

# DAGVATTENUTREDNING

## HANGAR 5 (F.D. PILOTEN)

2018-06-15

2019-07-17 REVIDERAD

2019-10-07 REVIDERAD



# DAGVATTENUTREDNING

Hangar 5 (f.d. Piloten)

## KUND

**NCC Property Development AB**

## KONSULT

**WSP Samhällsbyggnad**

WSP Sverige AB  
121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7  
Tel: +46 10 7225000

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

WSP – joakim.scharp@wsp.com  
NCC – hjalmar@hprprojekt.se  
NCC – katarina.bohman@ncc.se

UPPDRAGSNAMN  
Bromma Blocks - Projekt Piloten  
Dagvatten

UPPDRAGSNUMMER  
10290388

FÖRFATTARE  
Erika Wikmark & Joakim Scharp

DATUM  
2018-06-15

ÄNDRINGSDATUM  
2019-10-07

Granskad av  
Jenny Andersson

Godkänd av  
Joakim Scharp

# INNEHÅLL

<b>1 BAKGRUND</b>	<b>4</b>
1.1 SYFTE	4
1.2 REVIDERING 2019	4
<b>2 BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET</b>	<b>5</b>
2.1 UTFORMNING	5
2.2 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	5
2.3 AVRINNINGSOMRÅDE	6
2.4 RECIPIENTSTATUS	6
2.5 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING	8
2.6 INSTÄNGDA OMRÅDEN	9
<b>3 MARKANVÄNDNING</b>	<b>10</b>
<b>4 DAGVATTENHANTERING</b>	<b>11</b>
4.1 STOCKHOLM STADS DAGVATTENSTRATEGI	12
<b>5 BERÄKNINGAR</b>	<b>12</b>
5.1 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN	12
5.2 DAGVATTNETS FÖRORENINGSSINNEHÅLL	14
<b>6 FÖRESLAGNA LÖSNINGAR</b>	<b>15</b>
6.1 GRÖNA TAK	15
6.2 BIOTOPTAK	15
6.3 VÄXTBÄDDAR	16
6.4 SKELETTJORDAR	17
6.5 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING	17
6.6 PROJEKTERAD LÖSNING	18
6.7 TVÄRBANEBRON	19
6.8 EXTREMA REGN	19
6.9 BREEAM	19
<b>7 SLUTSATSER</b>	<b>20</b>
<b>8 REFERENSER</b>	<b>21</b>
8.1 PUBLIKATIONER	21
8.2 WEBBSIDOR	21
<b>BILAGA 1 - FLÖDESVÄGAR VID SKYFALL</b>	<b>23</b>

# 1 BAKGRUND

NCC har förvärvat fastigheten Trafikflyget 8 och planerar att utveckla den till en affärsfastighet med byggnader för kontor, hotell och mataffär, se Figur 1. Fastigheten bebyggs som en sista etapp av en större antagen detaljplan från 2008 för hela Bromma Blocks. 2008 var rådande krav på dagvattenhantering lägre och frågan diskuterades då bara för hela planen, inte för varje enskild fastighet. Därför finns det inom fastigheten som NCC exploaterar begränsade utrymmen för dagvattenhantering i marknivå. I utredningen rekommenderas lösningar för byggnad på tak och bjälklag som uppfyller dagens krav på en god dagvattenhantering.



Figur 1. Render över planerad bebyggelse från 2018

## 1.1 SYFTE

WSP har fått i uppdrag att uppdatera den dagvattenutredning som utfördes för planområdet 2017 då utformning och syfte av bebyggelse sedan dess har förändrats. Syftet med utredningen är att undersöka den planerade bebyggelsen i planområdet för att få en bild av hur det kommer påverka flöden av dagvatten inom och från planområdet, samt föroreningsbelastningen från dagvattnet. Lämpliga dagvattenåtgärder som följer Stockholms stads riktlinjer föreslås, med syfte att förhindra en ökad belastning av föroreningar på recipienten Mälaren-Ulvsundasjön.

## 1.2 REVIDERING 2019

I revisionen utförd 2019 har figurer och beräkningar i utredningen uppdaterats för att bättre reflektera det system som beslutats att byggas. Originalutredningen låg till grund för projekteringen av dagvattensystemen och WSP har agerat stöd till VA-projektörer samt landskapsarkitekter för att tillsammans skapa en god dagvattenhantering givet förutsättningarna. Revideringen har inte lett till några ändringar i rekommenderade lösningstyper och påverkan på föroreningsbelastning och flöden efter ändringar i samband med revideringen är så små att de ligger väl inom felmarginalen för beräkningsmetoderna. Hösten 2019 tillkom även en uppdaterad bild med flödesvägar, se Bilaga 1.

## 2 BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET

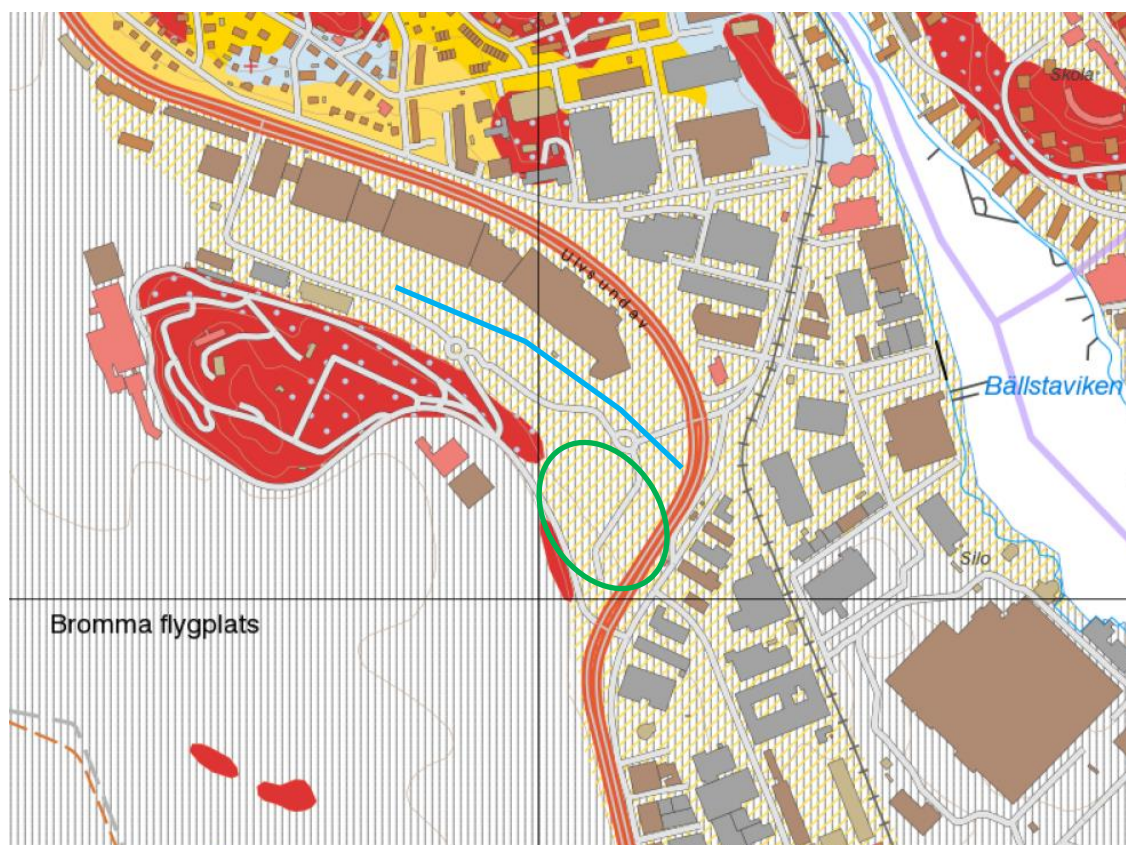
### 2.1 UTFORMNING

Området är sedan tidigare ett affärs- och industriområde med stor andel hårdgjorda ytor som i dagsläget är delvis demolerade. Fastigheten och den intilliggande tomten Trafikflyget 9 kommer vara sammankopplade och anslutas till tvärbanans Kistalinje via en bro över Ulvsundavägen.

### 2.2 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

De geologiska förhållandena i planområdet utgörs nästan helt av fyllnadsmassor med underliggande lager av postglacial lera med undantag för den nordvästra delen som består av urberg med ett tunt ytlager av morän, se Figur 2. Grundvattennivån i området är relativt hög vilket bör hållas i åtanke när bygghandlingar upprättas för att undvika fuktskador (SWECO, 2016). Möjligheten för vatten att infiltrera ned i marken beror på fyllnadsmaterialet i området, men är generellt dålig i Stockholmsområdet och antas även i planområdet vara begränsad.

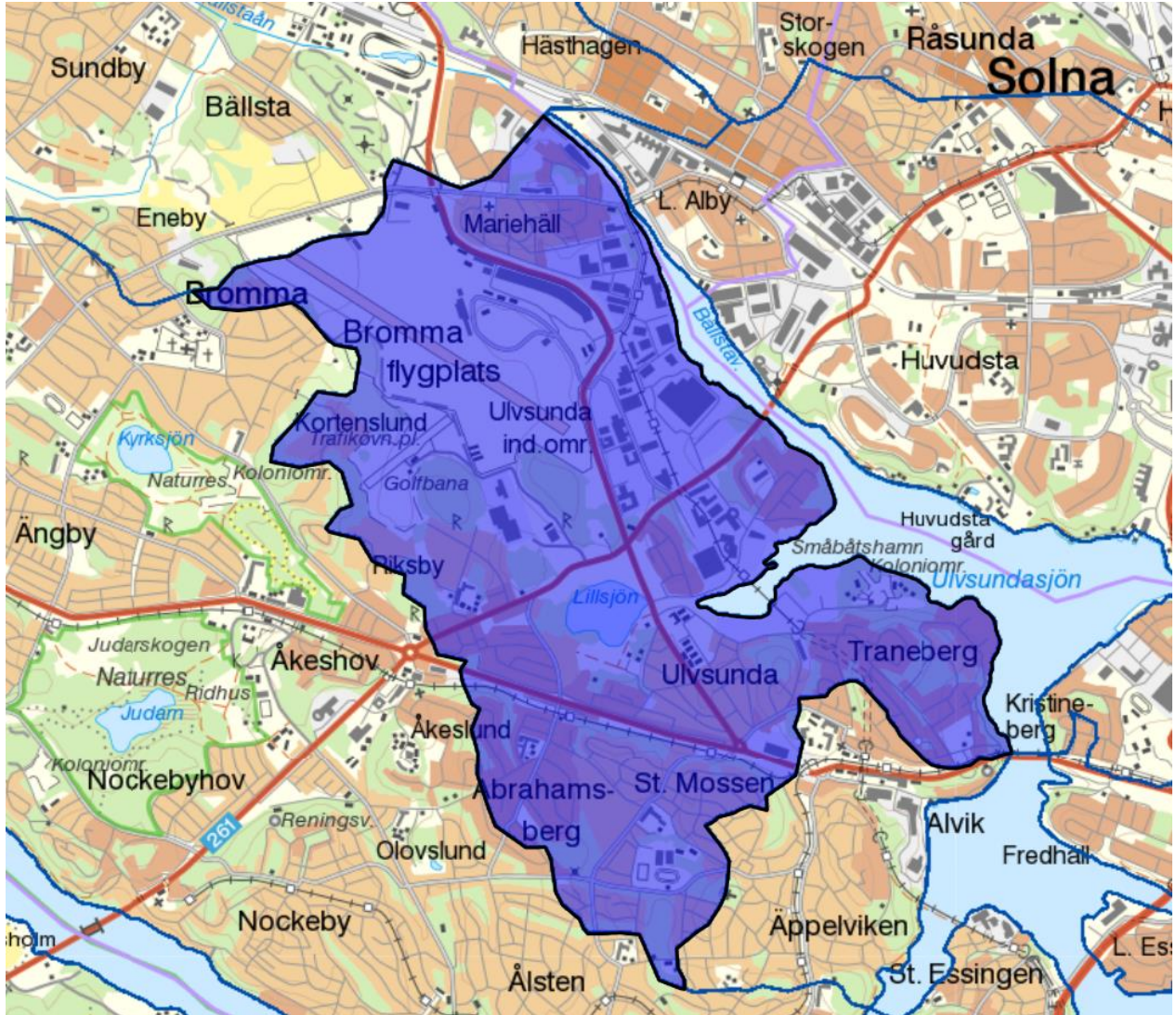
Norr om planområdet ligger den naturliga dalgången för allt flöde från Bromma flygfält. Om flygfältet i framtiden bebyggs med bostäder kan dalgången se kraftigt ökade flöden vid extrema regn och skyfall. Flödesvägar vid skyfall tar naturligt en nordöstlig riktning mot SL:s bro för tvärbanan (delvis redan konstruerad) och kan skapa problem om planerad bebyggelse där skapar ett instängt område. Se Figur 2 och Figur 6.



Figur 2. Jordartskarta, ungefärlig placering av planområdet markerat i grönt och dalgången centerlinje ungefärligt markerad i blått. (SGU, 2018)

## 2.3 AVRINNINGSOMRÅDE

Planområdet är beläget i avrinningsområdet tillhörande Mälaren-Ulvsundasjön (Figur 3). Inom tillrinningsområdet finns bebyggelse som industrier, flygplats och bostadshus samt vägar och trafikled. Ulvsundasjön är en del av Mälaren, och är den recipient vars miljö kvalitetsnormer (MKN) blir styrande för bebyggelsens föroreningsbelastning.



Figur 3. Planområde ligger inom avrinningsområdet för Mälaren-Ulvsundasjön (VISS 2018)

## 2.4 RECIPIENTSTATUS

Mälaren-Ulvsundasjön är definierad som en vattenförekomst av Vattenmyndigheten, se Figur 4. Alla ytvattenförekomster är statusklassade med avseende på ekologisk och kemisk status, med beslutade MKN som anger vilken status vattenförekomsten ska uppnå och till vilket årtal. Ramdirektivet för vatten spelar en stor roll för helhetssynen på föroreningsbelastningen inom avrinningsområden, i denna helhetssyn ingår naturligtvis dagvattenhanteringen. Det övergripande målet med vattendirektivet är att vattenkvaliteten ska bevaras där den är god och förbättras där den inte är god.



Figur 4. Planområdets recipient Mälaren-Ulvsundasjön (VISS, 2018)

MKN för ytvatten omfattar ekologisk och kemisk ytvattenstatus. Den ekologiska statusen bedöms på en femgradig skala som *hög*, *god*, *måttlig*, *otillfredsställande* eller *dålig*. Kemisk ytvattenstatus klassas som *god* eller *uppnår ej god*. Vattenmyndighetens statusklassificering av Mälaren-Ulvsundasjön sammanfattas i Tabell 1.

Tabell 1. Sammanställning av ekologisk och kemisk status för Mälaren-Ulvsundasjön.

Status	Klassificering	Miljö kvalitetsnorm	Kommentar
<b>Ekologisk status</b>	Måttlig	God ekologisk status 2021	
<b>Kemisk status</b>	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus med undantag för bromerad difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar.	Tekniskt omöjligt att uppnå normen. Halten av bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar överstiger halten för god status i stort sett samtliga svenska vattenförekomster
<b>Kemisk status*</b>	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus	Undantag, tidsfrist till 2027 för antracen, bly och blyföreningar, tributyltennföreningar och PFOS.

\*utan överallt överskridande ämnen

Mälaren-Ulvsundasjön har klassats med en måttlig ekologisk status. Den kemiska ytvattenstatusen *uppnår ej god status*, detsamma gäller för kemisk status utan överallt överskridande ämnen. De ämnen som inte uppnår god kemisk status är förutom kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) även PFOS, bly och blyföreningar, antracen och tributyltenn. Förutom en hög belastning av dessa miljögifter är recipienten även utsatt för övergödning som ett resultat av belastning av näringsämnen.

Weserdomen (C461/13) har resulterat i en strängare tolkning av MKN. Domen har tydliggjort att det finns ett försämringsförbud för status även på kvalitetsfaktornivå och inte bara på den övergripande nivån ekologisk status. En kvalitetsfaktor som redan har dålig status får inte försämrats överhuvudtaget. En följd av domen har varit att större krav ställs på underlag som t.ex. dagvattenutredningar och miljökonsekvensbeskrivningar (*HaV – Följder av Weserdomen*). Det ska redovisas om möjligheten att uppnå MKN äventyras på grund av detaljplanen eller om den riskerar att leda till en statusförsämring.

## 2.5 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

Det fanns befintliga dagvattenledningar inom och norr om planområdet som försörjde den bebyggelse som fanns för 10 år sedan när detaljplanen antogs. Detta system ledde allt vatten till en stor huvudledning norr om området och sedan ut i recipienten. Dock har detta system utgått i samband med den påbörjade exploateringen. Exploateringen skulle enligt tidigare besked anslutas efter fördröjning och rening till befintlig D600, dagvattenledning i Ulvsundavägen, ungefärligt markerad i Figur 5.



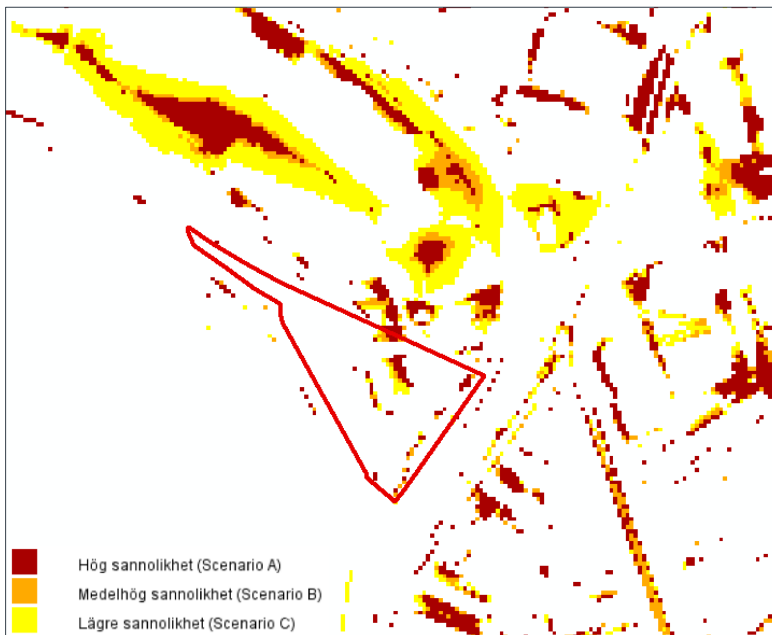
Figur 5. Befintlig D600 ledning i Ulvsundavägen markerat med grön streckad linje.



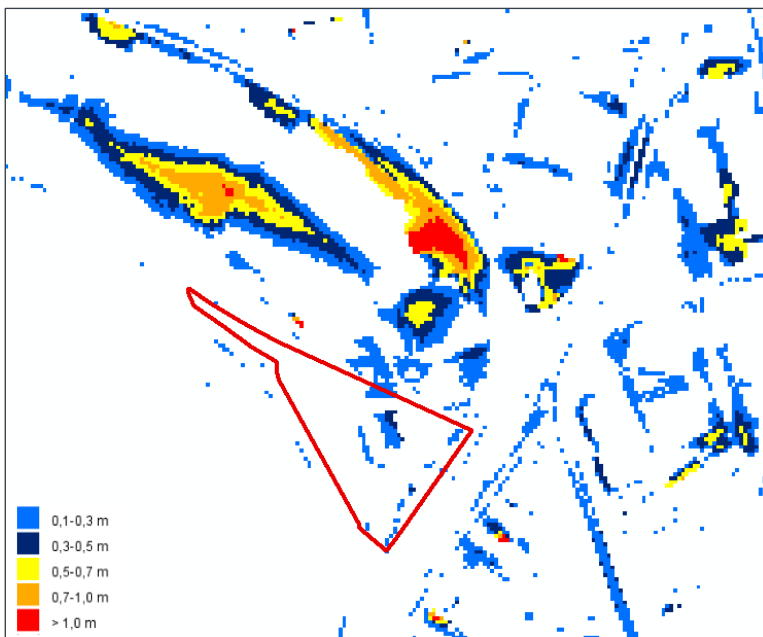
## 2.6 INSTÄNGDA OMRÅDEN

För att redogöra för instängda områden och risk för översvämning inom planområdet har Stockholm Vattens utredning *Skyfallsmodellering för Stockholms stad* studerats. Vid modelleringen användes ett 100 års-regn med en klimaffaktor. I Figur 6 och Figur 7 redovisas resultaten för sannolikheten att områdena översvämmas samt max vattendjup för scenario C.

För att ta fram scenario C har ogynnsamma parametrar valts, det vill säga att andelen hårdgjord yta är relativt stor, avloppssystemet har låg kapacitet i förhållande till dimensioneringsnormen och infiltrationskapacitet för grönyta är begränsad.



Figur 6. Sannolikhet för marköversvämning vid 100-årsregn. Planområdet markerat i rött (Stockholm Vatten Skyfallskartering, 2015)

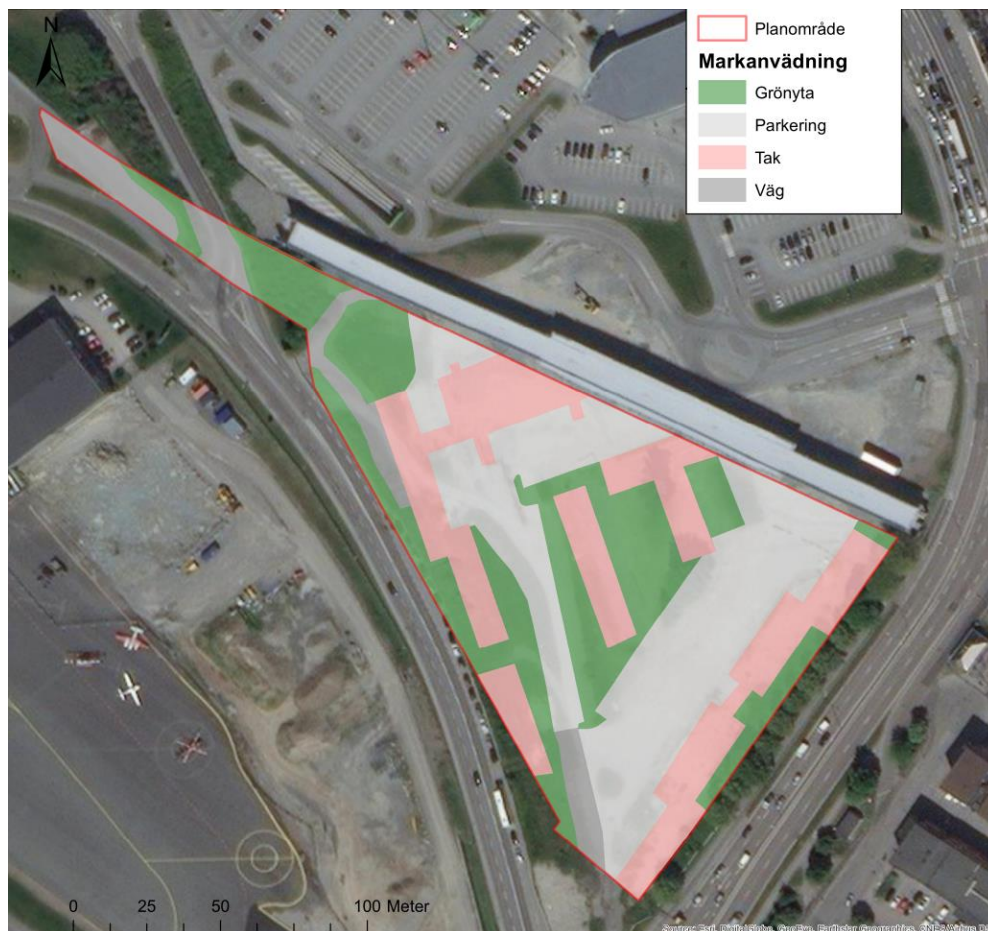


Figur 7. Maximalt vattendjup för marköversvämning vid 100-årsregn. Planområdet markerat i rött (Stockholm Vatten Skyfallskartering, 2015)

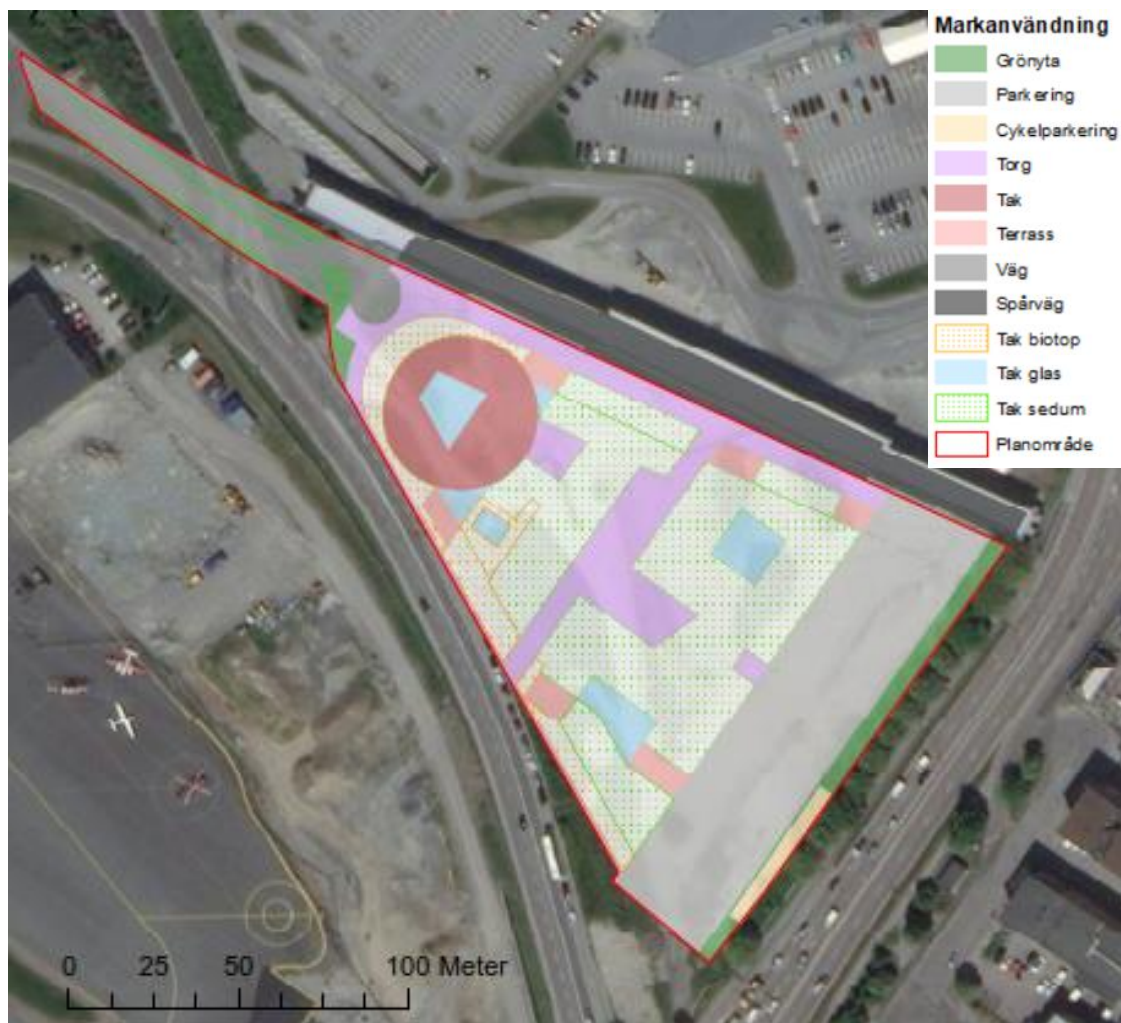
En lokal lågpunkt finns nordöst om planområdet, på marken där bebyggelse av fastigheten Trafikflyget 9 är planerad. Lågpunkten utgör en del av en naturlig dal för ett större avrinningsområde som inkluderar hela Bromma flygplats. Vid höjdsättning av bebyggelse inom planområdet bör hänsyn tas till vattennivåerna som kan komma att uppstå vid ett 100-årsregn, se Figur 7. Vid överbelastning av rörsystemet ska vattenflödena styras mot mindre känsliga områden eller avledas ytligt på ett säkert sätt. Det är viktigt att säkra denna möjlighet i bebyggelsen så att tillräckligt utrymme skapas för att kunna avleda stora dagvattenflöden ytligt vid kraftig nederbörd. För att inte öka risken för att stora volymer vatten blir stående är det viktigt att ett utrymme hålls öppet under tvärbanans bro där vattnet kan ta en naturlig väg ut, annars kan vattennivåerna i Figur 6 och Figur 7 öka markant då ett större område blir instängt.

### 3 MARKANVÄNDNING

Fastigheten ska utvecklas till ett affärs- och centrumområde med plats för kontor, hotell samt en ICA-butik. Nuvarande och planerad markanvändning inom planområdet redovisas i Figur 8 och Figur 9 där området har karterats och delats in i olika typer av markanvändning. För "nuvarande" markanvändning används den bebyggelse som fanns på platsen då detaljplanen antogs 2008, baserat på gamla flygfoton.



Figur 8. "Nuvarande" markanvändning inom fastigheten Trafikflyget 8 från 2008.



Figur 9. Planerad markanvändning inom fastigheten Trafikflyget 8, baserat på Utredningsskiss gröna tak av WI Landskap (2019-02-05)

## 4 DAGVATTENHANTERING

För att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering är det viktigt att planera utefter höjdsättningen i området där grönytor placeras i lågpunkter, hårdgjorda ytor som vägar och torg över dessa och bebyggelse på höjdparter. Det är även viktigt att ytor höjdsätts så att vatten leds till ytor för infiltration och fördröjning. Dagvattenflöden ska begränsas genom infiltration i marken och fördröjning. Föroreningsbelastning från dagvatten ska begränsas genom rening innan det når recipienten.

Krav ställs på fastigheten av Stockholms stad att hantera sitt dagvatten, baserat på gällande dagvattenstrategi och stadens miljömål. Genom att anlägga gröna tak samt tillägna ytor till dagvattenhantering skapas mer gynnsamma förutsättningar för ökad fördröjning av dagvatten och förbättring av dagvattenkvaliteten.

## 4.1 STOCKHOLM STADS DAGVATTENSTRATEGI

Stockholms stads dagvattenstrategi syftar till en hållbar dagvattenhantering som ska skapa värden för stadsmiljön och minimera negativ påverkan på naturen. Hanteringen ska vara fokuserad på enkla och småskaliga lösningar som placeras på allmän mark och kvartersmark. Mål för dagvattenhanteringen är:

1. Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
2. Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
3. Resurs- och värdeskapande för staden
4. Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

Målen innebär bland annat att åtgärder i första hand ska vidtas vid källan för att förhindra förorening av dagvattnet och i andra hand ska dagvattnet hanteras nära uppkomsten genom lokala dagvattenlösningar på kvartersmark och allmän mark. I tredje hand ska dagvattnet renas i anläggningar som samlar vatten från flera källor. Strategin fastslår även att andelen genomsläppliga ytor ska maximeras och att infiltration ska eftersträvas. Det är även viktigt att tillämpa enkla och kostnadseffektiva lösningar för dagvattenhanteringen och använda dagvatten för bevattning av gatutråd och planteringar. Och att använda lösningar som är integrerade i parker och grönområden och skapa ett attraktivt inslag i stadsmiljön.

Stockholms stad har tagit fram en åtgärdsnivå som tillämpas vid ny- och större ombyggnation för att se till att MKN uppfylls. Syftet med åtgärdsnivån är att på ett tydligt och lättbegripligt sätt kunna konkretisera vilka dagvattenåtgärder som krävs för att både uppfylla lagkrav och målen i stadens dagvattenstrategi.

För att MKN ska kunna uppfyllas i stadens vattenförekomster behöver föroreningsbelastningen från dagvattnet minska med 70–80 %. Detta leder till att ca 90 % av dagvattnets årsvolymer måste fördröjas och renas för att målet ska kunna nås. Anläggningar som kan magasinera 20 mm nederbörd från en yta anses tillräckliga för att uppnå detta då de kan ta hand om 90 % av årsnederbörden. Enligt åtgärdsnivån ska system då dimensioneras för att hantera 20 mm regn och ha mer långtgående rening än sedimentation. Våtvolymer ska utformas som en permanentvolymer, eller en volym som avtappas under cirka 12 timmar, och vattnet ska passera ett filtrerande material för att ge tillräcklig avskiljning av föroreningar (Stockholms stad, 2016). Denna dagvattenvägledning förenklar processen med komplexa beräkningar som inte behöver genomföras i samma utsträckning.

## 5 BERÄKNINGAR

Till grund för beräkningarna ligger en kartering av befintlig och planerad markanvändning, utförd i ArcGIS, i SWEREF 99 18 00. Karteringen har delats in i följande marktyper: grönyta, parkering, torg, väg, terrass, cykelparkering, tak (vanligt, glas och sedum samt biotop) och spårväg.

### 5.1 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN

Beräkningar av dagvattenflöden har utförts för nuvarande markanvändning för jämförelse med dagvattenflöden genererade från den planerade markanvändningen. Som grund för flödesberäkningarna ligger Svenskt Vattens publikation P110 (2016) – "Avledning av dag-, drän- och spillvatten". Avrinningskoefficienter för de olika typerna av markanvändning har valts med stöd av P110 och StormTac. En klimattfaktor på 1,25 har använts vid beräkningar av flöden genererade från den planerade markanvändningen för att ta hänsyn till förväntade klimattförändringar. En återkomsttid för nederbörd på 30 år har använts, vilket är standard för centrum- och affärsområden enligt P110.

Rinntiden inom området beräknades vara under 10 minuter, men regnets varaktighet har satts till 10 minuter vilket är den lägsta rekommenderade varaktigheten vid flödesberäkningar, enligt P110.

För nederbörd med en återkomsttid på 30 år och en varaktighet på 10 minuter beräknas den dimensionerande nederbördsintensiteten vara 328 l/s ha. För att beräkna dimensionerande dagvattenflöden från området har den rationella metoden använts enligt nedan.

$$Q_{d \text{ dim}} = A \cdot \phi \cdot i(t_r) \cdot C$$

Där:

$Q_{d \text{ dim}}$  = dimensionerande flödet (l/s)

A = avrinningsområdets area (ha)

$\phi$  = avrinningskoefficient

$i(t_r)$  = dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s ha)

$t_r$  = regnets varaktighet (min)

C = klimatfaktor

I Tabell 2 och Tabell 3 redovisas beräknade resultat av dagvattenflöden från området före och efter exploatering utan fördröjande åtgärder.

Tabell 2. Markanvändning och beräknat flöde innan exploatering utan klimatfaktor.

Markanvändning	Area (m <sup>2</sup> )	Avr. koeff.	Reducerad area (ha)	Flöde 10-årsregn (l/s)	Flöde 30-årsregn (l/s)
Tak	5681	0,9	0,51	117	168
Parkering	7456	0,8	0,6	136	196
Grönyta	6214	0,1	0,06	14	20
Väg	1789	0,8	0,14	33	47
<b>Total</b>	<b>21 140</b>	<b>0,62</b>	<b>1,31</b>	<b>299</b>	<b>431</b>

Tabell 3. Markanvändning och beräknat flöde efter exploatering med klimatfaktor.

Markanvändning	Area (m <sup>2</sup> )	Avr. koeff.	Reducerad area (ha)	Flöde 10-årsregn (l/s)	Flöde 30-årsregn (l/s)
Tak sedum	6167	0,65	0,40	114	164
Tak biotop	1336	0,45	0,06	17	25
Tak glas	928	0,90	0,08	24	34
Tak	1415	0,90	0,13	36	52
Parkering	4730	0,80	0,38	108	155
Cykelparkering	219	0,80	0,02	5	7
Torg	3070	0,80	0,25	70	101
Terrass	632	0,80	0,05	14	21
Väg	1387	0,80	0,11	32	46
Grönyta	1256	0,10	0,01	4	5
<b>Total</b>	<b>21 140</b>	<b>0,70</b>	<b>1,48</b>	<b>424</b>	<b>610</b>

Den totala ytan för planområdet är ca 2,11 ha. Den yta som bidrar med avrinningen från området (den reducerade ytan) är för nuvarande förhållanden 1,3 ha och ökar till ca 1,5 ha efter den planerade exploateringen.

Årsmedelflöde för befintliga markförhållanden i området är 0,30 l/s, som efter exploatering ökar till 0,33 l/s. Det dimensionerande dagvattenflödet för regn med en återkomsttid på 30 år ökar med ca 30 %, från ca 430 l/s för nuvarande förhållanden till ca 600 l/s för den planerade markanvändningen. Flöden för regn med en återkomsttid på 10 år ökar från ca 300 l/s för nuvarande förhållanden till ca 420 l/s efter exploatering.

Volymen vatten som måste omhändertas enligt Stockholms stads åtgärdsnivå är ca 300 m<sup>3</sup>. Hela denna volym måste dock inte kunna fördröjas samtidigt i dagvattenlösningarna, då hänsyn kan tas till den konstanta infiltrationen som sker i växtbäddarna. Den effektiva fördröjningsvolymen som måste finnas i dagvattenlösningarna är en funktion av den reducerade avrinningsytan, arean på dagvattenlösningarna, den hydrauliska konduktiviteten i jordlagret och reglervolymen ovan växtbäddarna.

Den erforderliga magasinvolymen för området, dvs. behovet av fördröjning vid ett 30-årsregn så att det inte överskrider dagens flöden beräknades till 33 m<sup>3</sup>, vilket är mindre än vad som krävs för reningen. Därför rekommenderas inga lösningar för enbart fördröjning.

## 5.2 DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac. För att uppskatta mängden föroreningar som kommer från planområdet med befintliga förutsättningar och efter den planerade bebyggelsen används schablonhalter av föroreningar för specifika typer av markanvändning. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning och den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar på ett år. Värden erhållna från StormTac bör därför ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området snarare än exakta värden.

En årsnederbörd på 636 mm/år har använts vilken är en korrigerad årsmedelnederbörd baserad på en uppmätt nederbördsvolym för Stockholmsområdet enligt SMHI:s metoder (SMHI, 2014).

Resultat från beräkningar av föroreningsbelastningen från området före och efter exploatering, utan renande åtgärder, redovisas nedan i Tabell 4. Endast två av de undersökta ämnena visar på en försämring efter den planerade bebyggelsen, näringsämnen fosfor och kväve. Anledningen till detta är den stora mängd gröna tak som är planerade, vilka enligt uppmätta schablonvärden avger högre halter näringsämnen.

Tabell 4. Beräknad föroreningsbelastning i dagvatten (kg/år) för området med befintlig markanvändning och efter exploatering av området. Den procentuella förändringen av föroreningsbelastningen redovisas även.

Ämne (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Innan	1	11	0,15	0,2	0,7	0,005	0,08	0,08	0,00025	680	4
Efter	1,5	21	0,1	0,2	0,5	0,003	0,06	0,06	0,00025	460	3
Förändring	33%	48%	-50%	0	-40%	-67%	-33%	-33%	0	-48%	-33%

## 6 FÖRESLAGNA LÖSNINGAR

Dagvattenhanteringen inom planen består av en kombination av renings- och fördröjningslösningar som tillsammans kan hantera vattnet och bidra till att statusen i recipienten har möjlighet att förbättras.

### 6.1 GRÖNA TAK

Ett effektivt sätt att minska dagvattenavrinningen från ytor med hög andel bebyggelse är att byta ut konventionella tak till gröna tak (Figur 10). Gröna tak kategoriseras som intensiva eller extensiva beroende på dess marksubstratdjup och växtlighet. Intensiva gröna tak har ett tjockare marksubstrat och trädgårdsliknande växtlighet medan de extensiva gröna taken med ett lägre substratdjup. För ett tunnare tak med 3–6 cm substrattjocklek kan avrinning minska med ca 50 % sett över ett helår, vilket motsvarar cirka 5 mm nederbörd. Ett extensivt grönt tak med 10 cm tjocklek och en porositet på 0,3 anses i Stockholms stads riktlinjer ha möjlighet att rena och fördröja vatten till målsatta nivåer. Det är viktigt att notera att gröna tak generellt inte har en renande effekt i sig, men att fördröjningen i dem ökar effektiviteten av nedström reningslösningar då de sprider ut flödet över en längre period.



Figur 10. Sveavägen 44, grönt sedum-tak med pimpstensjord tjocklek 8–10 cm. (foto: Bara Mineraler) Samt möjlig uppbyggnad (illustration: Vegtech)

### 6.2 BIOTOPTAK

Biotoptak är en variant av tjockare (ca 20 cm) gröna tak som utformas för att efterlikna en mer naturlig miljö. Exempelvis kan de utformas som näringsfattiga ängar (Figur 11) som har en stor spridning med vildblommor vilket gynnar bin och andra insekter. Ur dagvattensynpunkt är biotoptak generellt mer fördelaktiga då det tjockare substratet ger utrymme för rening och ger en större fördröjningsvolym. Ett val av växter som tål en näringsfattig miljö gör att behovet av gödsel minskar och ytan fångar då upp tillkommande näringsämnen istället för att vara en källa till dem.



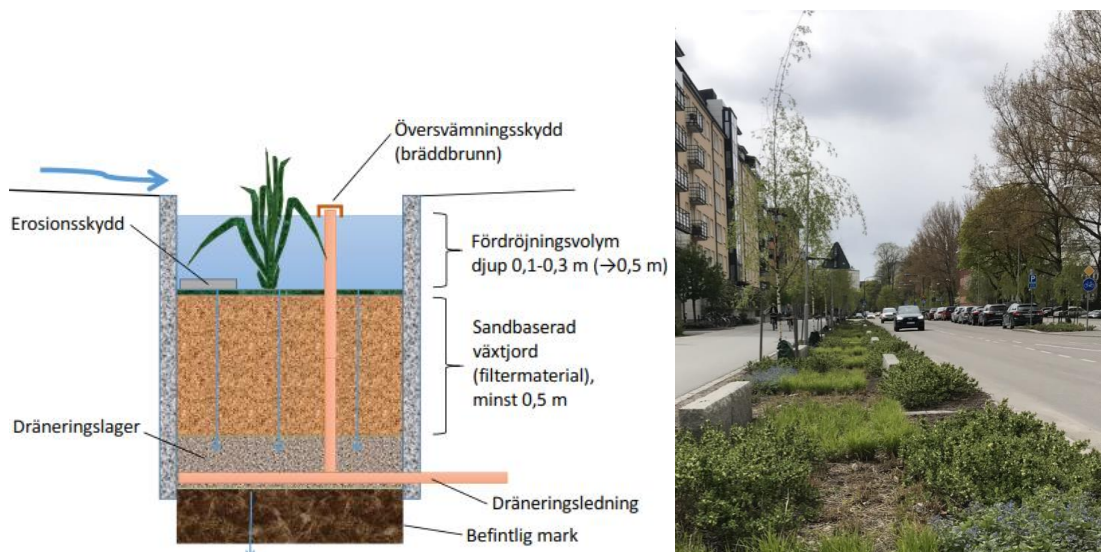
Figur 11. Exempel på strandängs-biotoptak från fastigheten Koggen i Malmö (foto: Grönatakhdboken) samt möjlig uppbyggnad (illustration: Vegtech).

En risk med biotoptak är den ökade mängden växtlighet som måste hanteras under brandcertifiering. Då biotoptak är relativt nya att användas har de inte helt studerats ur brandrisksynpunkt, och frågan måste därför hanteras med en brandingenjör. För Hangar 5 har taken utformats i samråd mellan landskapsarkitekt, VA och brandingenjörer för att skapa en säker och hållbar lösning.

### 6.3 VÄXTBÄDDAR

Ett lämpligt alternativ till fördröjning inom området är att anlägga biofilter, en form av växtbädd (Figur 12). Vatten från tak eller mark avleds via utkastare och rännor till dessa biofilter som renar vattnet direkt vid källan. Målet med lösningen är att efterlikna naturens reningsmekanismer, att med hjälp av fysisk, kemisk och biologisk aktivitet omhänderta dagvatten så att en naturlig hydrologi uppnås i området. Definitionsmässigt handlar det om en vegetationsbeklädd markbädd med fördröjnings- och översvämningsszon för infiltrering och behandling av dagvatten. Växtbäddens utformning kan variera. Det viktiga är en teknisk utformning så att det finns en reglervolymer som kan hålla vattnet som infiltrera genom en serie med totalt ca 50 cm jord- och sandlager.

En växtbädd som ska omhänderta 20 mm nederbörd bör dimensioneras med en yta motsvarande ungefär 5 % av ytan som den ska omhänderta vatten ifrån, beroende på utformning, växtlighet och jordtyp.



Figur 12. Principskiss över en nedsänkt växtbädd (WRS) till vänster och exempel på en nedsänkt växtbädd till höger (foto Erika Wikmark).



## 6.4 SKELETTJORDAR

Vid nyplantering av träd i hårdgjorda ytor kan skelettjordar användas, där dagvatten kan fördröjas. Det är viktigt att jorden syresätts samt att det finns åtkomst till vatten för trädet, t.ex. att dagvattenintag sker via luftbrunnar i luftigt bärlager. I Stockholm är skelettjord den teknik som används när man etablerar träd i gatumiljön (Stockholms stad, 2016), se Figur 13. Den porösa skelettjorden fungerar som ett magasin för dagvatten och mängden skelettjord för ett träd rymmer ca 5 m<sup>3</sup> vatten.



Figur 13. Exempel på område med träd i skelettjord i gatumiljö (Stockholm vatten och avfall, 2018)

## 6.5 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

Då i princip hela planområdet exploateras finns det begränsat utrymme för dagvattenlösningar i marknivå. Därför måste rening och fördröjning även ske på tak och bjälklag. För att uppnå Stockholms stads åtgärdsnivå på att 20 mm regn ska kunna omhändertas rekommenderas att en sammanlagd yta av växtbäddar på ca 600 m<sup>2</sup> (antaget en reglerdjup på 200 mm och genomsnittlig hydraulisk konduktivitet på minst 50 mm/h), eller likvärdigt anläggs. Lösningarna fördelas över hela fastigheten och kan då omhänderta allt regn som faller på tak, parkering och upphöjda torgytor.

Växtbäddar är en plats- och reningseffektiv metod för att omhänderta dagvatten med goda estetiska värden och är därför bra att anlägga på torgytor där människor ska vistas. Det rekommenderas att dessa i huvudsak anläggs på torgytan i de centrala delarna av området, mellan de tre huskropparna, samt längs med fasaden mot Ulvsundavägen. Det är även av stor vikt att säkerställa att vatten från parkeringsplatsen omhändertas och renas då denna typ av markanvändning genererar en betydande mängd föroreningar. De gröna tak som anläggs kommer bidra med flödesutjämning vilket har inkluderats i beräkningar i form av en reducerad avrinningskoefficient. Skelettjordar kan även med fördel anläggas vid plantering av träd på markplan vid taxiängöringen, för trädens välmående och som en extra dagvattenlösning.

Enligt plan skulle dagvattnet ledas från växtbäddarna i ledning i östlig riktning och anslutas till dagvattenledningen i Ulvsundavägen. Det har dock uppdragats under projekteringen att den tänkta anslutningspunkten kanske inte är möjligt, och ett alternativ har ännu inte tagits fram.

Föreslagen dagvattenhantering enligt ovan lämnar dagvatten från infarten till Bromma Blocks (den korta sträckan väg i det nordvästra hörnet av fastigheten) ohanterat i planen. Detta stämde av i diskussion med Stockholm Vatten under utredningen 2017 då inga ändringar av denna väg planeras i samband med bebyggelsen och det inte finns några rimliga ytor med plats för reningsanläggningar. Dagvattnet på taxiängöringen i norr leds genom skelettjordar.

I Tabell 5 redovisas resultat från beräkningar av föroreningsreduktion utförda i StormTac. Samtliga ytor har antagits omhändertas i växtbäddar.

Tabell 5. Beräknad föroreningsbelastning före och efter exploatering samt med föreslagen rening (kg/år).

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
<b>Innan</b>	1	11	0,15	0,2	0,7	0,005	0,08	0,08	0,00025	680	4
<b>Efter, utan rening</b>	1,5	21	0,1	0,2	0,5	0,003	0,06	0,06	0,00025	460	3
<b>Efter, med rening</b>	0,4	9	0,009	0,03	0,05	0,0003	0,02	0,01	0,00008	74	1
<b>Förändring (%)</b>	-60	-18	-94	-85	-93	-94	-75	-88	-68	-89	-75

För samtliga undersökta ämnen bidrar föreslagen dagvattenhantering med tillräcklig rening för att inte öka belastningen av föroreningar från området på recipienten och som resultat inte orsaka en försämring av vattenkvaliteten. Den procentuella reningen i Tabell 5 visar skillnaden mellan föroreningsbelastning från planerad markanvändning med rening och föroreningsbelastning från befintliga förhållanden.

Exakt placering av dagvattenanläggningarna inom planområdet arbetas fram i samråd med landskapsarkitekt.

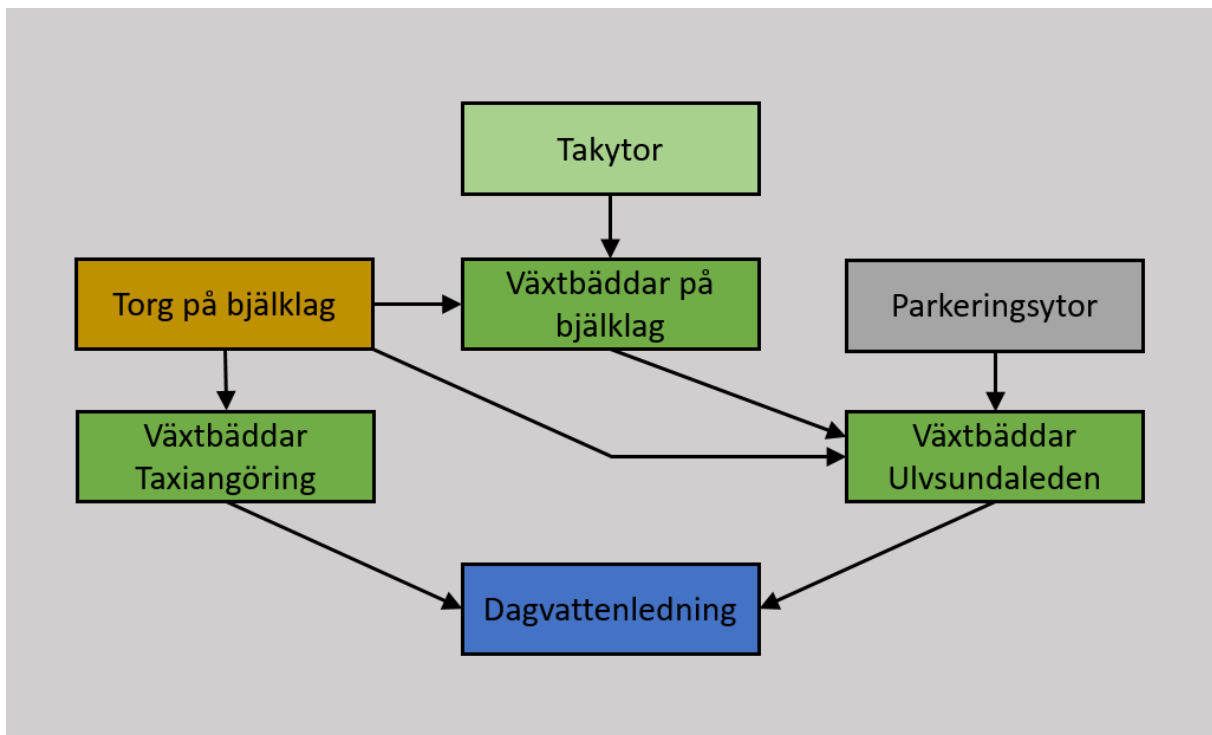
## 6.6 PROJEKTERAD LÖSNING

Projektering av dagvattenlösningar inför bygghandlingen baserades på tidigare föreslagen dagvattenhantering och utfördes av Wi Landskap och Sigma. Under arbetets gång har ytor och erforderliga volymer uppdaterats baserat på de utmaningar som mötts och funktionskrav som ställts. Beräkningar har utförts av Sigma för varje enskild takyta och stupränna för att säkerställa att allt vatten leds till växtbäddar som har kapacitet att omhänderta och rena det.

Dagvatten omhändertas i tre nivåer: på taken i sedum- och biotoptak, på torgytan i nedsänkta växtbäddar och i marknivå i upphöjda växtbäddar. Se Figur 14 för en översikt över dagvattenhanteringen. Det bedöms att de projekterade lösningarna uppfyller Stockholms stads åtgärdsnivå och ger god rening och fördröjning av dagvatten. Se Tabell 6 för projekterade ytor för respektive typ av dagvattenhantering.

Tabell 6. Projekterade ytor för dagvattenhantering.

Yta	Lösningstyp	Area (m <sup>2</sup> )
Tak	Sedumtak	6000
Tak	Biotoptak	1500
Torg på bjälklag	Nedsänkta växtbäddar (reglerdjup 70 mm)	640
Marknivå längs Ulvsundavägen	Upphöjda växtbäddar (reglerdjup 300 mm)	400
Marknivå vid taxiangöringen	Nedsänkta växtbäddar (reglerdjup 70 mm)	50



Figur 14. Översikt över dagvattenhanteringen för Hangar 5.

## 6.7 TVÄRBANEBRON

NCC har i samband med exploateringen upprättat ett avtal med SL för att tillåta bebyggelse av teknikutrymmen under tvärbanans bro och plattform, som sträcker sig längs den norra sidan av planområdet. I samband med detta måste NCC också omhänderta dagvattnet från bron som tidigare anslöts till dagvattenledningsnätet via dessa ytor. Totalt är det ca 2200 m<sup>2</sup> spårväg som ska omhändertas, vilket motsvarar ytterligare ca 45 m<sup>3</sup> vatten enligt åtgärdsnivån. Detta vatten leds också in i växtbäddarna längs med Ulvsundavägen, som har utvidgats under projekteringen för att klara av det ökade flödet.

## 6.8 EXTREMA REGN

För centrumbebyggelse har staden enligt Svenskt Vattens publikation P110 ansvar att avleda regn med återkomsttid på upp till 30 år i ledningsnätet. För regn med längre återkomsttid är det huvudsakliga målet att leda vatten ytligt på ett sätt som undviker skador på människor och egendom. Då sammankopplingen av Bromma Blocks köpcentrum och Trafikflyget 8 och 9 riskerar att skapa ett instängt område mitt i dalgången för avrinningsområdet från Bromma flygplats är det viktigt att planera bebyggelse så att flödesvägar för dagvatten finns för att förhindra översvämningar. Takvatten från byggnader bör även där möjligt ledas i en sydlig riktning för att inte bidra till ett ökat flöde inom nämnda område. Detta underlättar också anslutningen mot kommunala ledningar för hanteringen av normala regn. Vattnet kan därefter ytligt flöda längs med vägnätet österut och nå Bällstaviken.

## 6.9 BREEAM

NCC har som mål att uppnå BREEAM-statusen "excellent". För att göra detta krävs en genomtänkt hantering av dagvatten i både bygg och drift-skeden. Planområdets plats i landskapet gör att det inte ligger inom ett riskområde för översvämningar och det råder därför en låg årlig sannolikhet för översvämningar. För att bibehålla detta krävs dock att instängda områden inte skapas, och att området höjdsätts för att skapa öppna avrinningsvägar bort från byggnader vid skyfall. Hänsyn bör

även tas till den relativt höga grundvattennivån i området. Här har framtida klimatförändringar inkluderats i form av klimatafaktor enligt Svenskt Vattens publikation P110 (2016) – "Avledning av dag-, drän- och spillvatten".

Området kan med föreslagna och planerade lösningar hantera dagvatten så att alla prioriterade föroreningar minskar. Reningsmetoden är baserad på att avrinningen från alla hårdgjorda ytor leds genom en planteringsyta. Detta betyder också att fastigheten i praktiken inte kommer släppa något dagvatten alls till ledningsnätet vid mindre regn.

För att uppfylla vidare BREEAM-krav är det viktigt att driften av dagvattensystemen planeras samt att underhållsavtal för ägarskap, långsiktig drift och underhåll av anläggningar för dränering av dagvatten i området upprättas.

## 7 SLUTSATSER

Exploateringen av fastigheten Trafikflyget 8 leder till ökade flöden av dagvatten om inga åtgärder vidtas. Föroreningsbelastningen från området minskar överlag efter exploatering, oberoende av lösningar, med undantag för de prioriterade näringsämnen fosfor och kväve. Recipienten Mälaren-Ulvsundasjön är utsatt för övergödning som ett resultat av hög belastning av näringsämnen och det är av stor vikt att skapa tillräcklig rening av dagvattnet för att inte öka belastningen på recipienten.

Fastigheten bebyggs enligt en existerande detaljplan från 2008 för hela Bromma Blocks och det finns därför mycket begränsat utrymme för lösningar i marknivå. Rening sker därför i tre steg: på taken, på den upphöjda innergården och slutligen i marknivå längs med Ulvsundavägen. Den projekterade dagvattenhanteringen för NCC:s nya byggnad går i linje med Stockholm stads åtgärdsnivå, som är fastställd där dagvattenavrinning vid 20 mm nederbörd ska kunna magasineras. Föreslagen dimensionering av dagvattenanläggningar har även kapacitet att bidra med tillräcklig rening av dagvattnet för att inte orsaka en ökad belastning av föroreningar på recipienten.

Det är av stor vikt att ha dagvattnets naturliga flödesvägar i åtanke vid planering av bebyggelsen och vid höjdsättning av området. För att förhindra eventuella skador på byggnader vid större dagvattenflöden krävs att det finns en öppning där dagvatten tillåts flöda genom området och ut på Ulvsundavägen söder om planområdet.

## 8 REFERENSER

### 8.1 PUBLIKATIONER

- SMHI (2014), Dataserier med normalvärden för perioden 1961–1990.
- Stockholms stad (2016), Dagvattenhantering - Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse.
- Stockholm Vatten och Avfall (2015), Sannolikhet för marköversvämning vid 100-årsregn enligt Stockholm Vattens skyfallsmodellering 2015.
- Svenskt vatten (2016), Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Publikation P110.
- SWECO (2016), Markteknisk undersökningsrapport (MUR).

### 8.2 WEBBSIDOR

- SGU:s kartgenerator - [http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder\\_sv.html](http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html)
- StormTac Webbversion 18.2.2 se information om programmet på [www.stormtac.com](http://www.stormtac.com)
- VISS, Vatteninformationssystem Sverige - <http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. [wsp.com](http://wsp.com)

### WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)



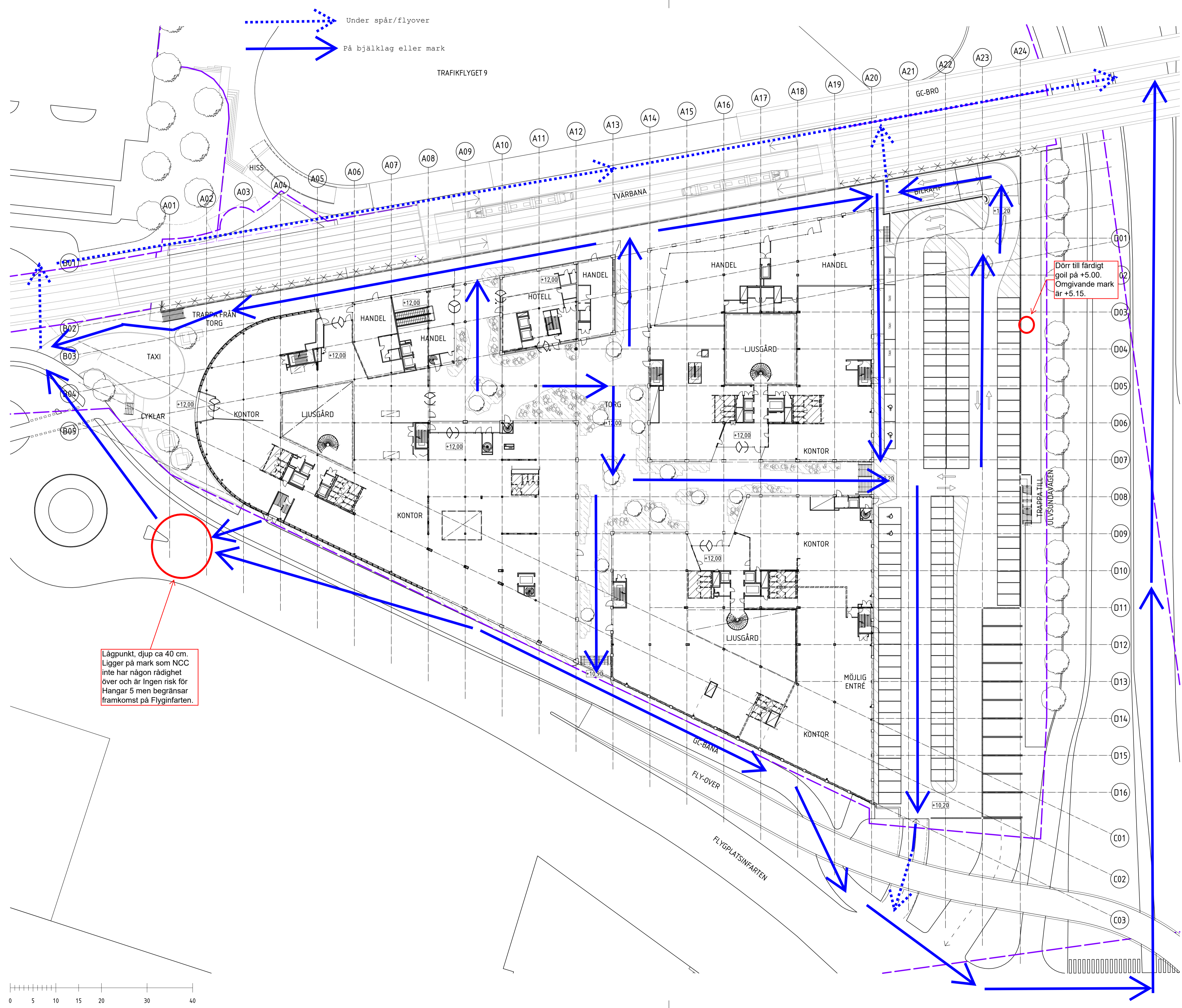
## BILAGA 1 - FLÖDESVÄGAR VID SKYFALL

Detta är en komplettering till huvudutredningen utförd hösten 2019.

Fastigheten Hangar 5 bebyggs i princip fullt ut med hotell, kontor och butiksverksamhet och endast små ytor kommer ha kvar dagens höjdsättning. För denna översiktliga bild har det antagits att alla dagvattenledningar inom fastigheten går helt fulla och att vattnet därför rinner ytligt. Flödesvägarna kommer att gå längs med innergården och parkering på bjälklag, via ramper och trappor, ned mot allmänna gator från vilka de antags avrinna ytligt till recipienten. Se Bilaga. Djupet på flödet har inte bedömts i denna utredning, men de tillrinnande ytorna är relativt små. Alla trösklar på bjälklaget ligger minst ca 10 cm över flödesvägarna vilket bedöms vara tillräckligt.

Vatten från höjden i söder kommer att avledas via flygplatsinfarten och är därför inte ett problem. Som anmärks på i huvudutredningen finns det en risk för stora flöden på Bromma Blocks parkering utanför fastigheten som utreds. Därför har ett utrymme lämnats öppet under tvärbanebron som vid skyfall kan agera som en kanal för vatten som måste lämna området. Det är inte en optimal lösning, men det bästa som kunde göras inom den fastighet som NCC har rådighet över.

Det finns en dörr planerad ut mot Ulvsundavägen som leder in till planerat golv på +5.0. Omgivande ytor är +5.15, vilket betyder att det finns viss risk för att vatten rinner in här. Dörren bör vara utåtgående och utformas med en hög tröskel eller på annat sätt göras vattentät för att minimera denna risk. Då mycket vatten leds till växtbäddarna intill dörren finns det extra risk i denna punkt. Vatten från Ulvsundavägen bör dock inte nå dörren då det leds förbi av kantstenen.



Lågpunkt, djup ca 40 cm. Ligger på mark som NCC inte har någon rådighet över och är Ingen risk för Hangar 5 men begränsar framkomst på Flyginfarten.

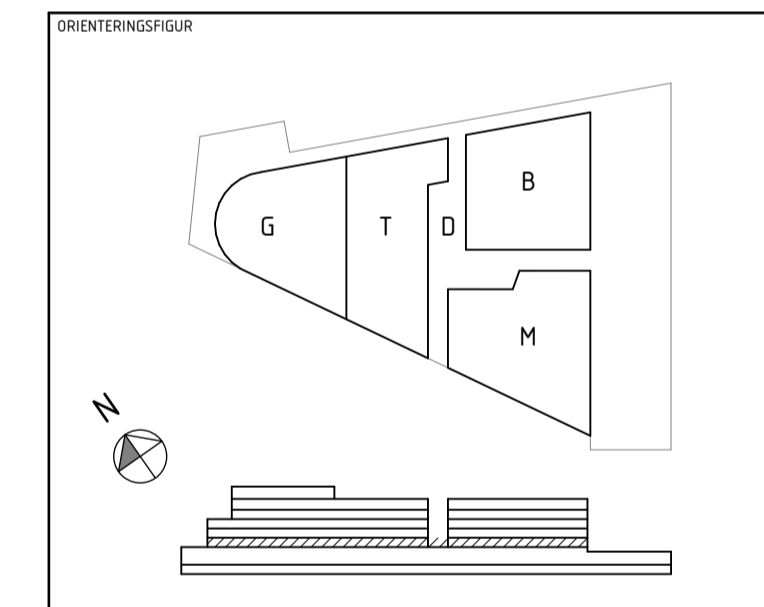
Dörr till färdigt goil på +5.00. Omgivande mark är +5.15.

**FÖRKLARINGAR / FÖRESKRIFTER**  
 Mått anges i millimeter.  
 Plushöjder anges i meter.  
 Höjdsystem: RH 2000.

Förklaringar och föreskrifter A-40-0-0-000001  
 A-40-0-0-000011  
 Teknisk beskrivning, byggdelar A-40-0-0-000021

**HÄNVISNINGAR**  
 A-Handlingsförteckning

Planer A-40-1-2-030100  
 A-40-1-2-030400  
 A-40-1-3-030100  
 A-40-1-4-030200  
 A-40-1-5-030300  
 Sektioner A-40-2-0-000001  
 Fasader A-40-3-0-000001  
 Plan, yttertak A-41-1-0-090000



INFORMATION		
HANDLING BYGGHANDLING		
DATUM 2019-09-20	GODKÄND AV ANNA RING	ÄNDRINGS PM -
BESTÄLLARE		
<b>NCC</b>		
PROJEKTNAMN HANGAR 5		
OMRÅDE BROMMA		
PROJEKTNUMMER 4103078	ADRESS -	
DIARÉNUMMER -	FASTIGHET TRAFIKFLYGET 8	
DISCIPLIN A	FÖRETAG BAU AB	
UPPGÄVNUMMER 18014BH5	SKAPAD AV HB, FP, NB	
TELEFON 08-508 818 00	FORMGIVNING ANNA RING	
BYGGNADSVÄRK HANGAR 5	PLUSHÖJDER (RH 2000) +12,00	
VÄNINGSPLAN 030	VÄNINGSDEL -	DELHÖJDE HANDEL, KONTOR, HOTELL
SYSTEM 40 SAMMANSATT REDOVISNING		
SPEKIFIKATION PLAN 3 ÖVERSIKT, HANDEL, KONTOR, HOTELL		
BYGGNADSTEKNIK PLAN ÖVERSIKT	SKALA 1:400	FORMAT A1
DOKUMENTNUMMER A-40-1-0-030000		ÄNDRING -