

Atrium Ljungberg

Dagvattenutredning - Atrium gymnasieskola

Göteborg 21-03-24

Dagvattenutredning - Atrium gymnasieskola

Datum 2021-03-24
Uppdragsnummer 1320052632
Utgåva/Status **Slutleverans**

Yihan Chen
Uppdragsledare

Ebba Östberg
Handläggare

Isabella Viking
Granskare

Sammanfattning

Denna utredning har tagits fram för att utvärdera dagvattenrelaterade frågor för ett utredningsområde inom fastigheten Johanneshov 1:1 i anslutning till Kylhuset 15 i Slakthusområdet. Området omfattar byggnation av en ny gymnasieskola inom ett redan exploaterat område.

Stockholms stad har i riktlinjer för dagvattenhantering inom kvartersmark föreskrivit tillämpning av LOD (Lokalt Omhändertagande av Dagvatten) i största möjliga mån. Dessutom har Stockholms stad reningskrav som motsvarar en åtgärdsnivå på 20 mm fördröjning per kvadratmeter hårdgjord yta. Reningen behöver vara mer långtgående än sedimentation.

För att uppnå både reningskrav och stadens krav på fördröjning av 20 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta bör fastigheten fördröja en volym om minst 27 m³. Följande åtgärder föreslås:

- Fördröjning i luftiga förstärkningslager/skelettjordar om minst 92 m² förlagda i markfrisen längs västra, östra och norra sidan vilket möjliggör en total fördröjningsvolym om 21 m³.

Resterande 6 m³ fördröjningsvolym omhändertas i de gröna tak och växtbäddar som föreslagits i situationsplanen.

Enligt principen om LOD som föreskrivs av Stockholm stad ska dagvattnet inom fastigheten generellt infiltrera till grundvattnet i så stor utsträckning som möjligt. Det saknas förutsättningar att infiltrera till grundvatten inom fastighetens västra sidan, då marken enligt geotekniska undersökningar består av berg i dagen och medför mycket begränsade infiltrationsmöjligheter. Inför eventuell infiltration av dagvatten på fastighetens övriga ytor (som inte består av berg i dagen) bör föroreningsituationen bedömas/undersökas för att säkerställa att infiltrationen inte orsakar föroreningsutbredning, eftersom markföroreningar påträffats i en översiktlig undersökning med provpunkter i närheten (SWECO, 2019).

Dagvatten inom fastigheten leds idag till ett kombinerat system som vid stora regn bidrar till risken för bräddning av orenat avloppsvatten. I framtiden kommer även dagvatten fortsättas att ledas i kombinerat system. Fördröjningen som föreslås enligt åtgärdsnivån *kan* medföra att risken för bräddning av orenat avloppsvatten minskar (om än litet).

Med de föreslagna dagvattenåtgärderna bedöms fastigheten ha goda förutsättningar för att bidra positivt (om än litet) till att uppnå miljö kvalitetsnormer (MKN) i Strömmen för samtliga (aktuella för utredningsområdet) ämnen.

Sammantaget uppfyller kvarteret, med föreslagna dagvattenåtgärder, Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm fördröjning per kvm hårdgjord yta samt att rening ska vara mer långtgående än sedimentation.

Vid eventuella skyfall och då kapaciteten på dagvattensystemet överskrids rinner vattnet bort från området längs f.d. Boskapsvägen och Bolidenvägen enligt planerad skyfallshantering för området (WSP, 2019).

Dagvattenflödet från området är idag ca 28 l/s för ett regn med 10 min varaktighet och med 10-års återkomsttid respektive 35 l/s för samma regn med en klimatfaktor på 1,25. För regn med 30-års återkomsttid är dagvattenflödet idag 41 l/s respektive 51 l/s med klimatfaktor på 1,25. Om kvarteret byggs med föreslagen dagvattenhantering skulle flödet vid 10-års regn bli ca 14 l/s respektive 18 l/s (klimatfaktor 1,25). För ett regn med 30-års återkomsttid skulle dagvattenflödet bli ca 29 l/s respektive 33 l/s (klimatfaktor 1,25).

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund och syfte	1
2.	Underlag och tidigare utredningar	1
3.	Riktlinjer för dagvattenhantering	1
4.	Områdesbeskrivning	2
4.1	Recipienter	3
4.2	Markförutsättningar	4
4.3	Befintlig och planerad markanvändning	6
5.	Avrinningsområden och avvattningsvägar	8
5.1	Ytliga avrinningsvägar	8
5.2	Tekniska avrinningsområden	9
6.	Dagvattenflöden och fördröjningsbehov	9
6.1	Erforderlig volym för rening och fördröjning	9
6.2	Flöden	10
7.	Föroreningar	12
7.1	Osäkerheter i beräkningsverktyget Stormtac	15
8.	Översvämningsrisk	16
9.	Föreslagen dagvattenhantering	19
9.1	Växtbäddar	20
9.2	Gröna tak	21
9.3	Luftigt förstärkningslager eller skelettjord	22
10.	Helhetsbild av dagvattenhanteringen	23

1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Ramboll Sverige AB har fått i uppdrag av Atrium Ljungberg att genomföra en dagvatten- och skyfallsutredning för Atrium gymnasieskola som planeras på fastigheten Johanneshov 1:1, i anslutning till Kylhuset 15, Slakthusområdet. Dagvatten- och skyfallsutredningen ska ligga i grund för hur dag- och skyfalls vatten ska omhändertas för utredningsområdet. Utredningsområdet är under detaljplaneskede och samrådshandlingarna ska vara klara i februari 2021.

2. Underlag och tidigare utredningar

Följande underlag har använts:

- Uppdaterad situationsplan med planerad bebyggelse i dwg-format (erhållen 2021-01-29, Cedervall Arkitekter)
- Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholm stad)
- Dagvattenhantering: Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse (Stockholm stad)
- Geoteknisk PM daterad 2020-12-11, PE Teknik & Arkitektur
- Skyfallsmodellering Slakthusområdet daterad 2019-09-06, WSP
- Utdrag från VISS (hämtat 2020-12-07)
- Dagvattenutredning Slakthusområdet, Kvarter M daterad 2019-04-15, Ramboll Sverige AB
- PM – Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport i Stockholm (Stockholm Stad, 2017)
- Reningstabell daterad 2016-11-18 (Stockholm Stad)
- Svenskt vattens publikation P110
- Tekniska avrinningsområden recipient (Stockholm Stad, hämtad 2021-02-22)
- Översiktlig miljöteknisk markundersökning, Slakthusområdet DP, Kylhuset 16 och Kylfacket 1 med flera, Stockholm (SWECO, 2019)

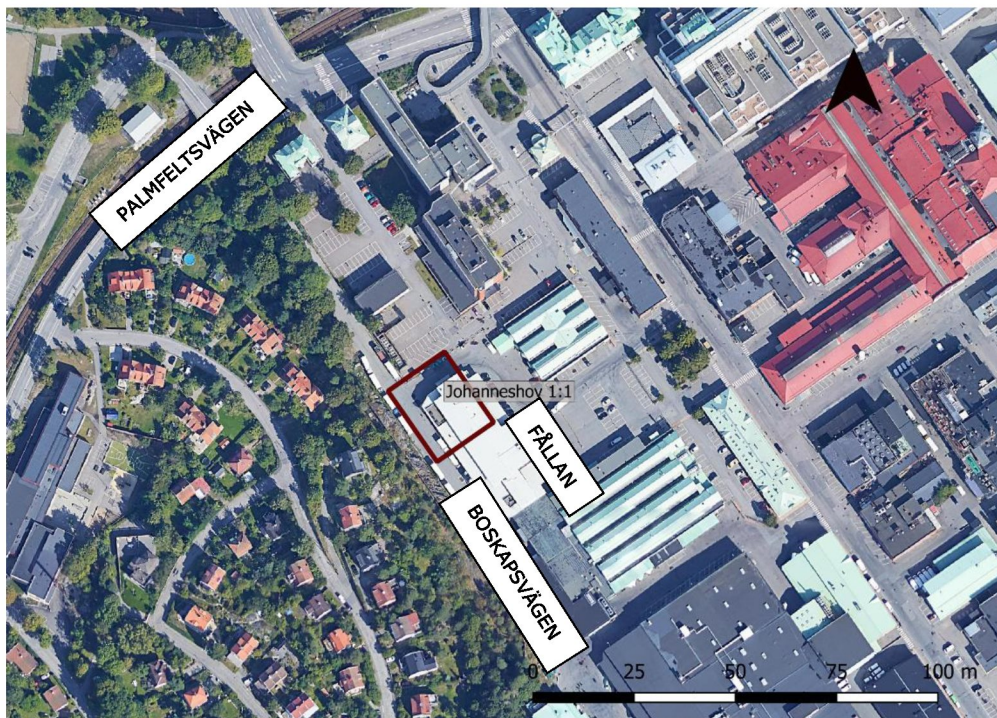
3. Riktlinjer för dagvattenhantering

I Stockholms dagvattenstrategi (Stockholm stad, 2015) framgår att lokalt omhändertagande av vatten (LOD) skall eftersträvas på kvartersmark vid all nybyggnation såväl som ombyggnation. Stockholm stad har tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall samt stadens tekniska förvaltningar tagit fram en åtgärdsnivå som ska tillämpas vid ny- och större ombyggnation (Stockholm stad 2016). För att kunna uppnå MKN i vattenförekomsterna runt om Stockholm

behöver den befintliga föroreningsbelastningen i dagvattnet minska med 70–80%. Detta innebär att för att nå tillräcklig rening krävs att 90 % av dagvattnets årsvolym fördröjs och renas. Detta motsvarar en åtgärdsnivå om 20 mm per kvm hårdgjord yta, dvs att 20 mm regndjup av varje enskilt regn ska fördröjas. Rening ska även vara mer långtgående än sedimentation.

4. Områdesbeskrivning

Kvarteret för den nya gymnasieskolan ligger på fastigheten Johanneshov 1:1 i anslutning till Kylhuset 15. Utredningsområdet är ca 1,45 ha och ligger omkring 6 km söder om centrala Stockholm i ett område benämnt Slakthusområdet. Området är flackt och lutar idag lätt mot den befintliga Boskapsvägen vilken avgränsar utredningsområdet i väster. I öster såväl som norr avgränsas det befintliga området av en lokalgata benämnd Fällan och i söder av resterande delar av befintlig byggnad (Figur 1).



Figur 1. Utredningsområdet, Johanneshov 1:1 (rött) i anslutning till Kylhuset 15 (Google satellite, hämtad 2021-02-25).

4.1 Recipienter

Befintligt dagvatten leds från utredningsområdet i kombinerade ledningar till Strömmen via Henriksdals reningsverk. Strömmen utgör således recipient för dagvatten idag.

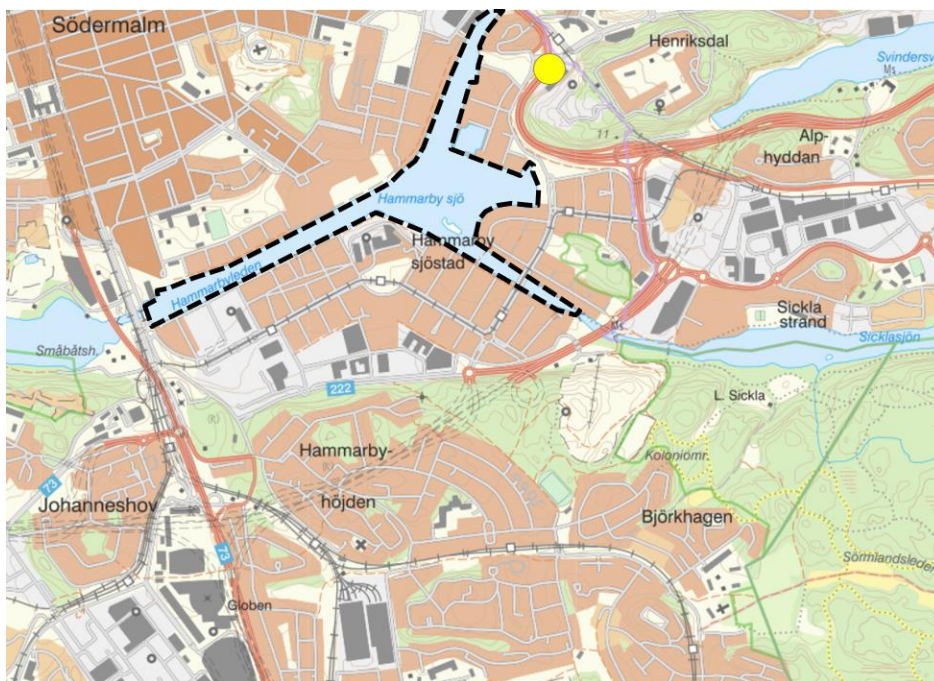
I planerad exploatering kommer dagvatten från utredningsområdet att fortsätta ledas via kombinerade ledningar (då duplikatsystemet övergår till kombinerat system) till Strömmen via Henriksdals reningsverk, se Figur 2.

Strömmen är en naturlig vattenförekomst med en area om 4 km². Den ekologiska statusen är idag klassad som ej god (VISS, 2021-02-23). God ekologisk status uppnås inte på grund av morfologiska förändringar och övergödning. Även särskilda förorenande ämnen som koppar och zink överskrider gränsvärdena för att Strömmen ska kunna uppfylla god ekologisk status. Enligt miljökvalitetsnormen (MKN) ska god ekologisk status uppnås för näringsämnen samt de särskilda förorenande ämnena senast år 2027. För att uppnå en övergripande god ekologisk status i vattenförekomsten som helhet krävs det att det genomförs omfattande förbättringsåtgärder med avseende på de hydromorfologiska förhållandena i vattenförekomsten. Ett genomförande av sådana åtgärder skulle medföra att den hamnverksamhet som påverkar vattenförekomsten inte längre kan bedrivas i sin nuvarande omfattning. Verksamheten utgör ett sådant väsentligt samhällsintresse som motiverar att ett mindre strängt krav fastställs, då det bedöms vara ekonomiskt orimligt att vidta alla de åtgärder som krävs för att nå god ekologisk status i vattenförekomsten som helhet. Miljökvalitetsnormen för Strömmen har därför fastställts till Måttlig ekologisk status (VISS, 2021-02-23).

Gällande dess kemiska status har Strömmen klassats som **ej god**. Detta orsakas av att gränsvärdena för de prioriterade ämnena antracen, bly och blyföreningar (Pb), tributyltenn (TBT), kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrider i vattenförekomsten.

Enligt miljökvalitetsnormerna ska god kemisk status uppnås med undantag för följande ämnen:

- Bromerade difenyleter (mindre stränga krav)
- Kviksilver och kvicksilverföreningar (mindre stränga krav)
- Tributyltennföreningar (förlängd tidsfrist till 2027)
- Antracen (förlängd tidsfrist till 2027)
- Bly och blyföreningar (förlängd tidsfrist till 2027)



Figur 2. Recipient Henriksdals reningsverk markerat med en gul cirkel och slutrecipienten, Strömmen markerad med svart streckad linje. Hämtad från Vatten Informations-System Sverige (VISS, 2021-02-25).

En översikt av statusklassificeringen samt kvalitetskrav enligt MKN för recipienten Strömmen redovisas i Tabell 1.

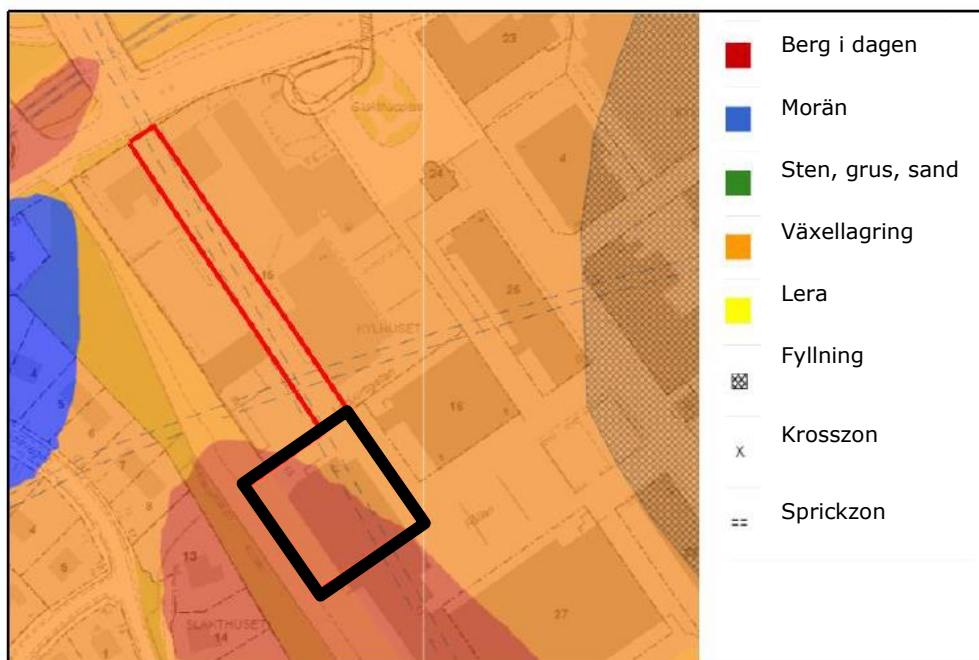
Tabell 1. Översikt statusklassning och miljökvalitetsnormer för ekologisk status och kemisk status i Strömmen (VISS, 2021). Status och kvalitetskrav enligt senast beslutad förvaltningscykel.

Grundinformation		Ekologisk status		Kemisk status	
EU-ID	Vattenförekomst	Ekologisk status	Kvalitetskrav och tidpunkt	Kemisk status	Kvalitetskrav
SE591920-180800	Strömmen	Måttlig	Måttlig ekologisk status 2027	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus

4.2 Markförutsättningar

PE Teknik och Arkitekter (2020) har gjort en geoteknisk utredning för bland annat utredningsområdet.

Figur 3 visar de geotekniska förhållandena för utredningsområdet. Ur denna framgår att området består av växellagringar (svallsediment) i norr och mestadels berg i dagen i de resterande delarna. Vidare framgår ur Figur 3 att en svaghetslinje i berget passerar området (PE Teknik och arkitekter, 2020).



Figur 3. Byggnadsgeologisk karta, där röd färg avser berg, orange växellagringar (svallsediment), grön åsgrus och gul lera. Streckade kryssade linjer visar svaghetslinjer i berget. Hämtad från PM Geoteknik (PE Teknik och Arkitekter, 2020). Utredningsområdet för geoteknisk undersökning är markerat med svart linje.

Det översta jordlagret består av fyllning på berg eller fyllning på svallsediment. Fyllningens tjocklek varierar mellan 0 och ca 2 m inom hela utredningsområdet. Gymnasieskolan är planerad där berget ligger ytligt medan den nya gatan planeras på växellagrad jord med en tjocklek mellan 0 och 10 m.

Inom utredningsområdet faller grundvattennivån söderut och varierar mellan + 35 och + 38 varvid lägsta nivå för dränerande ingrepp tillåts till + 37 m. Alla byggnadsdelar under ca +38 bör utföras vattentäta (PE Teknik och Arkitekter, 2020).

Inga miljöundersökningar har utförts inom utredningsområdet men föroreningar har påträffats inom Slakthusområdet med halter som överskrider farligt avfall och i tidigare utredningar (PE Teknik och Arkitekter, 2020) rekommenderas därför att en kompletterande miljöprovtagning utförs inom utredningsområdet.

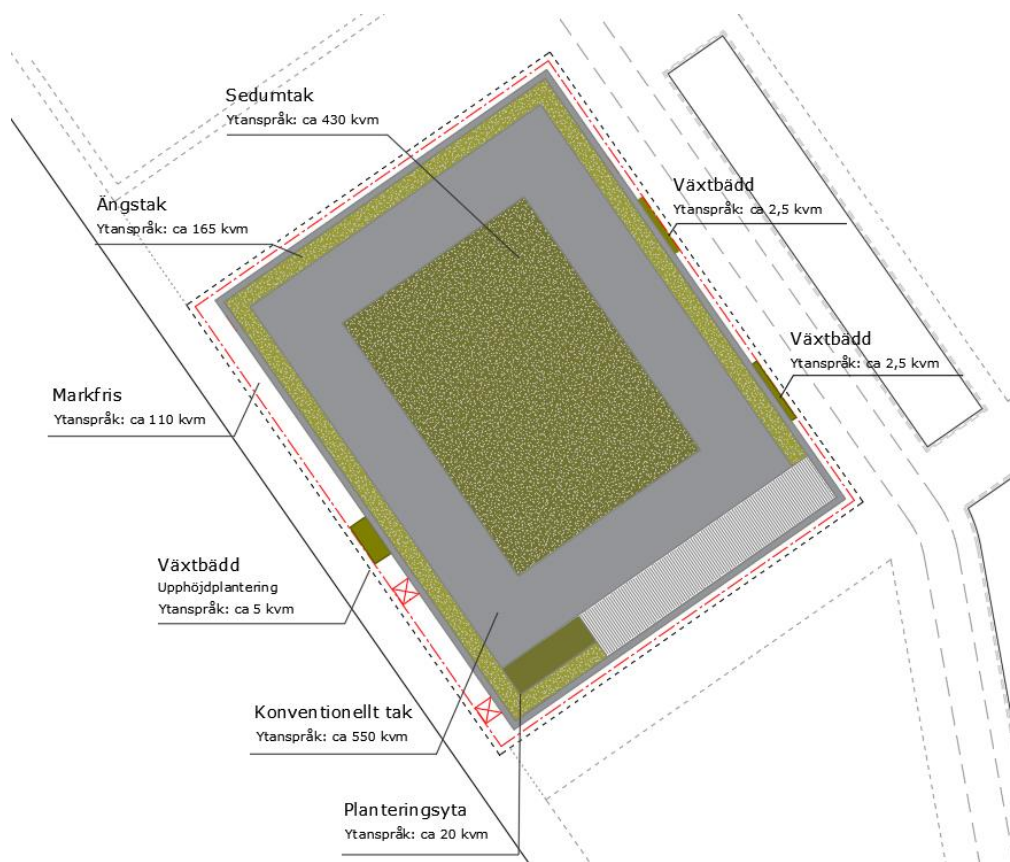
4.3 Befintlig och planerad markanvändning

Idag består marken av hårdgjorda asfaltsytor längs gatorna Boskapsvägen och Fällan samt av parkering, utöver detta finns en byggnad vars tak utgör ytterligare en hårdgjord yta, se Figur 4. Det finns idag inga grönytor inom området.



Figur 4. Utredningsområdet idag markerad med röd linje (Google satellite, hämtad 2021-02-25).

Efter exploatering planeras den nya gymnasiebyggnaden uppta större delen av utredningsområdet. Viss andel hårdgjord yta kommer finnas i markfrisen. I markfrisen planeras även tre växtbäddar. Taket på den nya byggnaden kommer till större delen bestå av grönt tak, både djup takvegetation i form av ett ängstak och platt tak med tunnare vegetationslager (sedumtak). Resterande takyta kommer utgöras av konventionellt tak samt en terrass. Se Figur 5 för planerad markanvändning.



Figur 5. Planerad markanvändning inom området (Cedervall Arkitekter). Konventionellt tak i mörkgrått, terrass i ljusgrått, växtbäddar och plantering i enfärgat grönt samt ängstak och sedumtak i grönprickigt. Utredningsområdets gräns i rött och asfalt inom området i vitt. Två utrymningsluckor förlagda i markfrisen markerade med rött kryss. Det röstreckade är fastighetsgräns

En sammanfattning av de olika areorna för befintlig och planerad markanvändning presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Markanvändning för utredningsområdet Atrium gymnasieskola

Markanvändning	Area befintlig (ha)	Area planerad (ha)
Asfalt (markfris)	0,071	0,011
Tak	0,074	0,062
Sedumtak	-	0,043
Växtbädd	-	0,001
Ängstak (inkl. planteringsyta)	-	0,019
Terrass	-	0,009
Totalt	0,145	0,145

5. Avrinningsområden och avvattningsvägar

5.1 Ytliga avrinningsvägar

Ytvavrinning sker idag söderut förbi utredningsområdet längs Boskapsvägen samt österut längs Livdjursgatan och Fållan, se Figur 6. Området är flackt med en marknivå om ca + 41 m och lutar mot Boskapsvägen i väster. Direkt väster om Boskapsvägen finns en höjdrygg med högsta punkten på omkring + 49 m vilket blir en naturlig vattendelare. I norr och öster om utredningsområdet lutar marken bort mot Livdjursgatan respektive Hallvägen.



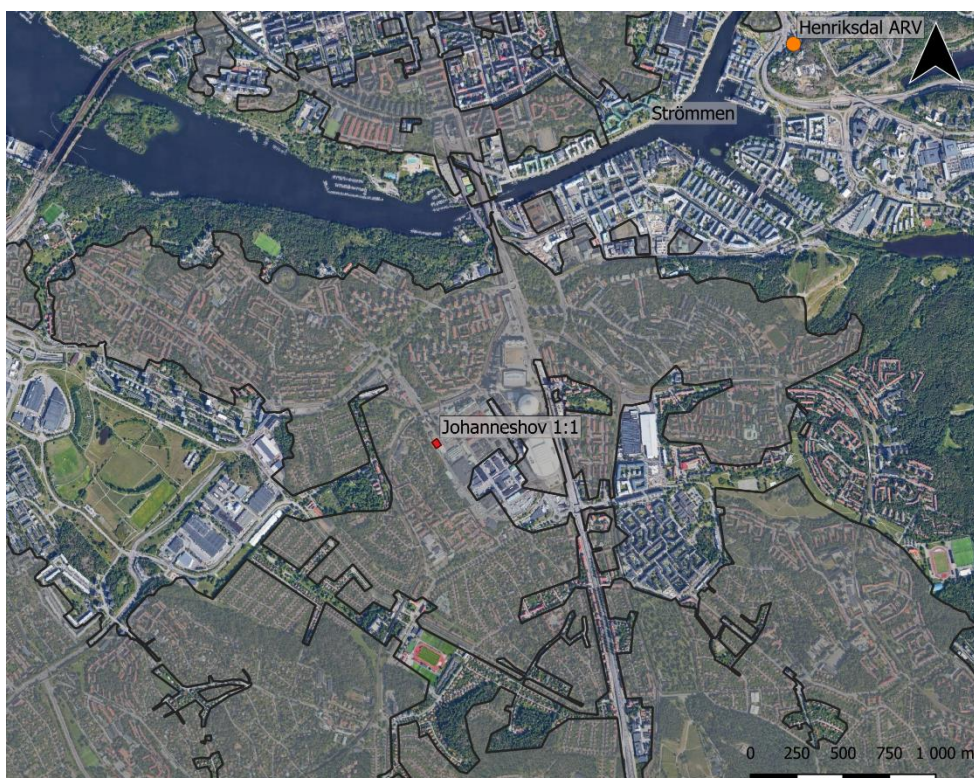
Figur 6. Ytliga avrinningsvägar. Flödespilar i blått och utredningsområdet i svart.
Källa: Scalgo (2020-12-07)

Inga dikningsföretag existerar inom utredningsområdet (Länsstyrelsen Stockholm).

5.2 Tekniska avrinningsområden

Det tekniska avrinningsområdet som utredningsområdet ingår inom visas i Figur 7. Idag avvattnas området via rännstensbrunnar längs Boskapsvägen. Det avrinner sedan vidare via kombinerade ledningar till recipienten Strömmen via Henriksdals reningsverk, nordöst om utredningsområdet.

Det kommunala VA-ledningsnätet för området kommer att byggas ut och förnyas vid exploatering. Vatten, spill- och dagvattenledningar kommer att förläggas intill den nya gymnasieskolan på Bolidenvägen, öster om utredningsområdet.



Figur 7. Tekniskt avrinningsområde för utredningsområdet (röd rektangel) och recipienten Strömmen via Henriksdals reningsverk (orangea cirkel) (Google satellite, hämtad 2021-02-23).

6. Dagvattenflöden och fördröjningsbehov

6.1 Erforderlig volym för rening och fördröjning

Den erforderliga fördröjningsvolymen beräknas med ekvation 1

$$U_i = A_{red} * d_r \quad (1)$$

Där U_i är erforderlig fördröjningsvolym [m^3], d_r är åtgärdsnivån [m] och A_{red} är den reducerade arean [m^2]

Beräkning av erforderlig fördröjning har utförts för hårdgjorda ytor inom utredningsområdet i enlighet med PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport i Stockholm (Stockholm stad, 2017) och resulterande total volym som behöver fördröjas inom kvartersmarken redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Erforderlig fördröjningsvolym inom kvartersmarken.

Atrium gymnasieskola Johanneshov 1:1	Hårdgjord yta, reducerad area (m^2)	Åtgärdsnivå (m)	Erforderlig fördröjningsvolym (m^3)
	1349	0,02	27

6.2 Flöden

Flödesberäkningar för att uppskatta dagvattenavrinningen från området utan dagvattenanläggningar har utförts med rationella metoden i enlighet med vad som är föreskrivet i PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport i Stockholm (Stockholm stad, 2017). Rationella metoden ges av Ekvation 2 (Svenskt Vatten, 2016).

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf \quad (2)$$

q_{dim} är det dimensionerande flödet (l/s), A är avrinningsområdets area (ha), φ är avrinningskoefficienten (-) och $i(t_r)$ är den dimensionerande regnintensiteten ($l/s, ha$), beräknad med Dahlström 2010 (Svenskt Vatten 2011). t_r står för regnets varaktighet vilken i rationella metoden likställs med områdets rintid t_c (s). kf är klimatfaktorn (-).

Rinntiden före och efter planerad exploatering utan åtgärder är satt till 10 min, detta är den minsta rintiden på ett utbyggt ledningssystem enligt Svenskt vattens P110.

Klimatfaktorn är satt till 1,25 enligt Svenskt Vattens publikation P110 och syftar till att kompensera för klimatförändringar med ökade nederbördsmängder.

Avrinningskoefficienter för asfalt, tak och (hårdgjord) terrass är hämtade från P110. Sedumtaket, ängstaket och växtbäddarna ses som anläggningar vilka ämnar fördröja och rena dagvatten och skall enligt PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport i Stockholm (Stockholm stad, 2017) beräknas som konventionella tak respektive grönytor för beräkning av flöden efter exploatering utan åtgärd.

Beräkningar som presenteras under kategorin "utan åtgärd" innebär således att gröna tak har betraktats som konventionella tak och växtbäddar som vanliga grönytor. Hade inte gröna tak föreslagits hade ytan istället utgjort konventionella tak med avrinningskoefficient på 0,9. Växtbäddar ska, enligt samma princip, likställas med vanliga gröna ytor med avrinningskoefficient på 0,1 (Stockholms stad, 2017). Detta görs för att ge en rättvis bild över flöden utan och med dagvattenåtgärder.

Den totala arean och resulterande reducerad area för befintlig och planerad area presenteras i Tabell 4.

Tabell 4. Total och reducerad area före och efter exploatering per markanvändning.

Markanvändning	Avr. Koeff.	Area före (ha)	Red. area före (m)	Planerad area (ha)	Planerad red. area (ha)
Asfaltsyta	0,8	0,071	0,057	0,011	0,009
Tak	0,9	0,074	0,067	0,062	0,056
Sedumtak	0,9*	-	-	0,043	0,039
Ängstak (inkl. planteringsyta)	0,9*	-	-	0,019	0,017
Växtbädd	0,1*	-	-	0,001	> 0,001
(Hårdgjord) terrass	0,9	-	-	0,009	0,008
Totalt		0,145	0,124	0,145	0,128

* Enligt PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport i Stockholm (Stockholms stad, 2017) ska gröna tak likställas med vanliga hårdgjorda tak i detta beräkningssteg. Gröna tak betraktas som dagvattenanläggning och planerad area ska beräknas utan att dagvattenanläggningar tas i beaktning. Detta för att ge en rättvis bild över flöden utan och med dagvattenåtgärder. Hade inte gröna tak föreslagits hade ytan istället utgjort konventionella tak med avrinningskoefficient på 0,9. Växtbäddar ska, enligt samma princip, likställas med vanliga gröna ytor med avrinningskoefficient på 0,1 (Stockholms stad, 2017).

Planerad exploatering bedöms motsvara "centrumbebyggelse" vilket enligt P110 innebär att flödesberäkningar skall utföras för regnhändelser med återkomsttider på 10 och 30 år. Detta motsvaras av återkomsttiden för regn vid fylld ledning respektive återkomsttiden för trycklinje i marknivå. I Tabell 5 och Tabell 6 redovisas beräknade dagvattenflöden för ett 10-års regn och ett 30-års regn, före och efter exploatering utan åtgärder.

Tabell 5. Beräknade dagvattenflöden för ett 10-års regn före och efter exploatering utan åtgärder.

	Före exploatering	Efter exploatering utan åtgärder	
	Utan klimatfaktor	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor 1,25
Varaktighet (min)	10	10	10
Regnintensitet (l/s,ha)	228	228	285
Red. area (ha)	0,124	0,128	0,128
Flöde (l/s)	28	29	37

Tabell 6. Beräknade dagvattenflöden för ett 30-års regn före och efter exploatering utan åtgärder.

	Före exploatering	Efter exploatering utan åtgärder	
	Utan klimatfaktor	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor 1,25
Varaktighet (min)	10	10	10
Regnintensitet (l/s,ha)	328	328	410
Red. area (ha)	0,124	0,128	0,128
Flöde (l/s)	41	42	53

7. Föroreningar

Föroreningsberäkningar har utförts för med hjälp av StormTacs webbapplikation (version v20.2.2), ett webbaserat verktyg för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar.

Som indata kräver StormTac årsnederbörd och markanvändning för det studerade området. Till de olika markanvändningarna finns schablonhalter för föroreningsinnehållet i dagvatten. Dessa baseras på långa, flödesproportionella provtagningsserier på dagvatten. Genom att ange aktuella areor för respektive markanvändning beräknas dagvattnets föroreningsinnehåll (årsmedelvärden) för angivet område. Modellen omfattar dagvatten och basflöde (inläckande

grundvatten) och ger en årsmedelkoncentration på dagvattnets föroreningsinnehåll samt årlig massbelastning.

För föroreningsberäkningarna har parametrarna i Tabell 7 använts. Förenklingar har gjorts gällande markanvändning i jämförelse med Tabell 4. Ängstak, planteringsyta och sedumtak har slagits samman och representeras i StormTac av "Gröna tak" med avrinningskoefficienten 0,3. Markfrisen och den hårdgjorda terrassen representeras av "Asfaltsyta". Slutligen representeras växtbäddarna av "Grönyta", och tak av "Tak". För planerad situation antas gröna tak utgöra konventionella tak. För planerad situation med dagvattenhantering antas gröna tak att utgöra gröna tak. Resultat för föroreningsberäkningar för befintlig situation och planerad situation utan åtgärder presenteras i detta kapitel. För resultat med föreslagen dagvattenhantering, se kapitel 10.

Tabell 7. Markanvändning så som representerad vid föroreningsberäkningar i Stormtac.

Markanvändning	Avr. Koeff.	Area före (ha)	Red. area före (m)	Planerad area (ha)	Planerad red. area (ha)	Planerad area med dagvattenhantering (ha)	Planerad red. area med dagvattenhantering (ha)
Asfaltsyta	0,8	0,071	0,057	0,020	0,016	0,020	0,016
Tak	0,9	0,074	0,067	0,124	0,112	0,062	0,056
Gröna tak*	0,3**	-	-	-	-	0,062	0,037
Grönyta	0,1	-	-	0,001	> 0,001	0,001	> 0,001
Totalt		0,145	0,124	0,145	0,129	0,145	0,110

*Ängstak, sedumtak och planteringsyta

**Gröna tak har en låg avrinningskoefficient sett till årsmedelnederbörden enligt StormTac
Årsmedelnederbörden 600 mm/år har använts som indata för nederbörden.

De ämnen som har beräknats är näringsämnen kväve (N) och fosfor (P), tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg), suspenderad substans (SS) samt oljeindex, PAH16, BaP och antracen. För metaller och näringsämnen avses alltid totalhalter.

Resultaten av föroreningsberäkningarna redovisas i Tabell 8 och Tabell 9. Föroreningsbelastningen och föroreningshalten har beräknats för **befintlig situation** och för **planerad situation utan dagvattenåtgärder** (dvs, utan gröna tak, växtbäddar och förstärkningslager/skelettjordar).

Föroreningsberäkningar har även utförts för **planerad situation med dagvattenåtgärder** (växtbäddar, gröna tak och förstärkningslager/skelettjordar). Dessa resultat presenteras i Tabell 12 och Tabell 13 under kapitel 10.

Generellt förändras föroreningshalterna i enlighet med förväntat. Jämförelsevis är det inte stor skillnad mellan befintlig situation och planerad situation utan dagvattenåtgärder. Vissa skillnader kan även bero på osäkerheter i modelleringsverktyget, se kapitel 7.1.

Inom utredningsområdet bedöms ingen risk för utsläpp som kan förorena dagvattnet föreligga.

Tabell 8. Föroreningsbelastning i dagvatten före och efter exploatering (kg/år).

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder
Fosfor (P)	kg/år	0,098	0,13
Kväve (N)	kg/år	1,1	1,0
Bly (Pb)	kg/år	0,0021	0,0021
Koppar (Cu)	kg/år	0,010	0,0069
Zink (Zn)	kg/år	0,019	0,022
Kadmium (Cd)	kg/år	0,00041	0,00059
Krom (Cr)	kg/år	0,0040	0,0033
Nickel (Ni)	kg/år	0,0032	0,0035
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,000018	0,0000052
Suspenderad substans (SS)	kg/år	13	18
Olja	kg/år	0,26	0,048
PAH16	kg/år	0,00024	0,00033
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,000012	0,0000088
Antracen	kg/år	0,000011	0,0000084

Tabell 9. Föroreningshalter i dagvatten före och efter exploatering ($\mu\text{g/l}$).

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	120	150
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1400	1200
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	2,6	2,5
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	13	8,3
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	23	26
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,52	0,71
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	5,0	4,0
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	4,0	4,2
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,023	0,0062
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	16 000	22 000
Olja	$\mu\text{g/l}$	330	57
PAH16	$\mu\text{g/l}$	0,30	0,40
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,016	0,011
Antracen	$\mu\text{g/l}$	0,014	0,010

7.1 Osäkerheter i beräkningsverktyget Stormtac

I modellen sammanställs schablonvärden i form av årliga avrinningskoefficienter och schablonhalter för olika markanvändning. Dessa uppdateras kontinuerligt efter kännedom om nya undersökningar.

Kalibrering av schablonhalterna som används i StormTac utförs med hänsyn till tidstrender och för ämnen med få data görs jämförelser med data från liknande markanvändning. En enda undersökning (ett specifikt databasvärde) utgör värdet av en lång serie av flödesproportionellt tagna samlingsprover, vilket innebär att enskilda värden kan utgöra ett sammanställt medelvärde av flera prover eller många olika undersökningar.

Vid kalibrering av schablonhalter har främst svenska undersökningar använts, vilket innebär att schablonhalterna i StormTac är mest tillförlitliga för svenska förhållanden. På grund av bristen på data för vissa föroreningar och vissa

markanvändningar har dock även internationella studier använts. Tillförlitligheten är generellt högst (spridningen i data minst) för markanvändningskategorierna för olika bostadsområden (som helhet) och genomfartsvägar samt för ämnena suspenderade partiklar (SS), näringsämnen och metaller, undantaget kvicksilver.

Att ta fram schablonhalter är komplext, och på grund av stora skillnader i underlag för olika ämnen och markanvändningar är det svårt att beräkna och kortfattat beskriva osäkerheterna för respektive värde. För mer specifika markanvändningskategorier anger modellen dock i allmänhet "Låg säkerhet" för de flesta föroreningar på grund av ett litet dataunderlag. I genomsnitt har de modellerade halterna ca 30% osäkerhet (för denna modellering) vilket innebär att ökning och sänkning inom 30%-intervallet ska tolkas med försiktighet och inte alltid innebär en verklig förändring.

Användandet av schablonhalter innebär också att beräknade värden inte alltid är representativa för enskilda projekt, då föroreningsinnehållet till stor del kan bero på platsspecifika förutsättningar, såsom exempelvis takmaterial och andra byggnadsmaterial.

Resultatet av föroreningsberäkningarna ska således inte betraktas som några exakta värden, men de ger en indikation på vilka ämnen som tenderar att öka/minska vid ett framtidsscenario inom utredningsområdet.

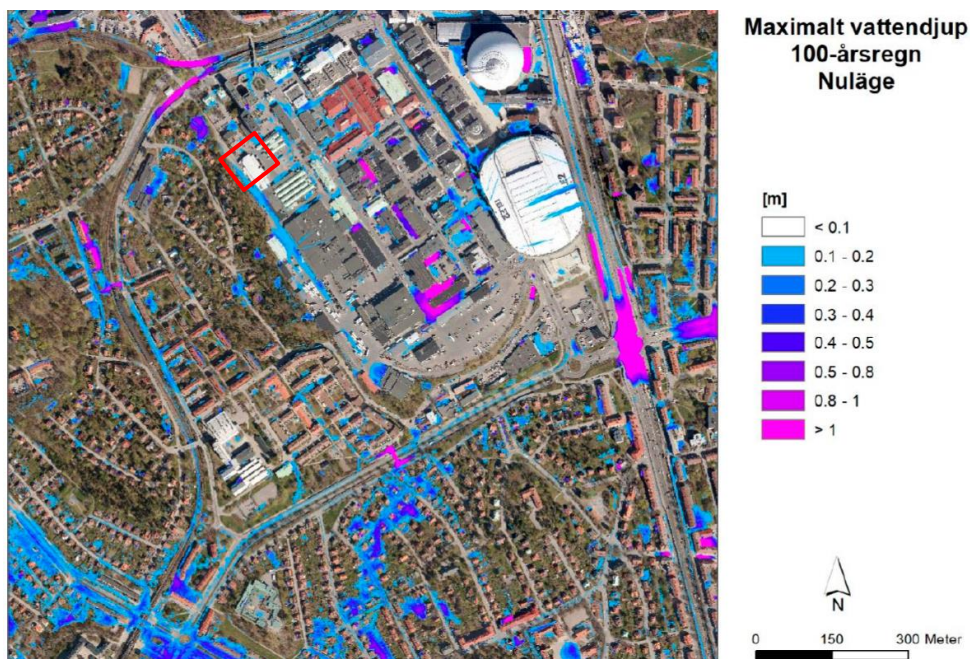
8. Översvämningrisk

Det finns inga instängda områden inom utredningsområdet idag. Ett antal lågpunkter har identifierats längs Boskapsvägen och norr om utredningsområdet, se Figur 8.



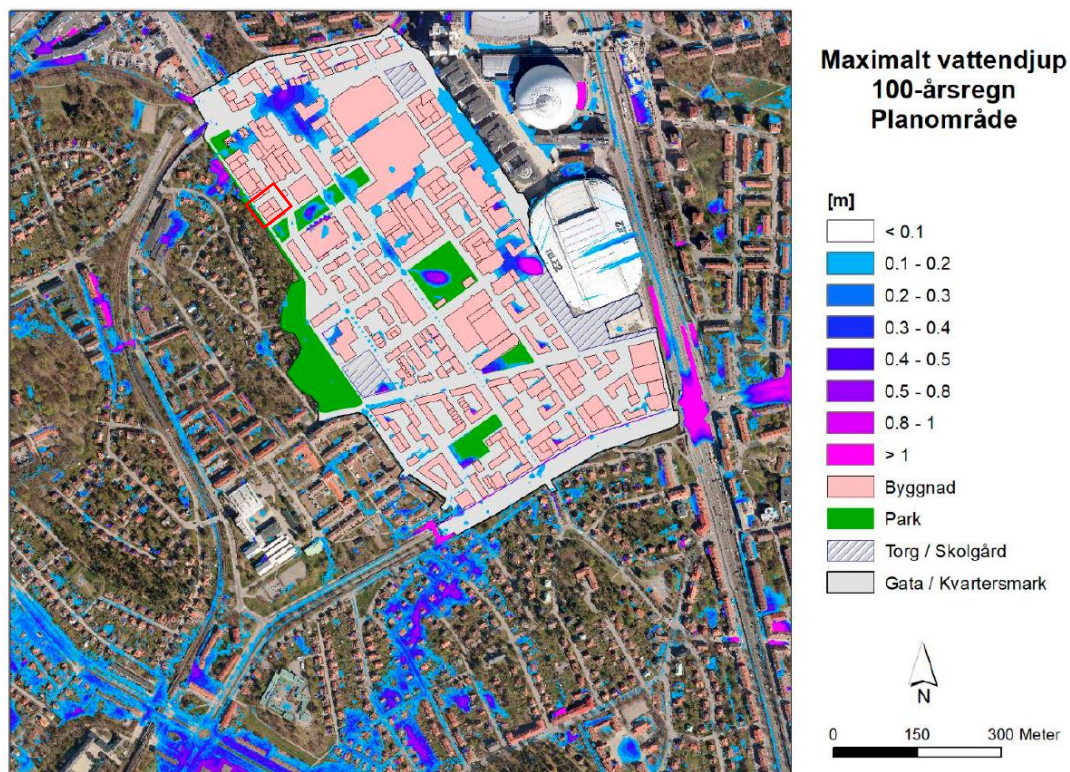
Figur 8. Lågpunktskartering i Scalgo (2020-12-14). Lågpunkter visas i lila (minsta vattendjup om 0,2m), utredningsområdet i svart och rinnvägar i blått.

WSP (2019-09-06) har genomfört en skyfallsmodellering för hela Slakhusområdet. Figur 9 visar maximalt vattendjup vid ett 100-års regn så som området ser ut idag. Denna visar att inget betydande vattendjup förväntas inom området, däremot beräknas vatten ansamlas längs Boskapsvägen till ett djup upp mot 0,2 m. Detta överensstämmer med de identifierade lågpunkterna i Figur 8.



Figur 9. Maximalt vattendjup inom Slakhusområdet vid ett 100-årsregn, nuläge (WSP, 2019). Röd ruta visar ungefärligt utredningsområdet.

För att minska risker för översvämningar har åtta skyfallsåtgärder föreslagits. Dessa medför att det vatten som riskerar att ansamlas längs Boskapsvägen istället leds till ett grönt stråk väster om vägen, se Figur 10. (WSP, 2019).



Figur 10. Maximalt vattendjup inom Slakthusområdet efter åtgärder, vid ett 100-årsregn (WSP, 2019). Röd ruta visar utredningsområdet.

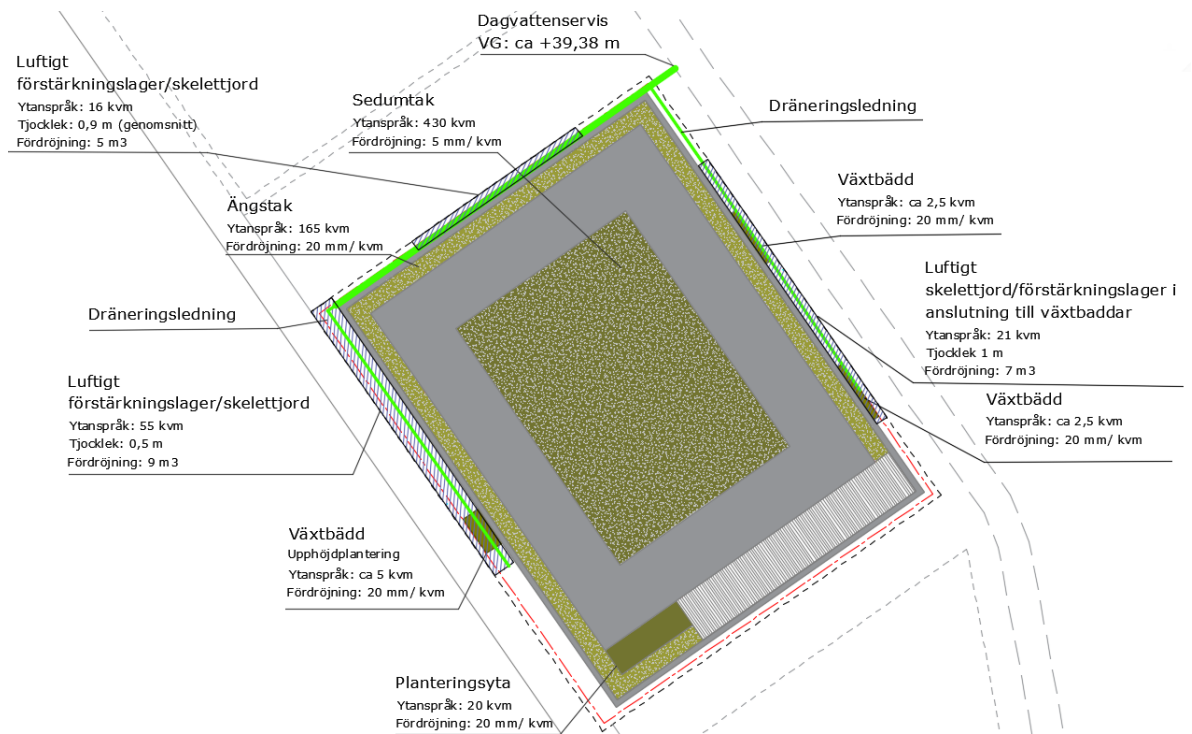
Föreslagna åtgärder inom Slakthusområdet enligt WSP (2019) skyfallmodellering visar att ingen översvämningsrisk föreligger för planerad situation.

Planerad byggnation bedöms inte försvåra genomförande av föreslagen skyfallshantering för Slakthusområdet. För att ytterligare minimera risk för översvämning av byggnad bör entréer inom fastigheten anläggas högre än omkringliggande mark.

9. Föreslagen dagvattenhantering

Det planerade ängstaket och växtbäddarna bedöms kunna hantera 20 mm per kvm hårdgjord yta (enligt Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering inom kvartersmark). Sedumtaket bedöms kunna hantera 5 mm per kvm hårdgjord yta vilket innebär att resterande 15 mm per kvm hårdgjord yta behöver fördröjas inom kvartersmarken. Resulterande fördröjningsvolym inom området uppgår således till 6 m³.

Utöver denna fördröjningsvolym i gröna tak och växtbäddar behövs 21 m³ fördröjning. Dessa 21 m³ föreslås att fördröjas under mark i luftigt förstärkningslager/skelettjord med dräneringsledning i botten. Se Figur 11 för planerad dagvattenhantering.



Figur 11 - Anläggningar för hantering av dagvatten

Lämplig placering av förstärkningslager/skelettjord med dräneringsledning kan t.ex. vara markfrisen vid fd. Boskapsvägen samt vid den planerade byggnadens norra sida. Området väster om den nya byggnaden utgörs till stor del av berg i dagen och infiltrationsmöjligheterna där är således mycket begränsade. Inför eventuell infiltration av dagvatten i de övriga ytorna (de ytor som inte består av berg i dagen) bör föroreningssituationen bedömas/undersökas för att säkerställa att infiltrationen inte orsakar föroreningsspridning, eftersom markföroreningar

påträffats i en översiktlig undersökning med provpunkter i närheten (SWECO, 2019).

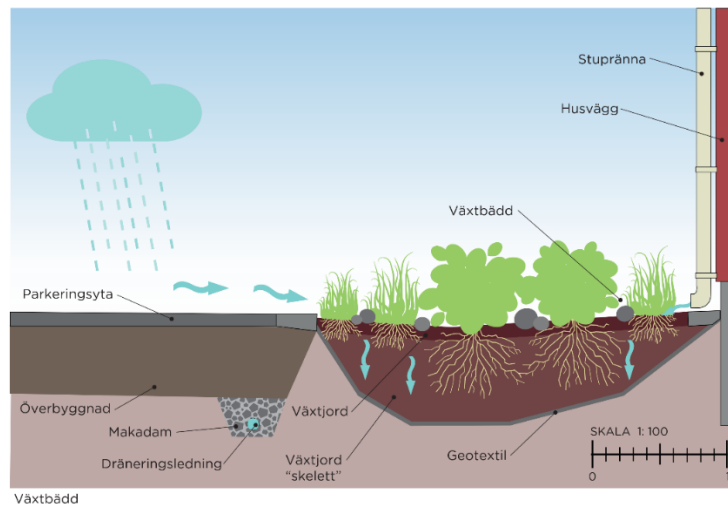
Ytanspråket på fördröjningsmagasinen under mark (luftigt förstärkningslager/skelettjord) beräknats till totalt 92 m². Förutsättning för beräkningarna är att infiltration inom fastigheten inte är möjligt, att dräneringsledningar ska anslutas till dagvattenservis och att lagret har en porositet på 30%. Resulterande fördröjningsanläggningar och dess föreslagna placering återfinns i Figur 11.

9.1 Växtbäddar

En växtbädds fördröjningsvolym avgörs av dess utformning. Enligt situationsplanen föreslås en mindre upphöjd växtbädd längs f.d Boskapsvägen och två mindre nedsänkta växtbäddar mot förlängningen av Bolidenvägen, se Figur 11. Den upphöjda växtbädden medför begränsad fördröjningsvolym och hanterar endast det regn som faller på dem. De nedsänkta växtbäddarnas utformning är inte säkerställd i detta skede och därför antas fördröjningsvolymen endast att uppgå till 20 mm per kvm växtbädd. Det rekommenderas därför att de växtbäddar invid fasaden mot Bolidenvägen konstrueras som nedsänka vilket skulle förbättra både reningsmöjligheter och fördröjningskapacitet.

Föroreningsituationen behöver bedömas/undersökas för att säkerställa att infiltrationen till grundvatten inte orsakar förorenings spridning, eftersom markföroreningar påträffats i en översiktlig undersökning med provpunkter i närheten (SWECO, 2019). Om infiltration till grundvatten inte är aktuellt måste växtbädden utformas så att allt dagvatten leds bort via dräneringsledning.

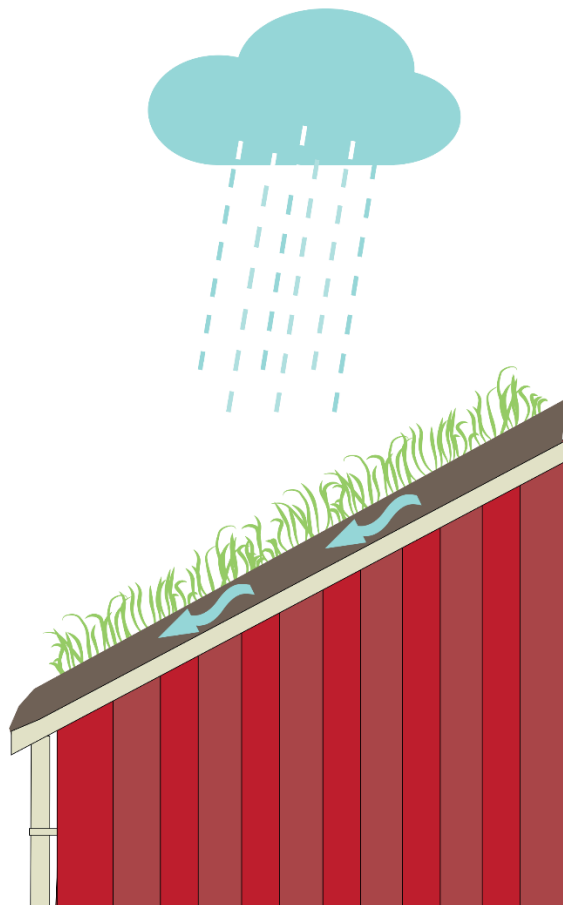
En nedsänkt växtbädd konstrueras så att allt det inströmmade vattnet ska kunna magasineras och infiltreras effektivt inom ett dygn efter nederbördstillfället, se Figur 12 för en principskiss av en nedsänkt växtbädd invid en fasad. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer växtbädden ha någon synlig vattenyta. Växtbäddar behöver troligen även anläggas med ett upphöjt utlopp för bräddning då tillkommande vatten överstiger infiltrationskapaciteten (OBS avser infiltrationskapaciteten inom växtbädden)



Figur 12. Principskiss över en nedsänkt växtbädd (obs endast exempel, ej föreslagen utformning för detta kvarter, allmän väg bör ej avvattnas mot föreslagna växtbäddar).

9.2 Gröna tak

Ett grönt taks fördröjningsvolym avgörs av dess tjocklek och lutning. Enligt situationsplanen föreslås ett tjockare grönt tak i form av ett ängstak närmast fasaden för vilket en fördröjningsvolym om 20 mm/ hårdgjord yta antas. Ett tunnare sedumtak planeras i mitten av den nya byggnaden, för vilket en fördröjningsvolym om 5 mm/ hårdgjord yta antas. Taken måste avvattnas via hängrännor och stuprör mot det nya dagvattenssystemet förlagt i förlängningen av Bolidenvägen. Se Figur 13 för en principskiss av ett grönt tak. Förslagsvis avvattnas stuprören från gröna tak mot växtbäddarna på fastighetens östra sida, där ett upphöjt intag förhindrar växtbädden från att bräddas.



Figur 13. Principskiss av gröna tak.

9.3 Luftigt förstärkningslager eller skelettjord

Luftigt förstärkningslager eller skelettjordar kan användas istället för konventionellt förstärkningslager/fyllnadsmaterial i marken. Det luftiga lagret består oftast av stenkross av grova fraktioner. Materialet har en hög porositet vilket dagvatten kan infiltrera genom. Hålvolymer (porositeten) utgör även fördröjningsvolym för dagvatten och reducerar således belastning på ledningssystem. Infiltrationen som sker genom lagret medför rening av dagvattnet.

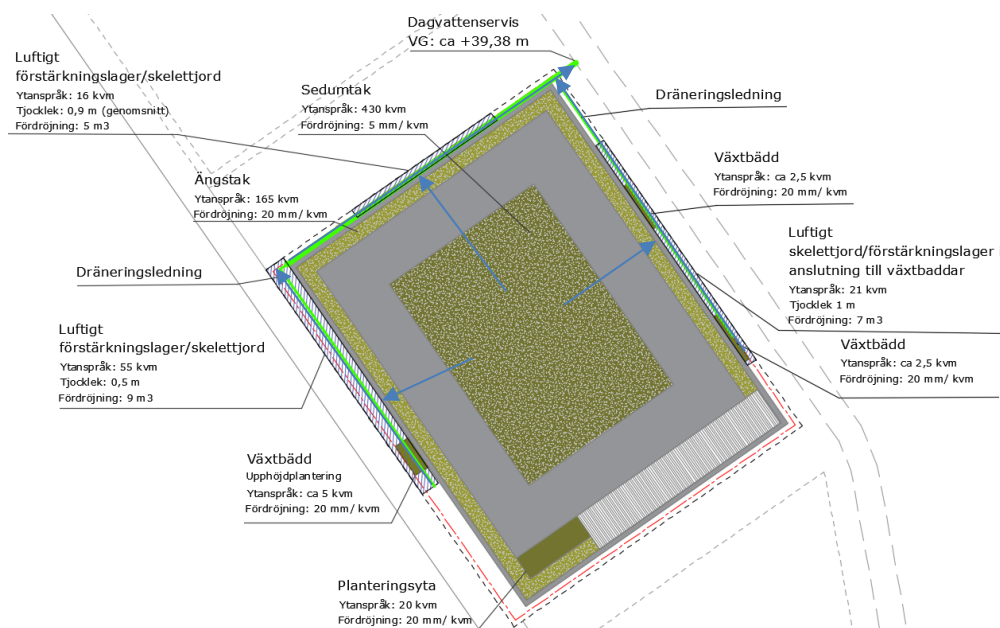
Luftiga förstärkningslager kan även utnyttja infiltration till grundvatten (obs ska ej förväxlas med infiltration genom själva lagret) för att minska den totala avrinningen från området. I detta fall är inte infiltration aktuellt på västra sidan på grund av geotekniska förutsättningar (berg i dagen), vilket medför att dräneringsledning i botten på lagret behövs för att kunna leda bort det ansamlade

vattnet. Inför eventuell infiltration av dagvatten till grundvattnet för de övriga ytorna (som inte består av berg i dagen) bör föroreningsituationen bedömas/undersökas för att säkerställa att infiltrationen inte orsakar förorenings spridning, eftersom markföroreningar påträffats i en översiktlig undersökning med provpunkter i närheten (SWECO, 2019). Utifrån denna bedömning om infiltrationsmöjlighet kan dräneringsledningar komma att behövas i botten på lagren.

Där infiltration inte är lämpligt kan ytterligare tätning mot läckage till grundvatten göras med hjälp av tätdukar som läggs i botten av det luftiga förstärkningslagret (under dräneringsledning).

Skelettjord är en variant på luftigt förstärkningslager där växtjord sköljs ned i det luftiga förstärkningslagret för att bidra med näring till växter och träd som planteras i dessa lager. Där inga växter planteras behöver således ingen växtjord att sköljas ned i det luftiga förstärkningslagret.

10. Helhetsbild av dagvattenhanteringen



Figur 14. Helhetsbild av dagvattenhanteringen inom utredningsområdet. Blåa pilar är tänkta riktningar på flöde

Tabell 10 och Tabell 11 redovisar beräknade dagvattenflöden före och efter exploatering utan åtgärder samt dagvattenflöden efter exploatering med åtgärder. Tabellerna redovisar även vilken regnintensitet, regnets varaktighet och reducerad area som har legat till grund för beräkningarna. Dimensionerande varaktigheten ökar i fallet efter exploatering med dagvattenåtgärder då områdets rinntid ökar på grund av fördröjningen som sker i föreslagna anläggningar. En högre varaktighet på regnet innebär en lägre regnintensitet då regnet är som intensivast i början. Följden blir att dimensionerade flöde vid regntillfället blir lägre när områdets rinntid ökar.

Regnintensitet och motsvarande varaktighet har hämtats från PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport i Stockholm (Stockholm stad, 2017) samt beräknats enligt Dahlström 2010 (Svenskt vatten 2011).

Tabell 10. Flöden före och efter exploatering med reningsåtgärder för ett 10-års regn.

	Före exploatering	Efter exploatering utan åtgärder		Efter exploatering med åtgärder	
	Utan klimatfaktor	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor 1,25	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor 1,25
Dimensionerande varaktighet (min)	10	10	10	36	25
Regnintensitet (l/s,ha)	228	228	285	102	131
Red. area (ha)	0,124	0,128	0,128	0,135	0,135
Flöde (l/s)	28	29	37	14	18

För ett 10-års regn minskar förväntade flödet således från 29 l/s efter exploatering utan dagvattenåtgärder till 14 l/s efter exploatering med åtgärder. Samma jämförelse fast med klimatfaktor på 1,25 för regnet innebär en minskning från 37 l/s efter exploatering utan åtgärder till 18 l/s efter exploatering med åtgärder.

Tabell 11. Flöden före och efter exploatering med reningsåtgärder för ett 30-års regn.

	Före exploatering	Efter exploatering utan åtgärder		Efter exploatering med åtgärder	
	Utan klimatfaktor	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor 1,25	Utan klimatfaktor	Med klimatfaktor 1,25
Dimensionerande varaktighet (min)	10	10	10	20	ca 17
Regnintensitet (l/s,ha)	328	328	410	217	245
Red. area (ha)	0,124	0,128	0,128	0,135	0,135
Flöde (l/s)	41	42	53	29	33

För ett 30-års regn minskar förväntade flödet således från 42 l/s efter exploatering utan dagvattenåtgärder till 29 l/s efter exploatering med åtgärder. Samma jämförelse fast med klimatfaktor på 1,25 för regnet innebär en minskning från 53 l/s efter exploatering utan åtgärder till 33 l/s efter exploatering med åtgärder.

I Tabell 12 och Tabell 13 redovisas föroreningsberäkningar för befintlig situation samt efter exploatering med och utan dagvattenåtgärder. Generellt uppskattas en minskning i belastning och halter med föreslagna dagvattenåtgärder.

Miljövänliga ytskikt för konventionella tak ska dock i största möjliga mån användas för att minska föroreningsbelastningen ytterligare. Till exempel bör omålad galvaniserade plåttak undvikas.

Dagvatten inom fastigheten leds idag till kombinerat system som vid stora regn bidrar till risken för bräddning av orenat avloppsvatten. I framtiden kommer även dagvatten fortsätta att ledas i kombinerat system. Fördröjningen som föreslås enligt åtgärdsnivån *kan* medföra att risken för bräddning av orenat avloppsvatten minskar (om än litet).

Enligt principen om LOD som föreskrivs av Stockholm stad ska dagvattnet inom fastigheten generellt infiltrera till grundvattnet i så stor utsträckning som möjligt. Det saknas förutsättningar att infiltrera till grundvatten inom fastighetens västra sidan, då marken enligt geotekniska undersökningar består av berg i dagen och medför mycket begränsade infiltrationsmöjligheter. Inför eventuell infiltration av dagvatten på fastighetens övriga ytor (som inte består av berg i dagen) bör föroreningsituationen bedömas/undersökas för att säkerställa att infiltrationen inte orsakar förorenings spridning, eftersom markföroreningar påträffats i en översiktlig undersökning med provpunkter i närheten (SWEKO, 2019).

Tabell 12 - Föroreningsbelastning i dagvatten före och efter exploatering (kg/år).

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder	Planerad situation med dagvattenåtgärder
Fosfor (P)	kg/år	0,098	0,13	0,037
Kväve (N)	kg/år	1,1	1,0	0,41
Bly (Pb)	kg/år	0,0021	0,0021	0,00037
Koppar (Cu)	kg/år	0,010	0,0069	0,0023
Zink (Zn)	kg/år	0,019	0,022	0,0027
Kadmium (Cd)	kg/år	0,00041	0,00059	0,000044
Krom (Cr)	kg/år	0,0040	0,0033	0,00074
Nickel (Ni)	kg/år	0,0032	0,0035	0,00092
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,000018	0,0000052	0,0000038
Suspenderad substans (SS)	kg/år	13	18	4,1
Olja	kg/år	0,26	0,048	0,015
PAH16	kg/år	0,00024	0,00033	0,00011
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,000012	0,0000088	0,0000031
Antracen	kg/år	0,0000110	0,0000084	0,0000025

Tabell 13 - Föroreningshalter i dagvatten före och efter exploatering ($\mu\text{g/l}$).

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder	Planerad situation med dagvattenåtgärder
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	120	150	60
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1400	1200	670
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	2,6	2,5	0,61
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	13	8,3	3,7
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	23	26	4,3
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,52	0,71	0,072
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	5,0	4,0	1,2
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	4,0	4,2	1,5
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,023	0,0062	0,0048
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	16 000	22 000	6600
Olja	$\mu\text{g/l}$	330	57	25
PAH16	$\mu\text{g/l}$	0,30	0,40	0,18
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,016	0,011	0,005
Antracen	$\mu\text{g/l}$	0,014	0,010	0,0041

Tabell 14 - Sammanställning av föreslagna dagvattenanläggningar

Föreslagen anläggning	Fördröjning (m ³)
Gröna tak och växtbäddar	6
Underjordiskt fördröjningsmagasin som utgörs av luftigt förstärkningslager eller skelettjord	21
Totalt	27

Erforderlig fördröjningsvolym enligt stadens riktlinjer har beräknats till 27 m³ enligt kapitel 6.1. Föreslagna anläggningars totala fördröjningsvolym har uppgår till 27 m³ (Tabell 14).

Sammantaget uppfyller kvarteret, med föreslagna dagvattenåtgärder, Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm fördröjning per kvm hårdgjord yta samt att rening ska vara mer långtgående än sedimentation.

Med de föreslagna dagvattenåtgärderna bedöms fastigheten ha goda förutsättningar för att bidra positivt (om än litet) till att uppnå miljö kvalitetsnormer (MKN) i Strömmen för samtliga (aktuella för utredningsområdet) ämnen.