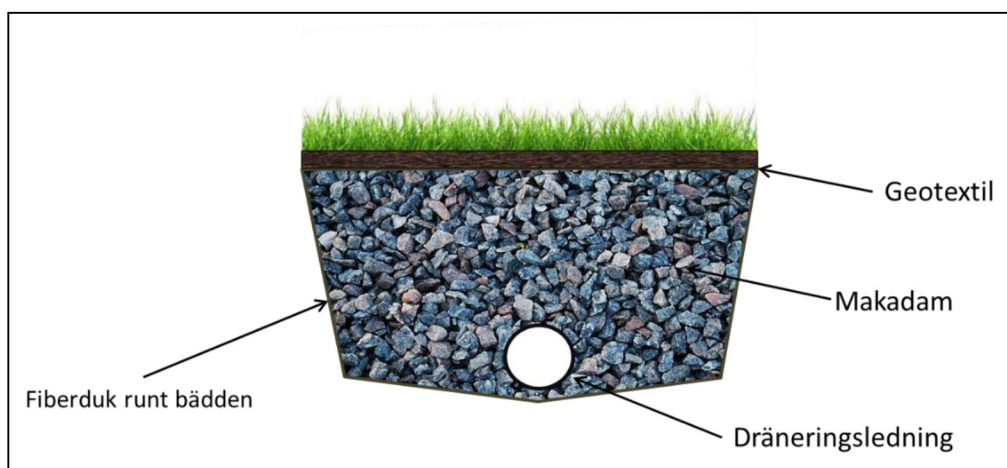
6.2.2 Makadammagasin

Makadammagasin är ett exempel på ett underjordiskt magasin där både fördröjning och rening sker genom ett magasin uppbyggt av ett naturligt material i form av stenkross. Fraktionerna kan variera mellan cirka 4 – 80 mm.

Det rekommenderas att dagvattnet fördröjs och renas i ett makadammagasin inom utredningsområdet innan bortledning sker till det kommunala dagvattensystemet.

Magasinsvolymen utgörs av porvolymen i makadamen, vanligtvis cirka 30 %.

Makadammagasin byggs upp av makadam av en grov och väl sorterad fraktion under en permeabel yta som möjliggör att dagvattnet tillrinner makadammagasinet. Vatten kan även avledas till magasinet via ledning. Den permeabla ytan behöver underhållas för att dess infiltrationskapacitet ska upprätthållas. Makadammagasin kan även förses med en dräneringsledning i botten av anläggningen. En exempelskiss för ett makadammagasin visas i Figur 6-4.



Figur 6-4. Principskiss för ett makadammagasin.

6.3 Lösningförslag

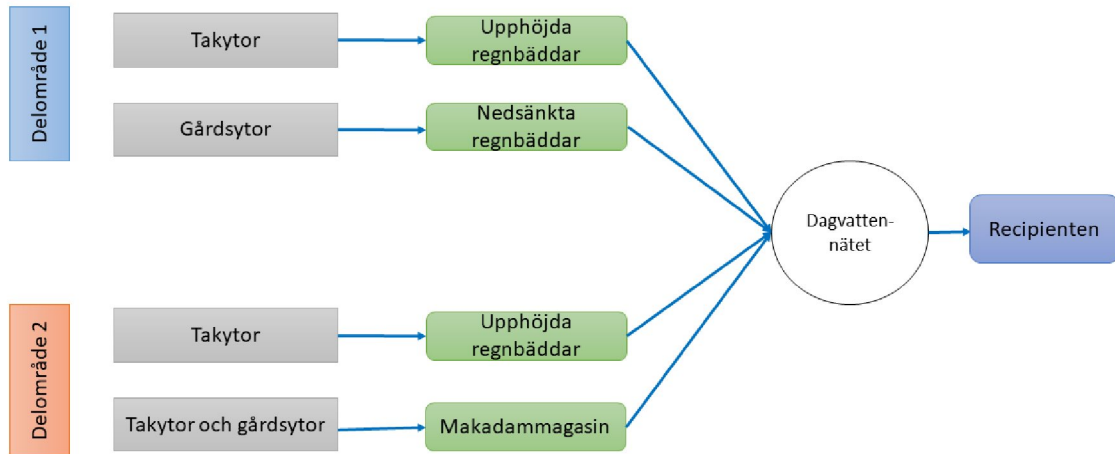
Utförda beräkningar visar att den planerade utbyggnaden på fastigheten Bykkaret 3 medför något ökade dagvattenflöden och ökad föroreningsbelastning. Lösningförslaget för kvarteret utgår ifrån att dagvatten i respektive delavrinningsområde avleds till regnbäddar för fördröjning och rening innan det leds vidare mot anslutningspunkten till de kommunala dagvattenledningarna.

I Delavrinningsområde 1 kan takdagvatten med fördel ledas till upphöjda regnbäddar som placeras intill byggnaden. Takdagvatten kan då ledas till regnbäddarna direkt via utkastare. Dagvatten från övriga ytor så som gårdsytor, asfalterade ytor och parkering kan ledas till en nedsänkt regnbädd som förslagsvis placeras intill den planerade parkeringen.

Även i Delavrinningsområde 2 kan takdagvatten ledas till upphöjda regnbäddar intill byggnaden. Dagvatten från övriga ytor och de takytor som inte kan avvattnas till upphöjda regnbäddar kan ledas till ett makadammagasin som kan placeras under den planerade cykelparkeringen. Det översta lagret kan då bestå av en gräsyta som exempelvis armeras för att främja infiltration.

En schematisk översikt av föreslagen lösning för hållbar dagvattenhantering inom utredningsområdet framgår av Figur 6–5. I Figur 6–6 ges en skiss på lösningförslaget för

utredningsområdet. Observera att skissen ska endast visualisera den arean föreslagna dagvattenanläggningarna tar i anspråk och placering samt utformning av dessa justeras i samband med färdigställande av gårdarnas utformning.



Figur 6-5. Systematiskt förslag på hållbar dagvattenhantering inom utredningsområdet.



Figur 6-6. Förslag på hållbar dagvattenhantering inom utredningsområdet.

Dimensioneringen av samtliga anläggningar har gjorts med hjälp av StormTac v.22.1.1 och i Tabell 6-1 presenteras översiktliga dimensioner för de föreslagna anläggningarna.

Regnbäddarna antas vara 1 meter djupa med en genomsnittlig porositet (inklusive reglervolymer) på 45%. Makadammagasinet antas vara 1 meter djupt med en genomsnittlig porositet på 45%.

Sammantaget kommer dagvattenanläggningar inom planområdet att uppta en yta på ca 25 m².

Tabell 6-1. Dimensioner och magasinvolym i de föreslagna dagvattenanläggningarna.

Delområde	Anläggningstyp	Ytanspråk (m ²)	Magasinvolym (m ³)	Erforderlig utjämningsvolym (m ³)
1	<i>Upphöjda regnbäddar</i>	6	3	6
	<i>Nedsänkt regnbädd</i>	7	3	
2	<i>Upphöjda regnbäddar</i>	6	3	6
	<i>Makadammagasin</i>	6	3	
Summa		25	12	12

7 Föroreningsberäkningar

Vid beräkning av föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvattnet har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.22.1.1 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Beräkningar har gjorts för tre scenarier:

- Befintlig markanvändning
- Planerad markanvändning
- Planerad markanvändning med reningsåtgärder enligt lösningsförslaget

Beräkningar av föroreningstransport görs för utredningsområdet i sin helhet för befintlig situation och för Delavrinningsområden 1 och 2 för planerad markanvändning. För planerad markanvändning beräknades ett medelvärde av föroreningshalterna och summa av föroreningsmängderna som väntas att lämna området i sin helhet.

Beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och resultaten bör därför inte tolkas som exakta siffror. De osäkerheterna som är redovisade i StormTac i schablonhalter för respektive markanvändningstyp samt reningsgrad redovisas i Bilaga 1.

Föroreningshalterna och årlig belastning för fastigheten återges i tabellerna 7–1 och 7–2. Den planerade bebyggelsen omfattar utbyggnad av en befintlig bostadsbyggnad samt en ny parkeringsplats och sophantering. Den nya markanvändningen inom utredningsområdet, i kombination med framtida ändrat klimat, väntas att medföra något ökade utsläpp av flera av de studerade förorenande ämnen utan reningsåtgärder. Om dagvattnet genomgår rening enligt lösningsförslaget väntas minskning i halter och den årliga transporten för samtliga studerade ämnen i jämförelse med dagens situation.

Med den föreslagna dagvattenlösningen uppnås Stockholm Stads åtgärdsnivån om att 20 mm fördröjning inom kvartersmark ska ske i gröna lösningar så att 90% av årsnederbörden fördröjs och renas. Dessutom väntas föroreningsbelastningen från fastigheten att minska i jämförelse med dagens situation och därmed bedöms utbyggnaden inom fastigheten inte äventyra att recipienten Mälaren- Riddarfjärden uppnår dess miljö kvalitetsnormer om den föreslagna dagvattenlösningen implementeras.

Tabell 7-1. Föroreningshalter för utredningsområdet.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning efter rening
Fosfor	ug/l	140	140	59
Kväve	ug/l	1200	1300	700
Bly	ug/l	4	5	1
Koppar	ug/l	12	13	5
Zink	ug/l	27	30	6
Kadmium	ug/l	0,4	0,5	0,1
Krom	ug/l	3	4	2
Nickel	ug/l	2	4	1
Kvicksilver	ug/l	0,01	0,02	0,01
Suspenderad substans	ug/l	33 000	31 000	11 000
Olja	ug/l	120	230	69
Benso(a)pyren	ug/l	0,009	0,013	0,004
Antracen	ug/l	0,009	0,013	0,006
PBDE 47	ug/l	0,0002	0,0002	0,0001
Tributyltenn	ug/l	0,002	0,002	0,001

Tabell 7-2. Årlig belastning från utredningsområdet.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning efter rening
Fosfor	kg/år	0,05	0,05	0,02
Kväve	kg/år	0,4	0,5	0,3
Bly	kg/år	0,001	0,002	0
Koppar	kg/år	0,004	0,005	0,002
Zink	kg/år	0,009	0,010	0,002
Kadmium	kg/år	0,00013	0,00017	0,00003
Krom	kg/år	0,001	0,002	0,001
Nickel	kg/år	0,0007	0,0013	0,0003
Kvicksilver	kg/år	0,000003	0,000006	0,000003
Suspenderad substans	kg/år	10	11	4
Olja	kg/år	0,04	0,08	0,02
Benso(a)pyren	kg/år	0,000003	0,000005	0,000001
Antracen	kg/år	0,000003	0,000005	0,000002
PBDE 47	kg/år	0,0000001	0,0000001	0
Tributyltenn	kg/år	0,0000006	0,0000007	0,0000003

8 Extrem nederbörd

I dagsläget utgör utredningsområdet en höjd i terrängen. Det förekommer en lågpunkt intill den befintliga byggnadens nordvästra fasad. Denna lågpunkt bör fyllas ut i samband med den planerade utbyggnaden för att säkerställa att dagvatten inte ansamlas intill bebyggelsen. I stället bör marken närmast hela byggnaden luta bort från byggnaden.

De föreslagna dagvattenlösningar inom utredningsområdet är inte dimensionerade för att fördröja ett skyfall vilket innebär att en stor del av de förväntade nederbördsvolymerna vid ett skyfall kommer att ledas nedströms.

Därför är det av stor vikt att dagvattnet från utredningsområdet kan ledas nedströms mot Tvätterskavägen och Badstrandsvägen så att skador på byggnader inte uppstår. Figur 8-1 presenterar de föreslagna sekundära avrinningsvägar.



Figur 8-1. Förslag på sekundära avrinningsvägar från utredningsområdet. Lågpunktens som bör fyllas ut läge markerad med gul ring.

9 Slutsats

Syftet med denna utredning var att studera lösningar för en hållbar dagvattenhantering inom fastigheten Bykkaret 3. Eftersom fastigheten till stor del består av berg i dagen, är infiltrationsmöjligheterna inom utredningsområdet begränsade. Den föreslagna dagvattenhanteringen kommer därför att skapa alternativ till infiltration inom utredningsområdet som i annat fall inte skulle vara möjlig.

Med den föreslagna dagvattenlösningen kommer sammantaget 12 m³ dagvatten att fördröjas och renas. Detta ska åstadkommas genom fördröjning och rening i regnbäddar och makadammagasin.

Vid skyfall bör dagvattnet från de föreslagna anläggningarna kunna brädda ut till Badstarndsvägen och Tvätterskavägen för vidare avledning mot recipienten. Marken närmast byggnaden bör höjdsättas så att lutning bort från byggnaden skapas och den befintliga lågpunkten intill husets nordvästra del bör därmed fyllas ut.

Om föreslaget dagvattensystem implementeras indikerar föroreningsberäkningarna att exploateringen förbättrar recipientens möjligheter att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

10 Referenser

SGU, 2021, data har hämtat via WMS tjänst: <https://www.sgu.se/>

SMHI, 2017, Skyfall och rotblöta

Stockholm Stad, 2015a, Dagvattenstrategi, Stockholm väg till en hållbar dagvattenhantering

Stockholm Stad, 2016, Dagvattenhantering, åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation

Stockholm Stad, 2017a, Dagvatten – Bilaga med typexempel för beräkning av dimensionerande dagvattenflöden, version 1.1

Stockholm Stad, 2017b, Dagvatten – PM beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport, version 1.0.

Svenskt Vatten, 2016, Avledning av dag-, drän- och spillvatten – funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, publikation 110.

Thurin, S., 2018, Skyfallsmodellering för Stockholms stad, Stockholm Vatten AB

Uppsala Vatten och Avlopp, 2014, Dagvattenhantering – en exempelsamling.

Bilaga 1

Osäkerheter i StormTac

Aiste Girleviciute

Geosigma AB

2022-01-10

Tabell 1. Osäkerhet av föroreningshalter för den befintliga markanvändningen.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000
Gräsyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Gräsyta	160	1100	6.0	15	28	0.30	2.5	1.3	0.013	47000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	BaP	ANT	PBDE 47	TBT					
Takyta	0	0.010	0.010	0.00020	0.0020					
SD	nd	75	nd	nd	nd					
Gräsyta	96	0.010	0.010	0.00020	0.0020					
SD	nd	nd	nd	nd	nd					
Gräsyta	200	0.010	0.010	0.00020	0.0020					
SD	nd	nd	nd	nd	nd					

Klassificering av osäkerhet Hög säkerhet Medel säkerhet Låg säkerhet

Tabell 2. Osäkerhet av föroreningshalter för den planerade markanvändningen.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Parkering	140	2400	30	40	140	0.45	15	15	0.080	140000
SD	45	450	94	24	120	0.97	9.6	nd	nd	98000
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000
Gräsyta	160	1100	6.0	15	28	0.30	2.5	1.3	0.013	47000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Asfaltsyta	85	1800	3.0	21	20	0.27	7.0	4.0	0.050	7400
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	BaP	ANT	PBDE 47	TBT					
Parkering	800	0.060	0.050	0.00020	0.0020					
SD	290	nd	nd	nd	nd					
Takyta	0	0.010	0.010	0.00020	0.0020					
SD	nd	75	nd	nd	nd					
Gräsyta	200	0.010	0.010	0.00020	0.0020					
SD	nd	nd	nd	nd	nd					
Asfaltsyta	770	0.010	0.021	0.00020	0.0016					
SD	nd	nd	nd	nd	nd					

Klassificering av osäkerhet Hög säkerhet Medel säkerhet Låg säkerhet

Tabell 3. Osäkerhet av reningseffektivitet i Delavrinningsområde 1.

Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	60	48	77	62	80	85	53	74
SD	84	64	18	52	18	8.4	196	53
Absolut osäkerhet (+/-)	18	14	23	19	24	25	16	22
Ämne	Hg	SS	Oil	BaP	ANT	PBDE 47	TBT	
Uträknat	57	69	70	79	57	57	57	
SD	nd	50	14	nd	nd	nd	nd	
Absolut osäkerhet (+/-)	17	21	21	24	17	17	17	

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.	Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)	Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet Medel säkerhet Låg säkerhet

Tabell 4. Osäkerhet av reningseffektivitet i Delavrinningsområde 2.

Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Ämne	P	Ni	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	57	44	72	54	77	85	49	71
SD	84	64	18	52	18	8.4	196	53
Absolut osäkerhet (+/-)	17	13	22	16	23	26	15	21
Ämne	Hg	SS	Oil	BaP	ANT	PBDE 47	TBT	
Uträknat	55	64	68	67	55	55	55	
SD	nd	50	14	nd	nd	nd	nd	
Absolut osäkerhet (+/-)	17	19	21	20	17	17	17	

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.	Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)	Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet Medel säkerhet Låg säkerhet