

UPPDRAG PM Dagvattenhantering Humlegårdsmästaren Östermalm, Stockholm Stad	GRANSKAD AV Hedvig Sack	DATUM 20210507 20221005 20221115 20230202
UPPDRAGSNUMMER 21016 Dagvatten PM	UPPRÄTTAD AV Zandra Lundgren	

Dagvattenhantering Humlegårdsmästaren 4-5

Dagvatten PM



Innehåll

Innehåll

1	Inledning.....	3
1.1	Bakgrund och syfte.....	3
1.2	Avgränsning	4
1.2	Underlag och källor	4
2	Förutsättningar	4
2.1	Områdesbeskrivning	4
2.2	Planerad bebyggelse	5
2.3	Geotekniska förutsättningar	6
2.4	Befintlig dagvattenavrinning	6
2.5	Recipient och miljö kvalitetsnormen.....	7
2.6	Översvämningrisk.....	8
3	Beräkningar	9
3.1	Markanvändning	9
3.2	Dagvattenflöde före/efter exploatering	10
3.3	Fördröjningsvolym	12
3.4	Föroreningar	15
3.5	Förslag till dagvattenhantering	16
3.6	Exempel på dagvattenanläggningar	17
3.7	Skyfall	19
4	Slutsats.....	20
5	Begreppsförklaring för dagvattenhantering	20

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

På Östermalm i Stockholm stad planerar Fastighets AB Virtousen 4 och Fastighets AB Virtousen 5 för utbyggnad av kvarteret Humlegården 4 och 5. Utbyggnaden kommer att bidra till flera bostäder. Fastigheterna ligger centralt vid korsningen Karlavägen/Sturegatan, nära Humlegårdsparken med närhet till kollektivtrafik. Planområdet ingår även i riksintresse för kulturmiljövård Stockholms innerstad med Djurgården.

Benämningen dagvatten används för vatten som rör sig från den plats där det landar som regn eller snö och fram till det att det når ett naturligt vattendrag i form av grundvattnet i marken, bäckar, sjöar, havet eller liknande. Dessa vattendrag kallas även recipienter. Dagvattenhantering är en viktig fråga för den långsiktiga hållbarheten i våra städer. Klimatförändringarna förväntas medföra både havsnivåhöjningar och såväl ökad regnintensitet som fler svåra regnoväder, vilket ger större volymer vatten att hantera i städerna. Dagvattenhanteringen har stor inverkan på hur mycket föroreningar som når våra vattendrag, sjöar och hav. Stockholms stad vill verka för att rena dagvattnet så nära källan som möjligt, för att på så sätt förbättra förutsättningarna för välmående recipienter.

Detta PM syftar till att utreda dagvattensituationen för fastigheterna före och efter exploateringen. Fastigheterna är idag direkt anslutna till det kommunala kombinerade ledningsnätet och saknar LOD (lokalt omhändertagande av dagvatten), en prioriterad fråga vid ombyggnadsprojekt är förbättringsåtgärder för dagvattenhanteringen.

Utredningen beskriver hur flöden och föroreningar från området påverkar omgivningar och recipient och hur planområdet kan påverkas av skyfall. Utredningen ska visa hur fastigheterna följer Stockholms Stads krav och riktlinjer när det gäller hanteringen av dagvatten. Dagvattenstrategin och dagvattenutredningen har bland annat följande mål:

- Tillförseln av föroreningar till det kombinerade ledningssystemet ska begränsas.
- Dagvatten ska tas om hand så nära källan som möjligt.
- Vid ombyggnad ska dagvattenhanteringen anpassas på ett hållbart sätt för framtida högre flöden.
- Dagvattenanläggningar ska utföras och placeras så att de inte medför olägenheter för byggnader och/eller omgivningen.
- Identifiera lågpunkter/instängda områden och föreslå åtgärder vid extrema regn.

1.2 Avgränsning

Vid val av dagvattenlösning presenteras förslag på fördröjningsmetoder och rening men i detta skede utförs ingen projektering.

1.2 Underlag och källor

För området finns följande texter som legat till underlag för detta dagvatten PM

- Checklista till förenklade dagvattenutredningar för kvartersmark som del av detaljplan, Stockholm Stad 2019-09-27
- Dagvattenhantering Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation, Stockholm Stad 2016
- Dagvattenhantering Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse, Stockholm Stad 2016
- Stockholms koppartak – kulturarv och föroreningskälla, Miljöförvaltningen Stockholms Stad 2003

Övriga underlag och dimensioneringsförutsättningar:

- VISS- Vatteninformationssystem Sverige
- Stormtac, version **Web v20.2.2**
- Svenskt Vatten publikation, P110
- He, W., Odnevall Wallinder, I. och Leygraf, C., 2001a. A comparison between corrosion and runoff rates from new and aged copper and zinc as roofing material. Water, Air and Soil Pollution: Focus vol.1, nr 3-4.
- Forskning kring korrosionslära vid KTH, Stockholm, se www.corrosionscience.se och där angivna referenser.
- Hedberg m.fl., 2014. Surface-rain interactions: Differences in copper runoff for copper sheet of different inclination, orientation, and atmospheric exposure conditions.

2 Förutsättningar

2.1 Områdesbeskrivning

Fastigheterna ligger på Östermalm och området utgörs av citybebyggelse.



Figur 1. Flygbild över planområdet. Planområdet markerat med gult (eniro.se).



2.2 Planerad bebyggelse

Den planerade tillbyggnaden är en bostadsbyggnad som kommer placeras på den befintliga gården i kvarteret Humlegårdsmästaren 4. Bostadsbyggnaden beräknas bidra med 10-20 bostäder. Den befintliga fastigheterna idag inrymmer både bostäder och kontor samt källare.

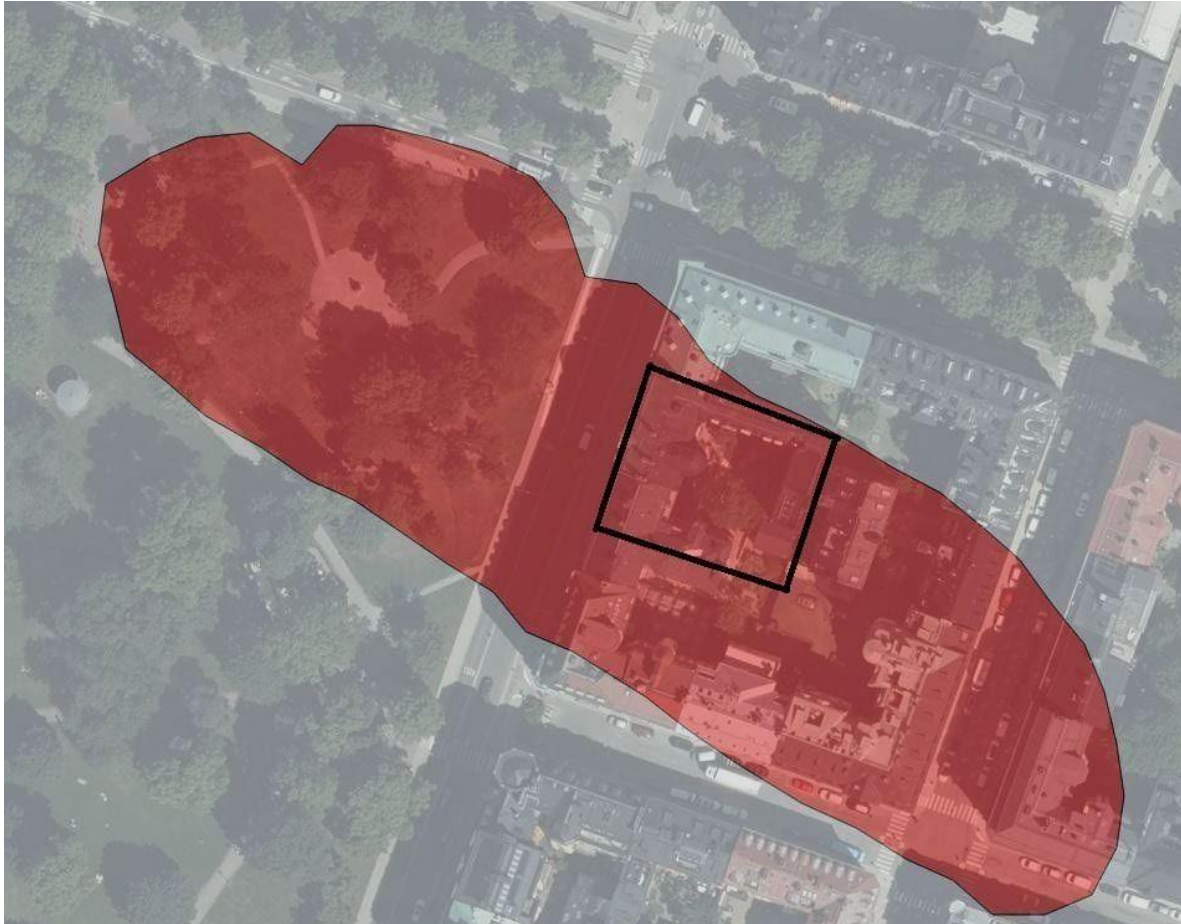
Tillbyggnaden kommer placeras enligt gul markering i figur 2. På gården kommer det att tillkomma ett vindskydd för cyklar samt umgängesytor, man planerar även att förnya planteringarna på gårdarna.



Figur 2. Gul markering redovisar tillbyggnadens placering.

2.3 Geotekniska förutsättningar

I dagsläget saknas geoteknisk utredning på fastigheten. Jordartskartan från SGU påvisar att marken till större delen består av Urberg (röd färg), resterande mark runt omkring är fyllnad (genomskinlig färg). Detta medför att den naturliga perkolförskågan för området är begränsad dock kan viss infiltration ske i fyllnadsmaterialet.



Figur 3. Jordkarta från SGU. Fastighet markerad i svart.

2.4 Befintlig dagvattenavrinning

Fastigheterna har idag inget lokalt omhändertagande av dagvatten, avrinningen från området samlas upp via brunnar och ledningar i marken och passerar sedan källaren i huset innan det ansluts till det kommunala kombinerade ledningsnätet. Stuprören mot gården har tidigare varit utkastare men på grund utav problem med inläckage av vatten till källaren så har man nyligen anslutit stuprören till täta ledningar i marken samt lagt ny dränering.

2.5 Recipient och miljö kvalitetsnormen

Planområdet ligger inom Strömmens tekniska avrinningsområde. Strömmen är ett kustvatten tillhörande norra Östersjöns distrikt. Strömmen är en vattenförekomst enligt EU:s vattendirektiv (EU ID: SE657834-162783), vilket innebär att den omfattas av miljö kvalitetsnormer. En översikt över statusklassning och miljö kvalitetsnormer visas i Tabell 1.

Strömmens ekologiska status är idag otillfredsställande (VISS, 2022-12-01). Faktorer som gör att ekologisk status inte uppnås är fysisk (hydromorfologisk) påverkan på grund av den hamnanläggning för sjöfart som finns i vattenförekomsten. Enligt beslutade miljö kvalitetsnormer (VISS, 2021-12-20, förvaltningscykel 3) ska tillfredsställande ekologisk status uppnås till år 2039. Vattenförekomsten är undantagen från kravet att nå god ekologisk status på grund av påverkan från hamnanläggningen. Dock ska bästa möjliga ekologiska status som kan åstadkommas med rimliga åtgärder uppnås i vattenförekomsten. Andra ekologiska kvalitetsfaktorer som ej uppnår god status är växtplankton (otillfredsställande), näringsämnen (dålig), koppar (måttlig), zink (måttlig) och icke-dioxinlika PCB:er (måttlig). Kvalitetsfaktorerna näringsämnen och växtplankton uppnår ej god status bland annat på grund av betydande påverkan från urban markanvändning. Åtgärder som minskar utsläppen från urbana områden ska genomföras så att god status kan uppnås med tidsfrist 2027.

Den kemiska statusen är idag ej god (VISS, 2022-06-21). Ämnen som inte uppnår god kemisk status i vattenförekomsten är Perfluoroktansulfon (PFOS), bromerad difenyleter, kadmium och kadmiumföreningar (Cd), bly och blyföreningar (Pb), antracen, tributyltennföreningar (TBT), kvicksilver och kvicksilverföreningar (Hg) samt fluoranten.

Kvicksilver och bromerade difenyleterar överskrider gränsvärdet i samtliga Sveriges vattenförekomster på grund av atmosfärisk deposition, dessa ämnen har fått undantag i form av mindre strängt krav med skäl att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna till nivåer som motsvarar god kemisk status. Övriga ämnen ska enligt beslutade miljö kvalitetsnormer (VISS, 2021-12-20, förvaltningscykel 3) uppnå god kemisk status med förlängd tidsfrist till 2027. Dessa ämnen omfattar:

- PFOS (senare målår, 2027)
- Antracen (förlängd tidsfrist, 2027)
- Kadmium och kadmiumföreningar (förlängd tidsfrist, 2027)
- Fluoranten (förlängd tidsfrist, 2027)
- Bly och blyföreningar (förlängd tidsfrist, 2027)
- Tributyltennföreningar (förlängd tidsfrist, 2027)



Figur 4. Översikt Strömmen.

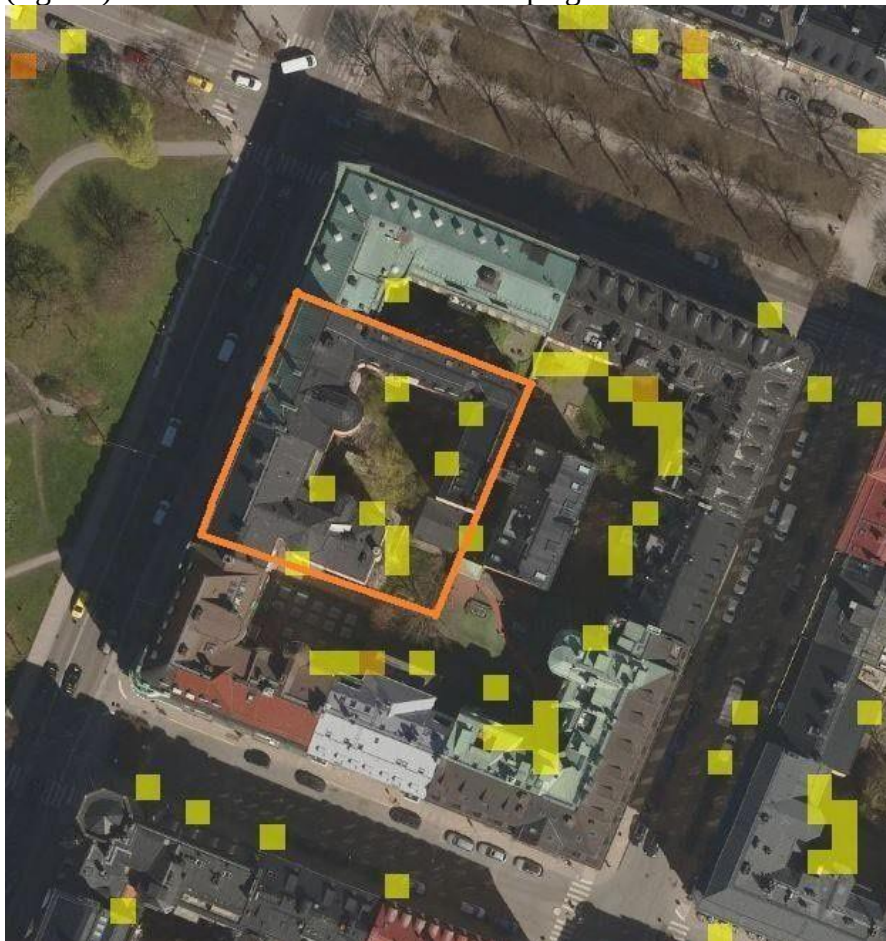
Tabell 1 MKN och status i recipienten Strömmen.

RECIPIENT	Ekologisk status	Kvalitetskrav	Kemisk status	Kvalitetskrav
STRÖMMEN	Otillfredsställande	Otillfredsställande ekologisk status 2039	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus

Uppgifter hämtade från VISS 2022-11-11

2.6 Översvämningrisk

Enligt Stockholm stads karteringsunderlag föreligger det låg risk för översvämningar på grund av kraftig nederbörd i nära anslutning till kvarteret. Det finns inget tillkommande vatten från andra kvarter, dock är innegården instängd vilket innebär att vid skyfall samlas vattnet i lågpunkter på gården vilket kan orsaka skador på fasad/risk för inträngande vatten i portar. Skyfallskarteringen (figur 5) redovisar att det finns områden på gården där det kan ansamlas regn mellan 0,1-0,3 m.



Figur 5. Översvämningsskartering, Stockholm stad. Fastighet markerad i orange.



Figur 6. Förklaring av lager för skyfallskartering från Stockholm stad.

3 Beräkningar

3.1 Markanvändning

Fastigheternas markanvändning har karterats från flygfoto och från föreslagen exploatering. För att beräkna hur mycket dagvatten som avrinner från en yta används avrinningskoefficienter baserade på mätningar från liknande ytor. Majoriteten av regntillfällena under ett år består av lågintensiva regn. Vid lågintensiva regn avrinner en lägre procentuell del av regnet som faller på en yta än vid kraftiga regn. För beräkning av de föroreningar som transporteras från ett område via dagvattnet används årsmedelflödet 630 mm. Det kan antas att majoriteten av de regntillfällena som bidrar till avrinningen för beräkning av föroreningarna har en relativt låg avrinningskoefficient. Avrinningskoefficienten för beräkning av föroreningstransporterna benämns volymsavrinningskoefficient och förkortas, φ_v .

Ledningssystemen ska klara av att ta om hand om kraftigare regntillfällen där en större andel av regnet som faller på ytan väntas rinna av från ytan. Vid flödesberäkningarna används en högre avrinningskoefficient som här benämns φ_f .

I ett område där lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) tillämpas, leds huvuddelen av de hårdgjorda ytorna först till någon form av renings- och fördröjningsanläggning innan det renade och flödesdämpade dagvattnet leds vidare till det kommunala ledningssystemet. För att bedöma hur stora flöden som leder ut från ett område med LOD har avrinningskoefficienter bedömts utifrån hur stor andel som rinner ut från området efter att fördröjning skett.

Tabell 2. Områdets markanvändning i nuläget och efter exploateringen.

Typ	Area nuläge (ha)	Area efter exploatering (ha)
Tak	0,0881	0,1037
Koppartak	0,0136	0,0136
Bostadsgård	0,0603	0,0432
Sedumtak		0,0015
Totalt	0,1620	0,1620

3.2 Dagvattenflöde före/efter exploatering

Dimensionerande flöden beräknas enligt rationella metoden.

$$q_{\text{dim}} = i \cdot \phi \cdot A$$

q_{dim} = Dimensionerande flöde, l/s

i = Regnintensitet vid dimensionerande varaktighet (l/s · ha)

ϕ = Avrinningskoefficient

A = Area, ha

Rinntiderna till anslutningspunkterna vid befintlig situation och framtida situation utan LOD har beräknats understiga 10 minuter. Samtliga dimensionerande flöden efter exploatering har beräknats med en klimatfaktor 1,25. Dimensionerande regnvaraktighet för fylld ledning har beräknats för ett 10-års regn med varaktighet i 10 minuter. Kravet för utredningen är att dimensionera dagvattensystem i enighet med svenskt vattens publikation P110. Val av avrinningskoefficienter, dimensionerande regn och klimatfaktor enligt punkterna/tabell nedan.

- Dimensionerande regn är 10-års regn med varaktighet i 10 minuter.
- Klimatfaktor på 1,25.

Tabell 3. Avrinningskoefficienter

Typ	Avrinningskoefficient ϕ_v
Tak	0,9
Bostadsgård	0,7
Sedumtak	0,5

Befintliga flöden för fastigheterna före exploatering vid ett 10 års regn med 10 minuters varaktighet

Tak	228 l/s*ha	* 0,0881 ha * ϕ 0,9 = 18,1 l/s
Koppartak	228 l/s*ha	* 0,0136 ha * ϕ 0,9 = 2,8 l/s
Gård	228 l/s*ha	* 0,0603 ha * ϕ 0,7 = 9,6 l/s
$q_{\text{dim}} = A \cdot \phi \cdot i (t_r)$		Summa = 30,5 l/s
Motsvarande flöden vid andra årsregn:		
2 årsregn = 17,9 l/s		
20 årsregn = 38,2 l/s		
100 årsregn = 65,3 l/s		

Dimensionerande förutsättningar för fastigheterna innan LOD-åtgärder efter exploatering vid ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet utan klimatfaktor 1,25

Tak	228 l/s*ha	* 0,1037 ha * φ 0,9 = 21,3 l/s
Koppartak	228 l/s*ha	* 0,0136 ha * φ 0,9 = 2,8 l/s
Gård	228 l/s*ha	* 0,0432 ha * φ 0,7 = 6,9 l/s
Sedumtak	228 l/s*ha	* 0,0015 ha * φ 0,5 = 0,2 l/s
$q_{\text{dim}} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r)$		Summa = 31,1 l/s
Motsvarande flöden vid andra årsregn: 2 årsregn = 18,3 l/s 20 årsregn = 39,1 l/s 100 årsregn = 66,6 l/s		

Dimensionerande förutsättningar för fastigheterna innan LOD-åtgärder efter exploatering vid ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet samt med klimatfaktor 1,25

$$q_{\text{dim}} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k_f$$

där: q_{dim} = dimensionerande flöde[l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s · ha]

t_r = regnets varaktighet, som i rationella metoden är lika med områdets koncentrationstid, t_c

k_f = klimatfaktor

Tak	228 l/s*ha	* 0,1037 ha * φ 0,9 * 1.25 = 26,7 l/s
Koppartak	228 l/s*ha	* 0,0136ha * φ 0,9 * 1.25 = 3,5 l/s
Gård	228 l/s*ha	* 0,0432 ha * φ 0,7 * 1.25 = 8,6 l/s
Sedumtak	228 l/s*ha	* 0,0015 ha * φ 0,5 * 1.25 = 0,2 l/s
$q_{\text{dim}} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r)$		Summa = 39,1 l/s
Motsvarande flöden vid andra årsregn: 2 årsregn = 17,1 l/s 20 årsregn = 48,9 l/s 100 årsregn = 83,4 l/s		

Beräkningarna visar att flödet ökar efter exploateringen med 0,6 l/s samt 8,6 l/s (med klimatfaktor). Anledningen till ökningen av dagvattenflödet är på grund av att en del av gården blir takyta samt tillägg av klimatfaktor.

3.3 Fördröjningsvolym

Beräkningarna av dimensionerande utjämningsvolym utförs enligt ekvation 2.

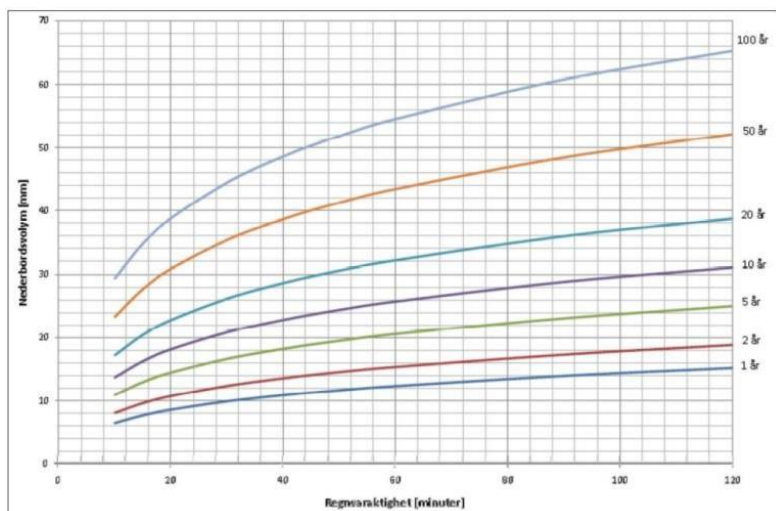
$$V = 20 \text{ mm} \cdot \text{Reducerad area (Ekvation 2)}$$

Där V är den volym (liter) som skall fördröjas och renas. Reducerad area (m²) baseras på den förändrade arean, multiplicerad med avrinningskoefficienten.

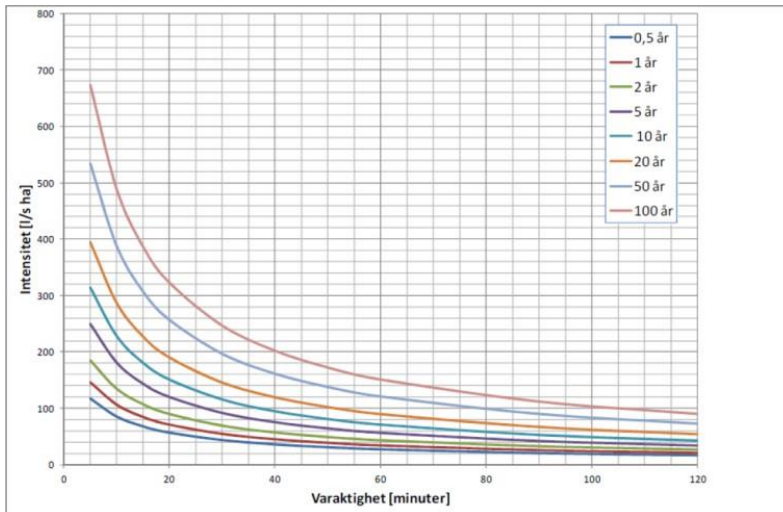
Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Stockholms stads åtgärdsnivå enligt dessa mått ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet. Fördrojning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs.

För ett 10-årsregn har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 25 minuter (se Figur 7). Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 8) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar.

För ett 20-årsregn blir motsvarande tid cirka 15 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Stockholms stads åtgärdsnivå vid ett 20-årsregn. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 15 minuter till planområdets rinntid.



Figur 7. Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (från Dahlström (2010)).



Figur 8. Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström (2010).

De befintliga och planerade flöden är beräknade med 10 min varaktighet eftersom det är den lägsta rekommenderade varaktigheten vid flödesberäkningar. Dagvattenflödet efter 20 mm fördröjning är beräknad med 25 minuters varaktighet eftersom ytterligare 15 minuter har adderats för att kompensera för tiden det tar för 20 mm nederbörd att falla vid ett 20- årsregn.

Nedan presenteras beräkningar på den volymen som antas kunna fördröjas på fastigheterna. Tak som lutar ut mot kommunalmark (koppark 136 m² och plåttak 150 m²) är inte med i beräkningarna då det bedöms vara svårt att ansluta dom stuprören in mot gårdens dagvattenanläggningar.

Plåttak; 731 m²

Gårdens area; 432 m²

Tillbyggnadens area; 156 m²

Cykeltaket; 15 m²

Total m² = 1334 m²

Sammanlagd avrinningskoefficient; 0,8

Reducerad area; 1334 m² * 0,8 = 1067 m²

1067 * 0,020 = 21 m³

Beräkna dimensionerande varaktighet för regn $t = t_f + t_r = 10 + 15 = 25$ min

Beräkna dimensionerande regnintensitet ($t=25$) = 164 l/s/ha

Dagvattenflöde efter fördröjning

$[q_{dim} = A_{red} \cdot i(t=25) = 1067 \cdot 164 = 17 \text{ l/s}]$

Beräkningarna visar att dagvattenflödet efter fördröjning vid ett 10 års regn med klimatfaktor på 1,25 skulle bli **24,4 l/s** (17 l/s + det ofördröjda taket mot kommunal mark 7,4 l/s) vilket innebär en minskning med 6,1 l/s om man jämför med dagens situation.

3.4 Föroreningar

Den stora föroreningsfrågan är fastighetens befintliga koppartak. Takets totala yta med koppar uppskattas vara 136 m². Resterande av taket bedöms vara plåttak. Det finns inga tydliga verktyg för att beräkna exakta föroreningshalter från koppar då metallen beter sig olika vid varierande förhållanden. Beroende på hur koppar exponeras för sol, vind, vatten och luftföroreningar variera föroreningarna i dagvattnet. He m fl (2001b) utförde en undersökning som visat att kopparmetall som har en fullt utvecklad patina kan ha högre avrinningshastighet än metall som inte exponerats i atmosfären och därmed inte utvecklat något korrosionsskikt. Efter 48 veckors exponering uppmättes avrinningen av koppar till 1,3 g/m² (ny), 2,1 g/m² (40år) och 1,9 g/m² (100år). Resultatet kan bero på att en äldre patina kan ha högre porositet än en korrosionsyta med lägre ålder. Detta visar att föroreningsavrinningen från ett koppartak är som störst efter cirka 40 år samt att ett nytt tak har som lägst föroreningsavrinning.

En annan studie (*Forskning kring korrosionslära vid KTH*) visar att den mängd koppar som frigörs från tak på helt regnexponerade tak är i storleksordningen 1 g/ m² och år. Mätningar utförda på avrinning från kopparmaterial visar att läckaget av koppar som lagts i 90° lutning från horisontalplanet är mindre än motsvarande areal av koppartak. Enligt mätningarna avger en kopparfasad som ligger i 90° lutning från horisontalplanet årligen under de första fyra åren ca 0,4-0,5 g Cu/m². Mätningarna visar även att koncentrationen minskar med tiden, vilket tillskrivs att kopparn bildar en skyddande patina. Att ändra vinkeln på kopparbandet minskar således föroreningsavrinningen av koppar markant.

Takytan med koppar lutar mot kommunens mark där stuprören ansluter direkt på kommunalledning. Det bedöms inte vara möjligt att dra stuprören igenom det befintliga huset till någon av dagvattenanläggningarna därför kommer inte åtgärder att föreslås.

Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningarna har utförts med hjälp av dagvatten- och recipientmodellen StormTac version v 20.2.2. Beräkningarna i modellen baseras på schablonhalter som sammanställts från mätningar i dagvatten från olika typer av områden och representerar ett medelvärde från liknande markanvändning. I själva verket kan föroreningshalterna och mängderna från samma typ av markanvändning variera kraftigt. Reningseffekterna i programmet utgår från en sammanställning av reningseffekter som uppmäts i ett antal befintliga anläggningar och kan variera i samma typ av anläggning. Resultaten i beräkningarna skall därför inte ses som exakta tal utan som en anvisning om hur exploateringen kommer att kunna påverka föroreningstransporterna från området vid valt scenario.

Belastning före tillbyggnad har beräknats som; *Takyta, gård inom kvartersmark, koppartak*
Belastning efter tillbyggnad har beräknats som; *Takyta, gård inom kvartersmark, grönt tak, koppartak*
Belastning efter tillbyggnad med lod har beräknats som; *Takyta, gård inom kvartersmark, grönt tak, regnväxtbädd, översilningsyta, koppartak.*

I beräkningarna så är endast tak som lutar in mot gården/gårdens dagvatten ansluten till dagvattenanläggningarna. Dagvattenanläggningarna är beräknade enligt fördröjningsbehovet (21 m3). Koppartaket anses inte vara möjligt att ansluta till en dagvattenanläggning därför är inte den ytan medräknad.

Tabell 4. Summerad mängd belastning kg/år på hela fastigheterna beräknat på 10-årsregn.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Belastning före utbyggnad	0,063	1,2	0,0030	0,25	0,044	0,00035	0,0064	0,0026	17	0,012
Belastning <i>efter</i> utbyggnad	0,059	1,2	0,0033	0,25	0,049	0,00039	0,0072	0,0029	17	0,012
Belastning <i>efter</i> utbyggnad med rening/fördrojning	0,034	0,63	0,0026	0,25	0,042	0,00036	0,0020	0,0023	13	0,011

Tabell 5. Summerad halt belastning ug/l på hela fastigheterna beräknat på 10-årsregn.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	baP
Belastning <i>före</i> utbyggnad	88	1700	4,2	19	61	0,49	8,9	3,6	24000	16
Belastning <i>efter</i> utbyggnad	78	1700	4,3	19	65	0,52	9,6	3,8	23000	15
Belastning <i>efter</i> utbyggnad med rening/fördrojning	32	810	0,85	19	9,1	0,050	2,7	0,70	5300	0.99

Fastigheternas dagvatten leds idag primärt till brunnar som ansluts direkt på det kombinerade ledningssystemet. En viss infiltration sker i dom planteringsytor som finns idag, det anses dock endast vara det som regnar direkt på planteringsytan och därför har det i föroreningsberäkningarna antagits att fastigheterna idag inte har LOD.

3.5 Förslag till dagvattenhantering

3.4.1 Tak

Dagvattnet från taken som lutar in mot gården leds med stuprörsutkastare och rännalsplattor till nedsänkta regnväxtbäddar/torrdamm.

3.4.2 Koppartak

Koppartaket lutar ut mot kommunalmark, det finns ingen möjlighet att leda dagvattnet till någon dagvattenanläggning på gården därför föreslås det inga åtgärder för det taket.

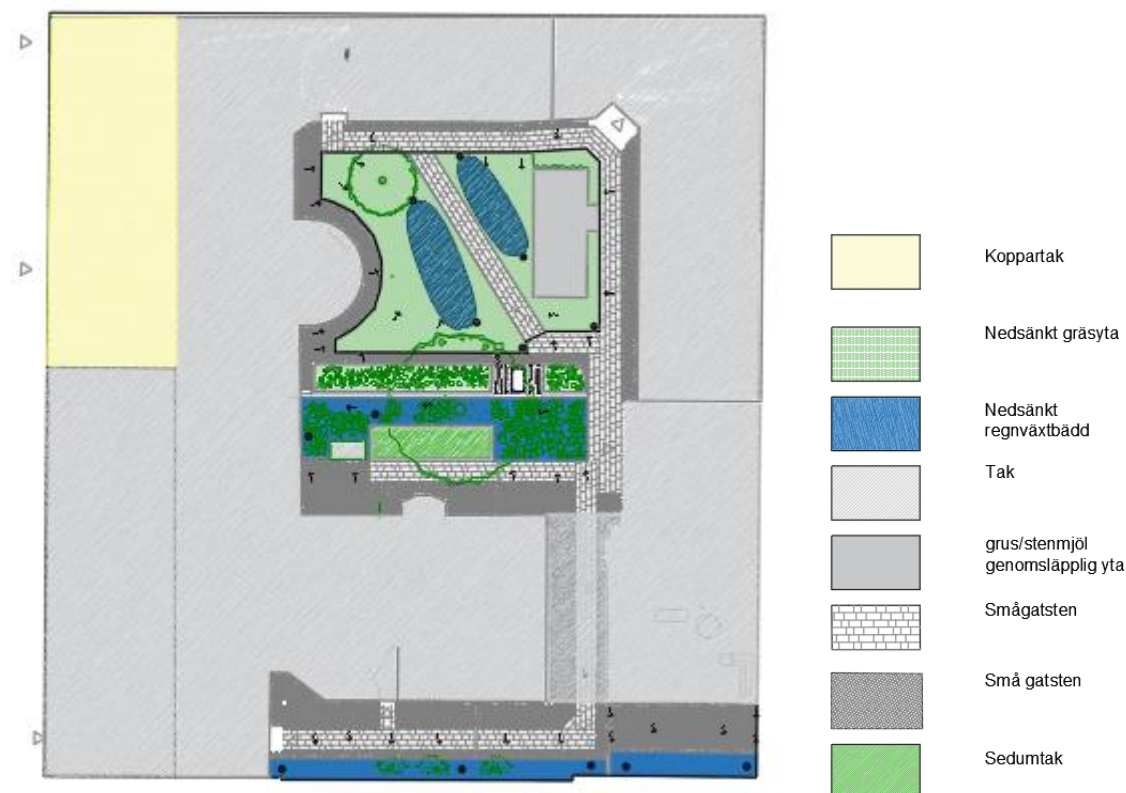
3.4.3 Bostadsgård

Dagvattnet som hamnar på humlegårdsmästarens 5 gård leds till nedsänkta gräsytor. Dagvattnet från humlegårdsmästarens 4 gård leds till en nedsänkt regnväxtbäddar. Tak för cykelvindskyddet utförs med sedumtak.

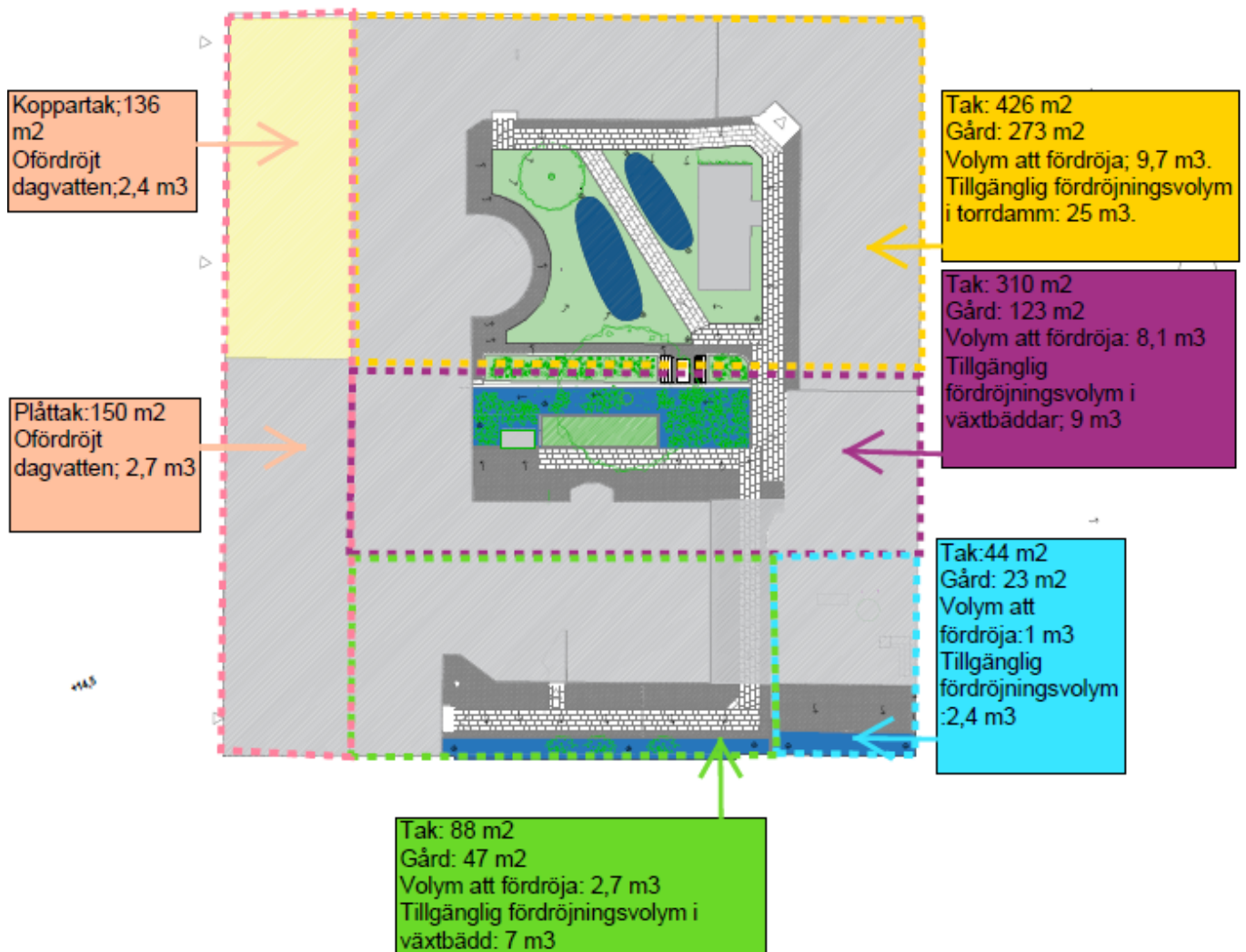
3.4.4 Tillbyggnad

Dagvattnet från tillbyggnadens tak norrut leds via ledning till regnväxtbädden på Humlegårdsmästarens 4 gård. Det södra taket leds till en nedsänkt regnväxtbädd på södra sidan.

I figur 9 redovisas föreslagen placering av dagvattenanläggningarna samt teckenförklaring för dom olika ytorna. I figur 10 redovisas anslutande ytor till varje dagvattenanläggning samt dagvattenanläggningarnas bedömda kapacitet.



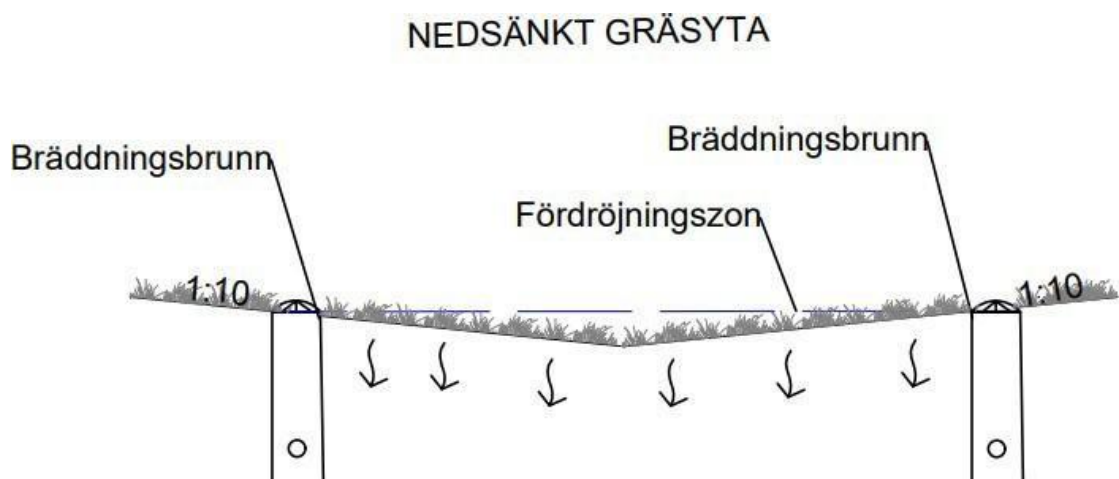
Figur 9. Förslag på placering av dagvattenanläggningar med teckenförklaring.



Figur 10. Beräkning av anslutande ytor för fördröjnings av dagvatten.

3.6 Exempel på dagvattenanläggningar

3.5.1 Nedsänkt gräsyta



Figur 11. Nedsänkt gräsyta, Novaterra AB

Vatten från hårdgjorda ytor avleds till gröna nedsänkta ytor där vattnet kan infiltrera ner i marken och renas. En nedsänkt grönyta ligger lägre än omkringliggande ytor vilket tillåter vatten att tillfälligt stå på ytan vid intensiva regn. Volymen över markytan fungerar då som ett ytterligare utjämningsmagasin.

Reningsgrad och magasinets kapacitet bestäms av djup på poröst lager och infiltrationshastighet. Vattnet bör rinna ut över grönytan på bred front och det är därför bäst om det inte finns någon kantsten mellan den hårdgjorda ytan och grönytan. Grönytan är mest effektiv om gräsväxten är tät och om ytlagret är genomsläppligt. Om genomsläppligheten på ytan är låg kan slitage uppstå och dessutom behövs större ytor. Grönytor kan minska metallföroreningar och näringsämnen.

3.5.2 Infiltrerande växtbäddar/regnbäddar



Figur 12. Nedsänkt regnväxtbädd.

Växtbäddar/biofilter kan användas som fördröjningsmagasin för att ta hand om dagvatten från hårdgjorda ytor såsom gångytor och tak. Växtbädden bör göras något nedsänkt för att möjliggöra en extra magasinvolym på ytan. I växtbädden placeras en bräddningsbrunn för att säkerställa en så kallad säker bräddning vid intensiva regn.

Tjockleken hos det övre bevuxna lagret bör vara 0,5 m och tjockleken på det underliggande gruslagret måste vara minst 30 cm. Fördelen med växtbäddar/biofilter är att de dämmer vattnet och skapar ytterligare utjämningsvolym utöver det underliggande stenkrossmaterialet.

Takdagvatten som leds till växtbädden med utkastare bör avledas med rännalsplattor, utkastaren bör vara minst 20 cm lång för att undvika vattenstänk på fastigheten.

3.5.3 Sedumtak

Vegetationsklädda tak brukar indelas i tunna och tjocka tak, med övergångsformer däremellan. Indelningen görs med utgångspunkt från jordlagrets tjocklek och behovet av skötsel. Tjocka gröna tak brukar anläggas med en mäktighet på ca 100 mm och tunna tak är runt 50 mm. Tjocka gröna tak har således kapacitet att utjämna en större volymnederbörd och de har även en lägre avrinningskoefficient. Vid anläggande av grönt tak så rekommenderas det en minsta taklutning på 1-2 %

I beräkningarna för detta projekt har man valt att räkna på ett tunt grönt tak, anledningen till det är att tjocka gröna tak som är inte brandklassade. Om man skulle vilja lägga ett tjockare gröna tak som kan omhänderta mera vatten men då behöver det säkerställas att dom klarar brandklassningarna.



Figur 13. Exempelbilder på tunt grönt tak (till vänster) och tjockt grönt tak (till höger)

3.7 Skyfall

Vid större regn som ledningarna och magasinerna inte är dimensionerade för så kommer vatten att rinna på ytan till närmsta lågpunkt. I detta kvarter kan vattnet inte rinna ut på kommunalmark då området är instängt. Därför har projektet kollat noggrant på hur skyfallet kan magasineras på gården för att undvika att vatten rinner in i portarna.

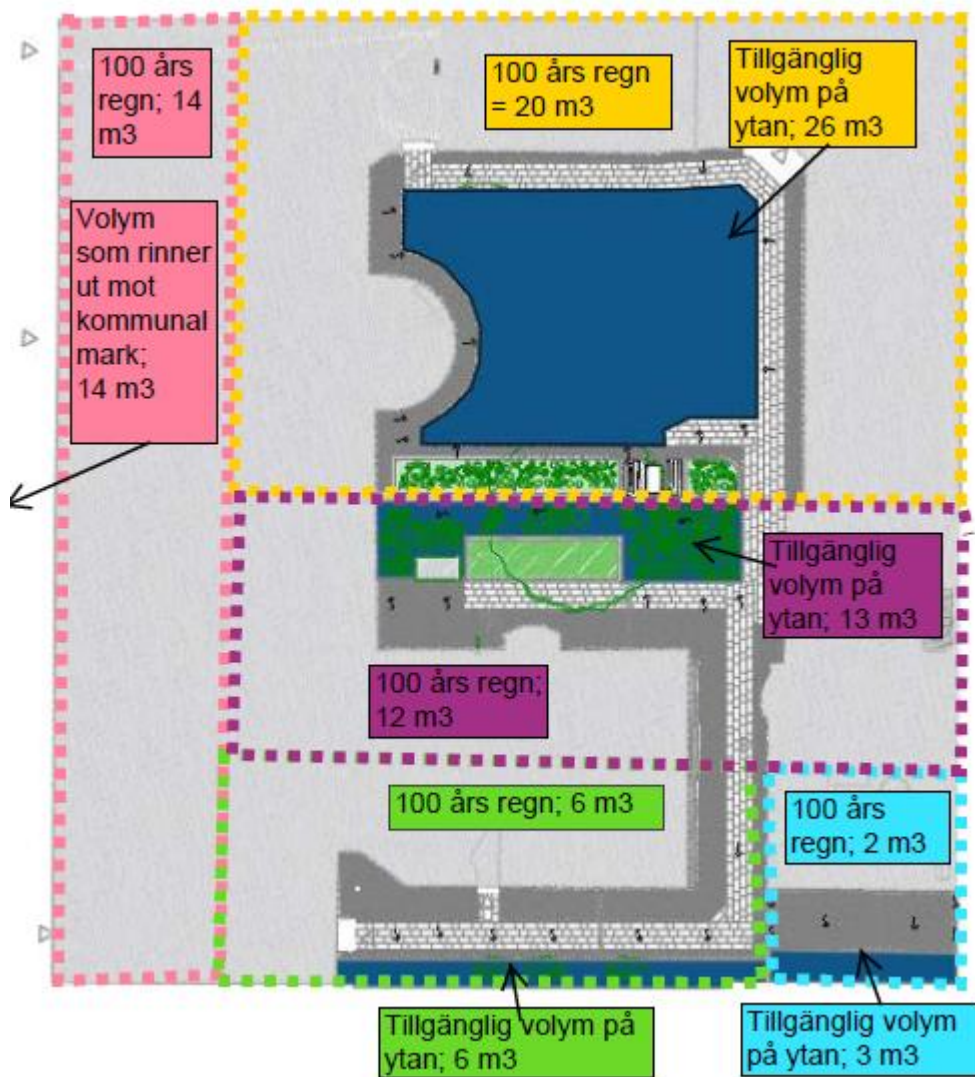
Det föreslås att marken höjdsätts så att ytorna från fasaden lutar mot dem nedsänkta grönyterna samt dem nedsänkta regnväxtbäddarna där det är möjligt att magasinera på ytan. Det bedöms vara möjligt att magasinera totalt; **48 m³**.

Vid ett 100 års regn med 10 minuters varaktighet (488 l/s*ha) bedöms det bildas **40 m³** vatten totalt på gården. I figur 12 redovisas ytor/lågpunkter där vattnet samlas vid ett 100 års regn, i figur 13 redovisas vilka ytor som rinner mot lågpunkterna.

Detta behöver följas upp i detaljprojekterings skede där man studerar höjdsättning samt dagvattenanläggningarna i detalj. Utredningen bedömer dock att det finns möjlighet att omhänderta ett 100 års regn (skyfall) ytligt på gården.



Figur 14. Ytor färgade i blått redovisar områden där det kan stå vatten vid skyfall.



Figur 15. Uppskattade avrinningsområden vid skyfall samt uppskattad volym för varje yta/lågpunkt.

4 Slutsats

Dagvattenutredningen visar att det finns goda möjligheter att kunna omhänderta och fördröja dagvatten från fastigheterna. I utredningen så föreslås det att dem befintliga planteringar blir nedsänkta regnväxtbäddar samt att dem befintliga gräsytor blir skålade torrdammar. Genom att göra dessa åtgärder så kan man på så sätt omhänderta dagvatten samt samla upp skyfall.

För att följa Stockholm stads åtgärdsnivå ska 20 mm av dom hårdgjorda ytorna fördröjas innan det ansluts på det kommunala kombinerade ledningssystemet. I dagvattenutredningen har det beräknats att gården samt taket som lutar in mot gården leds ytligt till dagvattenanläggningarna. I ett senare detaljprojekteringsskede behöver det utredas vidare om alla stuprör kan ansluta ytligt till dagvattenanläggningarna.

Taket som lutar mot kommunalmark anses vara svårt att leda in mot gården för fördröjning och därför har inte dem ytorna räknats med. Den totala ytan som beräknats kunna fördröjas i olika dagvattenanläggningar uppgår till 1334 m² vilket ger en total fördröjningsvolym om 21 m³. Fördröjs dagvattnet enligt åtgärdsnivån kommer dagvattenflödena att totalt minska till 24,4 l/s vilket innebär en minskning med 6,1 l/s om man jämför med dagens situation.

Dagvattenutredningen visar att föroreningarna kommer att minska efter man har anlagt dem föreslagna dagvattenanläggningarna bortsett från koppar som kommer bli oförändrad från dagens situation. Att ansluta koppartakets dagvatten till en regnväxtbädd skulle innebära en invändig dragning igenom fastigheten med stuprören vilket anses vara tekniskt svårt att genomföra. Planområdet bedöms trots det ha en positiv påverkan för att uppnå MKN för recipienten Strömmen.

Skyfallskarteringen från Stockholm stad redovisar att det finns risk för ansamling av vatten på gården vid extrem nederbörd, enligt karteringen så finns det flera områden på gården där det kan stå mellan 0,1-0,3 m vatten. Eftersom gården är instängd så behöver skyfallet kunna samlas på utvalda platser på gården för att det inte ska riskera att rinna in i portarna. I dem föreslagna dagvattenanläggningar på gården finns det möjlighet att magasinera 48 m³ ytligt ovanför regnväxtbäddarna/torrdammarna vilket anses vara tillräckligt för att kunna samla ett skyfall inom planområdet.

5 Begreppsförklaring för dagvattenhantering

Avrinningskoefficient (ϕ): Ett mått på den maximala andelen av ett avrinningsområde som kan bidra till avrinningen. Den beror förutom på exploateringsgrad och hårdgörningsgrad på områdets lutning samt regnintensiteten, ju större lutning och ju högre intensitet, desto större avrinningskoefficient.

Avrinning/infiltrationsstråk: Stråk inom ett bebyggt område där vatten tillåts rinna i samband med nederbörd eller snösmältning.

Dagvatten: Regn-, smält-, och dräneringsvatten som rinner från byggnader, gator, parkeringsplatser och liknande hårdgjorda ytor via diken eller ledningar till vattendrag, sjöar eller reningsverk.

Fördröjningsmagasin: Magasin för tillfällig fördröjning av avrinnande dagvatten.

Infiltration: Inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, t.ex. ytlig vatteninträngning i jord eller sprickor i berg.

Instängt område: Område varifrån dagvatten ytledes inte kan avledas med självfall.

Lågpunkt: Ett lågt liggande område där regnvatten inte kan rinna vidare på gatuytan utan måste via dagvattenbrunnar i gata ner till dagvattenledning eller till en kombinerad ledning.