

VA- DAGVATTENUTREDNING

UTBY 2:76 M FL. ÄLVÄNGEN CENTRUM

2020-05-29



WSP

VA- DAGVATTENUTREDNING

VA- och dagvattenutredning

KUND

Ale kommun

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

Box 130 33
WSP Sverige AB
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19
Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Per Norberg, 010-722 70 77
per.norberg@wsp.com

Robert Olsson, 010-72 09 01
olsson.robert@wsp.com

Mikaela Ranweg, 0303-703 210
mikaela.ranweg@ale.se

UPPDRAGSNAMN
Utby 2:76 m fl.

UPPDRAGSNUMMER
10290755

FÖRFATTARE
Per Norberg

DATUM
2019-12-09

ÄNDRINGSDATUM
2020-05-29

Granskad av
Kristin Holmberg
Victor Jansson

Godkänd av

SAMMANFATTNING

Arbete med detaljplan för delar av Älvängen centrum pågår. Syftet är att möjliggöra för bostäder och centrumverksamheter. Denna VA- och dagvattenutredning är en del av processen. Planområdet ligger i Älvängen centrum på östra sidan om väg E45. Området består idag av villor, flerbostadshus med verksamheter, parkeringsytor och gräsytor. Enligt jordartskartan består marken till största delen av postglacial finlera vilket innebär begränsade infiltrationsmöjligheter. Aktuellt planförslag innebär uppförande av ca 300 nya bostäder samt parkeringsplatser och torgytor mm. inom planområdet. Nya byggnader uppförs i 4–6 våningsplan.

Planområdet försörjs idag med kommunalt VA-nät som utgörs av ledningar och serviser för dricksvatten, samt spill- och dagvatten.

Det befintliga vattentryck som finns vid anslutningspunkterna idag, klarar av att generera det tryck som behövs för fastigheter och brandpost vid parkering. När ny ledningssträcka är bestämd behöver en ny modellering göras. Eftersom ledningsnätet kompletteras och läggs om kan trycket i de befintliga vattenledningarna förändras.

I erhållit underlag finns ofullständiga uppgifter gällande vattengångar på en del ställen. Det nya spillvattenflödet från fastigheterna föreslås ansluta på det befintliga ledningsnätet för spillvatten. Befintliga ledning vid STB 4 (se bilaga 2) har inte kapacitet att klara det nya flödet och en kontroll behöver göras på befintliga vattengångshöjder i brunnar för att kontrollera det exakta flödet som befintlig ledning klarar. Det har inte erhållits några uppgifter avseende kapacitet för den befintliga pumpstationen belägen i norra delen av exploateringsområdet. Flöde/kapacitet behöver kontrolleras för pumpstationen innan projektering av nya ledningar sker.

I området finns brandposter spridda med ca 75 meters radie och dessa bedöms ha tillräcklig kapacitet avseende flöde och tryck för att försörja räddningstjänstens behov. En ny brandpost bedöms behövas.

Dagvatten avleds idag via befintligt ledningsnät ned mot och parallellt med väg E45 och leds ut från planområdet under E45 i planområdets sydvästra del via ledning med dimension 1000 mm. Göta älv är recipient.

Göta älv- Älvängen till förgreningen med Nordre älv har en otillfredsställande ekologisk potential. Kemisk status har klassningen *Uppnår ej god*, enligt VISS. Kvalitetskraven för vattenförekomsten är *God ekologisk potential* och *God kemisk ytvattenstatus*. Den aktuella exploateringen får inte innebära att statusen i recipienten försämras.

Exploateringen medför att andelen hårdgjorda ytor i form av tak vägar och parkeringsplatser mm. bedöms öka, vilket innebär att det dagvattenflöde som genereras i planområdet kommer att öka. För att inte öka flödes- och föroreningsbelastningen på recipienten krävs fördröjnings- och reningsåtgärder. Fördröjningsvolymerna baseras på att det dagvattenflöde som uppstår fördröjs med 20 mm per reducerad hårdgjord area, vilket anges i dagvattenhandbok för Ale kommun.

Resultatet av föroreningsberäkningarna visar på att mängder och halter av flertalet undersökta ämnen ökar om planförslaget genomförs utan rening av dagvattnet. För att minska mängden föroreningar och inte försämra möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för recipienten krävs därmed rening. Föreslagen huvudsaklig dagvattenlösning för att reducera mängden föroreningar som når recipienten är översilningsytor samt underjordiska fördröjnings/sedimentationsmagasin alternativt skelettjordar kombinerat med översilningsytor. Vidare föreslås gröna tak och biofilter i olika utföranden. Målet bör vara att skapa öppna och synliga lösningar som både tillåter högre avledningskapacitet vid skyfall men som även främjar ekosystemtjänster som till exempel biologisk mångfald, ökad livskvalitet och undvikande av kostnader för översvämningsskador. Föreslagna fördröjnings- och reningslösningar bidrar till att dagvatten renas så att den ekologiska och kemiska statusen i recipienten inte försämras.

För att hantera extrema flöden vid skyfall, som inte VA-systemet klarar av att avleda, bör höjdsättningen göras så att dagvattenflöden som inte kan hanteras i ledningsnätet kan avledas ytledes, förslagsvis via vägar och öppna avledningsstråk. Föreslagen torgyta intill resecentrum kan med rätt höjdsättning fungera som översvämningsyta. Översvämning riskeras även om vattenståndet i Göta älv stiger över +2,5 meter. Det är därför viktigt att inga nya bostäder placeras i anslutning till E45. Föreslaget P-hus i sydvästra delen ligger över befintliga spill- och dagvattenledningar samt över huvudutloppet för dagvatten. Det ligger även över delar av Trafikverkets ledningsnät samt över projekterad pumpstation för spillvatten. Dessutom riskerar P-huset översvämning vid 100-årsregn, högt vattenstånd och höga flöden i Göta älv. En möjlig åtgärd är att reducera P-husets storlek samt att tillåta temporär översvämning i P-husets bottenplan. Det kan också vara aktuellt att uppföra P-hus i östra delen av planområdet, i anslutning till Repslagarvägen/Norra Älvängenmotet.

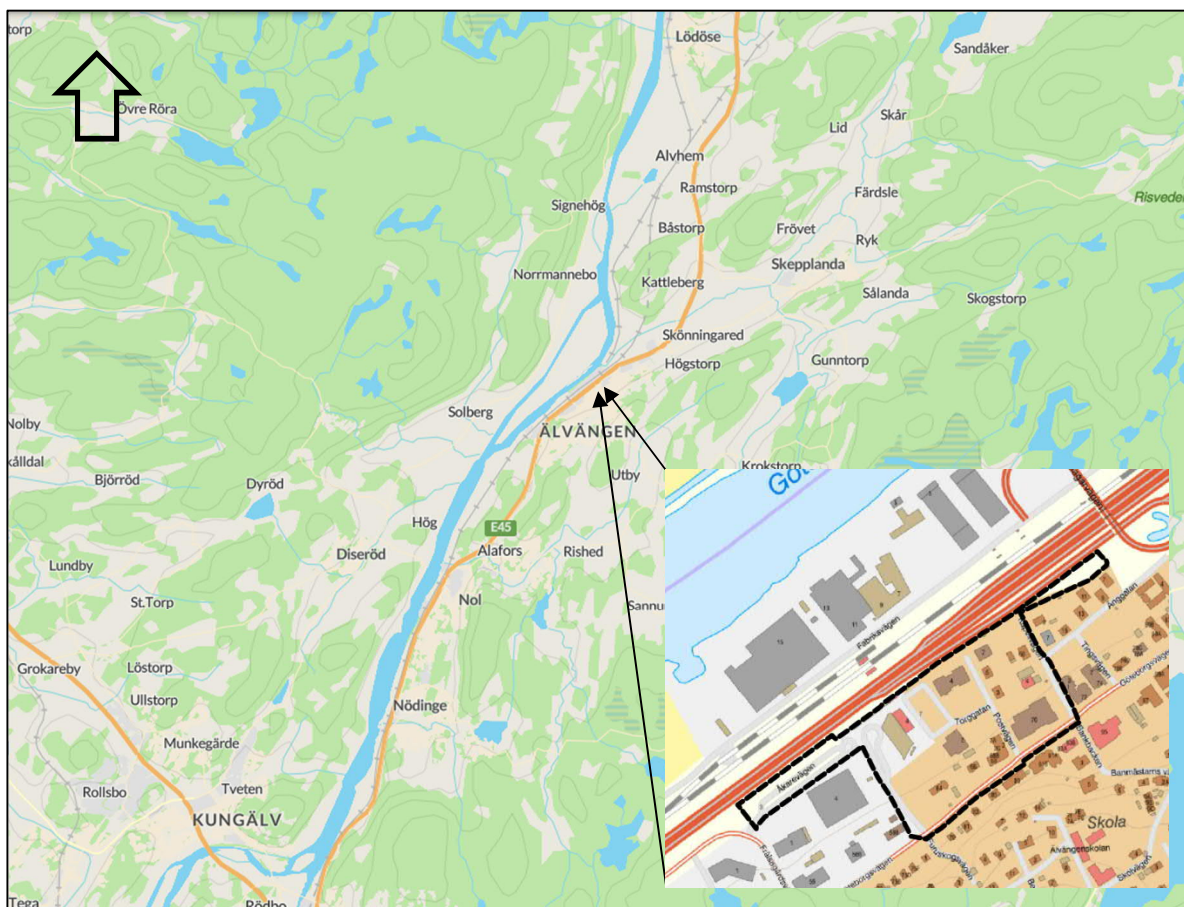
INNEHÅLL

1	INLEDNING	7
2	OMRÅDESGEMENSAMMA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR VA-FÖRSÖRJNING	8
2.1	BEFINTLIG OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING	8
2.2	MARKFÖRHÅLLANDEN	9
2.3	DAGVATTENHANDBOK ALE KOMMUN	10
3	VATTENFÖRSÖRJNING SAMT AVLEDNING AV SPILLVATTEN	11
3.1	BEFINTLIG LEDNINGSSITUATION	11
3.2	TRYCKFÖRHÅLLANDEN OCH BERÄKNINGAR	11
3.3	BRANDVATTENFÖRSÖRJNING	13
3.4	DIMENSIONERANDE SPILLVATTENFLÖDEN	14
4	BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING – FRAMTIDA FLÖDEN	16
4.1	RECIPIENT OCH MILJÖKVALITETSNORMER	19
4.2	VATTENSKYDDSSOMRÅDE	20
4.3	MARKAVVATTNINGSFÖRETAG	22
4.4	ANALYS OCH BERÄKNINGAR	22
4.4.1	Dimensionerande dagvattenflöden vs. kapacitet	23
4.4.2	Framtida dagvattenflöden enligt planförslag	25
4.4.3	Skyfall	26
4.4.4	Stigande vattennivå i Göta älv	27
4.4.5	Fördröjningsbehov av dagvatten	29
4.4.6	Föroreningar i dagvatten	30
5	FÖRSLAG TILL FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING	32
5.1	ÖVERSILNINGSYTOR	32
5.2	SKELETTJORDAR	33
5.3	UNDERJORDISKA SEDIMENTATIONSMAGASIN / SEDIMENTATIONSBRUNNAR	35
5.4	KOMPLETTERANDE DAGVATTENHANTERING FRÅN PARKERINGSYTOR	37
5.5	RENINGSEFFEKT LÖSNINGSFÖRSLAG - PÅVERKAN PÅ MILJÖKVALITETSNORMER	38
5.5.1	Konsekvenser av planförslaget på miljö kvalitetsnormerna för ytvatten	39
5.6	ANDRA FÖRDRÖJNINGS- OCH RENINGSLÖSNINGAR	40
5.6.1	Växtbäddar	40
5.6.2	Gröna tak	42
5.7	EKOSYSTEMTJÄNSTER	43
5.7.1	Exemplet Augustenborg	43
5.8	SKYFALLSLEDER EFTER EXPLOATERING	44
6	KOSTNADER	45
6.1	ANLÄGGNINGSKOSTNAD FÖR TRÄD OCH SKELETTJORDAR	45
7	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	46

8 REFERENSER	47
9 BILAGOR	48

1 INLEDNING

WSP Sverige AB har av Ale kommun fått i uppdrag att utföra en VA- dagvattenutredning för fastigheterna Utby 2:76 m fl. i Älvängen, Ale kommun. Planområdet ligger i Älvängen centrum på sydöstra sidan om E45. Området är drygt 5,3 hektar till storleken och består av resecentrum, flerbostadshus med verksamheter, parkeringsplatser, villor, och gräsytor. Området gränsar till E45 i nordväst, Kapellvägen i nordost, Göteborgsvägen i sydost och Hantverkaregatan-Åkarevägen i sydväst. Ale kommun planerar för en ändring av detaljplanen där förslag på nya bostäder, nya torgytor och nya parkeringsytor ska ingå. Planområdets lokalisering framgår av figur 1.



Figur 1. Planområdets läge i Älvängen. Ungefärlig plangräns streckad i svart. Bildkälla: www.hitta.se

2 OMRÅDESGEMENSAMMA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR VA-FÖRSÖRJNING

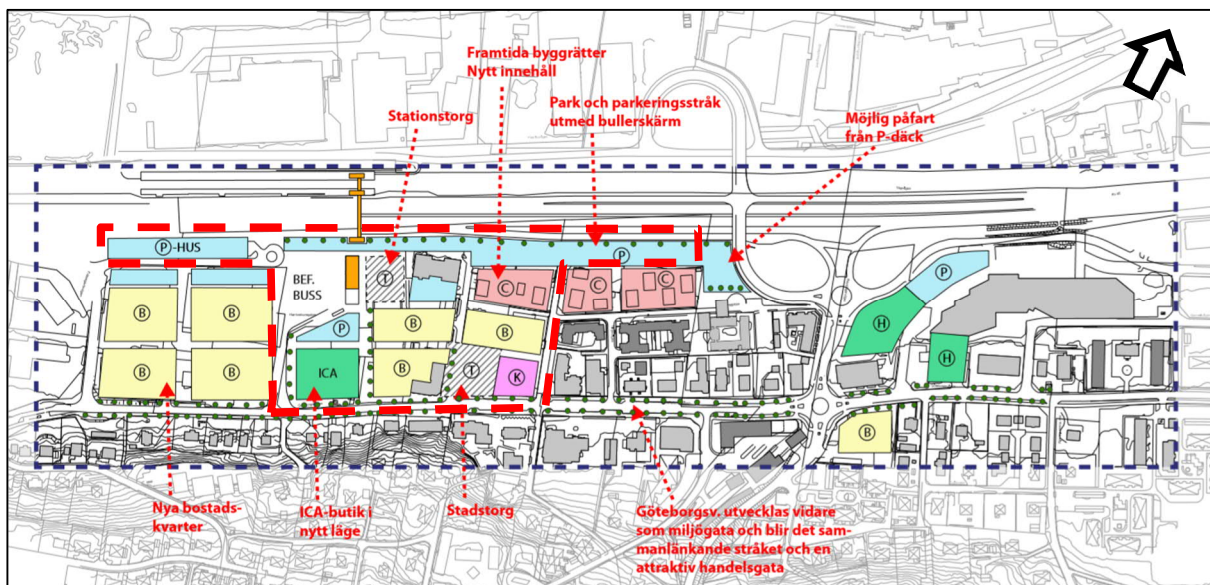
2.1 BEFINTLIG OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING

Planområdet är ca 5,3 hektar stort och består idag av ett femtontal tomter med villor, flerbostadshus, hårdgjorda ytor i form av parkeringsplatser, bussterminal samt grösytor. Planområdet lutar ned mot E45 med de högsta punkterna vid Göteborgsvägen. Höjdskillnaderna mellan de högsta punkterna vid Göteborgsvägen i sydväst och lägsta punkt vid E45 är ca 5 meter.



Figur 2. Befintlig markanvändning. Ungefärliga planområdesgränser i rött. Bildkälla: www.scalgo.com.

Ett översiktligt skissförslag avseende framtida bebyggelse och markanvändning är framtaget 2014. Förslagen framgår av figur 3. Planskissen har använts som underlag för beräkningar utifrån framtida markanvändning för planområdet. Enligt uppdaterad info från beställaren är exploateringsgraden i den rosamarkerade ytan i östra delen (C) inom utredningsområdet osäker.

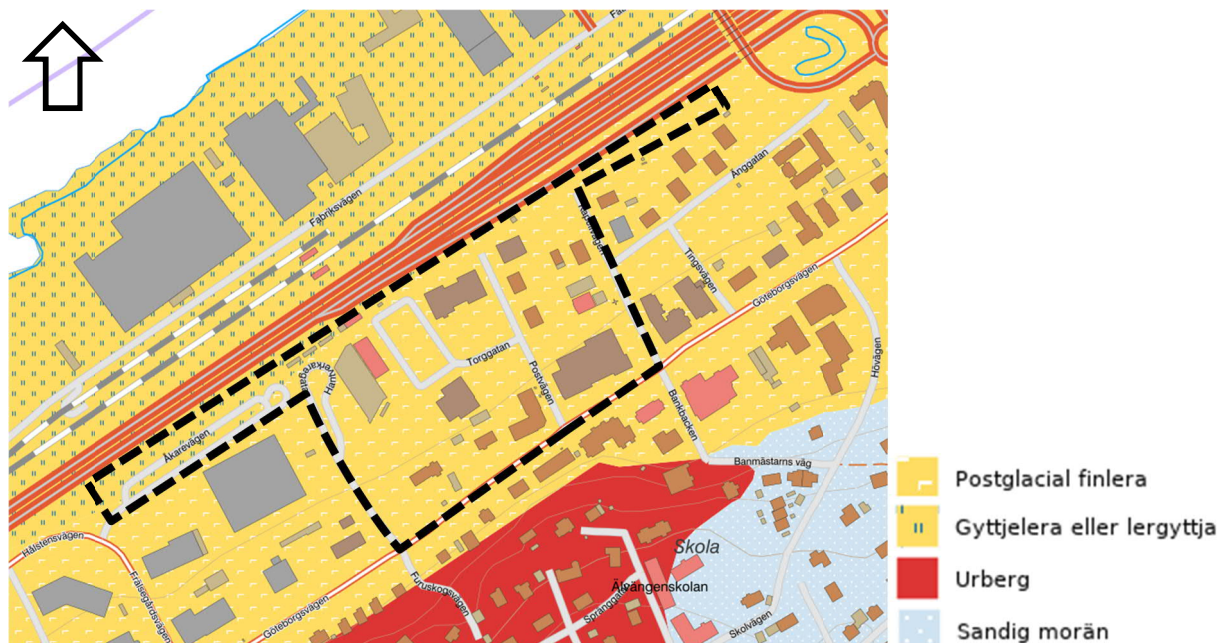


Figur 3. Strukturskiss över planerad utformning. Röd streckad linje utgör gräns för utredningsområde. Källa: Ale kommun.

2.2 MARKFÖRHÅLLANDEN

Planområdet består enligt jordartskartan uteslutande av postglacial finlera under fyllningslagren, se figur 4. Detta innebär att infiltrationsmöjligheterna för dagvattnet antas vara begränsade i planområdet. Lerans mäktighet bedöms vara ca 20–30 m under Göteborgsvägen och i centrum har undersökningar utförts som visar på lera ned till 50–60 m djup. Planområdet kan även betraktas som instängt då E45 ligger mellan recipienten och planområdet.

Geotekniska undersökningar i området har utförts vid flertalet tillfällen, bl. a 1971, 1981, 1989 och 1991 (GF konsult), samt i samband med projekteringen av väg E45 (WSP 2008-02-05). Ett geotekniskt PM finns gällande fastigheten Utby 1:134 (i hörnet Postvägen-Göteborgsvägen) från 1992 (GF konsult). I det dokumentet konstateras att dåvarande befintliga hus på den fastigheten har grundlagts med betongpålar till fast botten, och antagande görs att jorden i området utgörs av mycket lös och sättningsbenägen lera. Vid provtagningar som utfördes inför planerad utbyggnad av kyrkan i Älvängen i april 1981 konstaterades en grundvattenyta 0,8 meter under markytan vid ett av provtagningshålerna. Vid undersökning på fastighet 1:152 (ungefär mitt i nuvarande planområde) i mars 1989 görs antagande att grundvattenytan i normalfallet ligger ca 0,5 m under befintlig mark. I ett PM (Bohusgeo AB 2019-09-20) hänvisas till äldre undersökningar som visar fri vattenyta 0–0,5 m under marknivån.



Figur 4. Jordartskarta. Ungefärlig planområdesgräns markerad med svart. Källa: SGU.

Enligt Länsstyrelsens webb-GIS finns det potentiell risk för markföroreningar vid Ålvängens bussterminal, Hantverkaregatan och beror på nuvarande verksamhet, busstrafiken.

2.3 DAGVATTENHANDBOK ALE KOMMUN

Ale kommun har i dokumentet *Dagvattenhandbok för Ale kommun* ett verktyg för att implementera de arbetsätt som syftar till att nå målen i kommunens antagna dagvattenpolicy. De åtgärder och riktlinjer som anges för att uppnå en hållbar dagvattenhantering sammanfattas i följande lista:

- Uppkomsten av dagvatten och dagvattenföroreningar ska minimeras genom medvetna materialval, att inte hårdgöra ytor i onödan och genom att anlägga genomsläppliga beläggningar.
- Dagvatten ska hanteras lokalt, fördröjas nära källan, avledas i öppna och tröga system och vid behov hanteras ytterligare innan det når recipienten.
- I första hand ska öppna, gröna dagvattenanläggningar som bidrar till god gestaltning och ekosystemtjänster anläggas.
- Dagvattenanläggningar ska utformas utifrån plats specifika förutsättningar och för att möjliggöra god drift och underhåll.
- Höjdsättningen ska utformas så att dagvatten kan avrinna ytligt vid extrema skyfall då dagvattensystemen går fulla.
- Vid ny- och större ombyggnation ska vatten från hårdgjorda ytor ledas till lokala dagvattenanläggningar med en fördröjningskapacitet som motsvarar 20 mm nederbörd per reducerad area.
- Vid detaljplaneläggning ska kommunen i första hand arbeta med kommunalt huvudmannaskap och dagvattenanläggningar på allmän platsmark.
- Utformning av anläggningar ska anpassas för att möjliggöra god drift och underhåll.
- Reningskrav finns definierade utifrån dagvattnets föroreningshalt och recipientens skyddsklass.

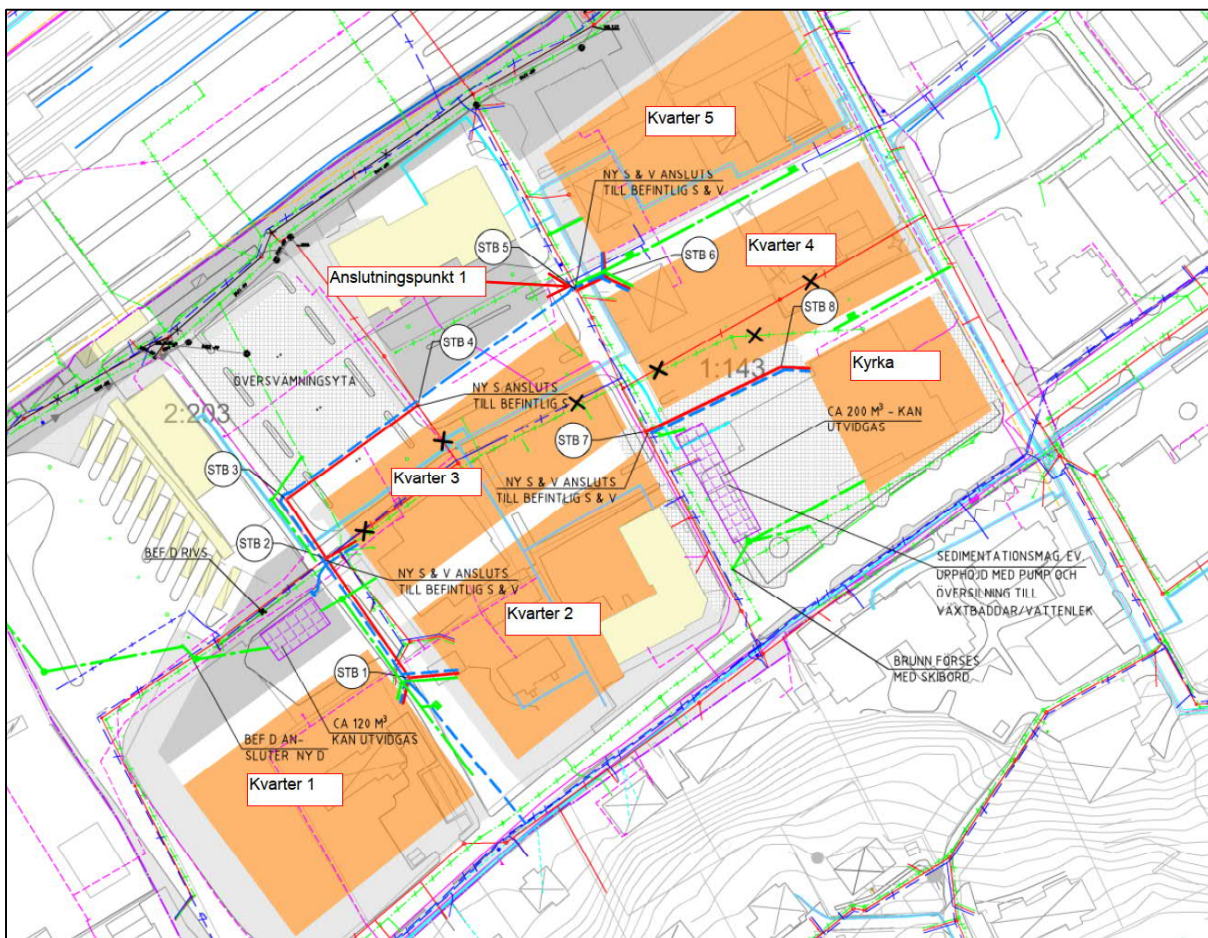
3 VATTENFÖRSÖRJNING SAMT AVLEDNING AV SPILLVATTEN

3.1 BEFINTLIG LEDNINGSSITUATION

Idag förses befintliga byggnader med kommunalt VA via ledningsserviser för vatten och spillvatten vid intilliggande gator. Servisdimensionerna är okända. Vid E45 i nordvästra delen av planområdet finns 2 pumpstationer för spillvatten som pumpar spillvatten i nordöstlig riktning. Övriga spillvattenledningar i området är av typen självfallsledningar. Ett huvudstråk för spillvatten följer E45 med betongledning i dimension 400 mm. Till denna ledning ansluter spillvattenledningar med dimension 200 och 225 mm. Det finns även ett antal ledningssträckor i planområdet med dimensionerna 150 och 160 mm.

Dricksvattenledningar följer dag- och spillvattenledningar i planområdet.

På grund av ny exploatering av bostäder kommer befintliga ledningar att både rivas och flyttas. Detta medför även en del nya anslutningspunkter på befintliga ledningar. I den södra delen av exploateringsområdet kommer tre nya kvarter att byggas. Kvarter 1 och 2 berör inte befintliga ledningar, endast nya serviser tillkommer. Kvarter 3 kommer att byggas precis ovan befintliga dagvatten, vatten och spillvattenledningar. Utredningens förslag är att flytta ledningarna nordväst om nytt kvarter 3 för att sedan ansluta på befintliga ledningar i nordöst vid anslutningspunkt 1, se fig. 5. Exploateringen i kvarter 5 är, enligt uppdaterad information från beställaren, osäker.



Figur 5. Översikt kvartersindelning och förslag på anslutningar.

Tryckförluster för serviser visas i tabell 1.

Tabell 1. Tryckförluster.

Beskrivning	Kv 1	Kv 2	Kv 3	Kv 4	Kv 5	Kyrka	Måttenhet
Höjd vid anslutningspunkt	3,17	3,17	3,0	1,95	1,95	2,7	möh
Högsta tappställe (+15 mvp)	40	40	39	32,7	32,8	25,4	möh
Längd på servis	6,5	14,5	10	8	6	44	meter
Friktionsförlust Ø63	6,5*0,05 = 0,33	14,5*0,05 = 0,73	10*0,05 = 0,5	8*0,05 = 0,4	6*0,05 = 0,3	-	mvp
Erforderligt tryck med friktionsförluster som behövs vid servis anslutning	37	37,5	36,5	31,2	31,2	-	mvp

Kvarter 1, 2 och 3

Där anslutningspunkt 1 (se bilaga 2) sker, kommer vatten att matas från STB 5-STB 2. Detta innebär att ledningen måste kunna generera ett flöde som är lika stort som det sannolika flödet för alla 3 fastigheterna tillsammans. Det ger ett totalt flöde på 3 l/s * 3 fastigheter = 9 l/s

Friktionsförlusterna med en vattenföring på 9 l/s ger enligt Colebrooks diagram; En ledningsdimension Ø110 mm, ger friktionsförluster på 30 promille och en hastighet på 1,5 m/s. Sträckan mellan nya serviser och anslutningspunkt på befintlig ledning är ungefär 150 meter.

Med hjälp av längden och friktionsförlusten räknas detta om till förlorat tryck, i meter vattenpelare.

$$0,030 * 150 = 4,5 \text{ mvp}$$

Dimensionen vid anslutningspunkt 1, är av Ø110 PE. Trycket som finns vid anslutningen i ledningen är 63mvp. Trycket som behövs för ny ledning blir; 37,5 + 4,5 = 42 mvp Detta ger en marginal på 21 mvp. För att kunna leverera det tryck och flöde som behövs fram till kvarter 1,2 och 3 behövs en ny vattenledning dimension Ø110mm.

Kvarter 4 och 5

Vattenledning för kvarter 4 och 5 kommer också att ansluta vid anslutningspunkt 1. Det innebär att ledningen fram till serviserna måste kunna leverera ett flöde som är lika stort som det sannolika flödet för de båda fastigheterna tillsammans. Det ger ett flöde på 3 l/s * 2 fastigheter = 6 l/s.

Friktionsförlusterna med en vattenföring på 6 l/s ger enligt Colebrooks diagram följande: En ledningsdimension Ø90 mm, ger friktionsförluster på 40 promille och en hastighet på 1,5 m/s. Sträckan mellan nya serviser och anslutningspunkt på befintlig ledning är ungefär 9 meter.

Med hjälp av längden och friktionsförlusten räknas detta om till förlorat tryck, i meter vattenpelare.

$$0,040 * 9 = 0,36 \text{ mvp}$$

Trycket som behövs vid anslutningspunkt 1 för ledningen till kvarter 4 och 5 blir; 31,2 mvp + 0,36 mvp = 31,6 mvp. Befintlig lednings dimension är av Ø110 PE, och har ett befintligt tryck på 63 mvp. Detta ger en marginal på 31,4 mvp. För att kunna leverera det tryck och flöde som behövs fram till kvarter 4 och 5 behövs en ny vattenledning dimension Ø90mm.

Kyrka

Antagande har gjorts att 50–100 personer i genomsnitt brukar kyrkan, när den används. Enligt figur 7.2.2:1 i svenskt vatten P83 räknas det dimensionerande flödet fram. Det sannolika flödet som är det dimensionerande flödet blir 2 l/s. Friktionsförlusterna som blir mellan kyrkan och servisanslutning räknas fram med hjälp av Colebrooks diagram. En ledningsdimension $\varnothing 63$ mm, ger friktionsförluster på 25 promille och en hastighet på 1,0 m/s. Mellan servisanslutning och ny kyrka är det 44 meter.

Med hjälp av längden och friktionsförlusten räknas detta om till förlorat tryck, i meter vattenpelare.

$$0,025 \cdot 44 = 1,1 \text{ mvp.}$$

Trycket som behövs vid servisanslutningen till kyrkan blir;

Höjdskillnaden mellan anslutningspunkt i serviser, och högsta tappstället blir; $25,4 - 2,7 = 22,7$ mvp

Detta tillsammans med de förlorade friktionsförlusterna blir; $22,7 + 1,1 = 23,8$ mvp.

Trycket vid anslutningspunkten är okänt. Men omkringliggande tryck på vattenledning ligger runt 63 mvp. Antagande har gjorts att ett tryck på 60 mvp finns vid anslutningspunkt.

Detta ger en marginal 36,2 mvp.

Befintlig lednings dimension är av $\varnothing 110$ PE. Trycket som finns är tillräckligt för att klara av att generera rätt flöde till kyrkan. För att kunna leverera det tryck och flöde som behövs fram till kyrkan behövs en ny vattenledning (servis) dimension $\varnothing 63$ mm.

3.3 BRANDVATTENFÖRSÖRJNING

Tryckförhållanden

I nuläget finns 6 brandposter i närheten av det nya exploateringsområdet. Efter en bedömning med hänsyn till kravet om 75 meter mellan brandposter, innebär detta att en ny brandpost behövs i den nordvästra delen av området. Detta är för att täcka området runt kvarter 1 vid eventuell brand, se bilaga 2.

Enligt svenskt vatten P83, tabell 2.3 ska bostadsbebyggelser över 4 våningar, ha en brandpost med en släckvattenförbrukning på 20 l/s. Från brandpost till anslutningspunkt kommer även fastigheter från kv. 1, 2 och 3 vara anslutna. Varje fastighet har ett sannolikt flöde på 3 l/s. $3 \text{ l/s} \cdot 3 \text{ fastigheter}$ ger ett flöde på 9 l/s. Detta tillsammans med flödet för brandposten blir 26 l/s.

De totala tryckförlusterna redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Tryckförluster för brandvatten.

Beskrivning	Brandpost	Måttenheter
Höjd på marknivå vid brandpost	4,25	möh
Marknivå + 15 mvp	$4,25 + 15 = 19,25$	mvp
Höjd på den lägsta anslutningspunkten	1,9	möh
Befintligt tryck vid anslutningspunkt	63,9	mvp
Erforderligt tryck som behövs vid anslutningspunkt	$19,25 - 1,9 = 17,4$	mvp

Förslag på ledningsdimension

Med hjälp av Colebrooks diagram i P83 har vattenhastigheten samt friktionsförlusterna i en 110-ledning kontrollerats. De två olika scenarierna som har kontrollerats är vid dimensionerande flöde samt flöde när inte brandposten används. Ledningslängden som antas är 150 m.

V 110 PE

Flöde: 29 l/s -> 3,8 m/s och 27 mvp (180 ‰ x 150 m)

Flöde: 9 l/s -> 1,2 m/s och 2,7 mvp (18,22 ‰ x 150 m)

Flöde 29 l/s, ger totala tryckförluster på 27 + 17,4 = 44,4 mvp

Flöde 9 l/s, ger totala tryckförluster på 2,7 + 17,4 = 20,1 mvp

Den befintliga ledningen vid anslutningspunkten klarar av båda scenarierna då det befintliga trycket idag är på 63,6 mvp. Vid ett flöde på 29 l/s, när ett flöde till både brandposten och fastigheterna är inräknade, ger detta väldigt höga hastigheter. Om man istället jämför med ett flöde på 9 l/s, när endast flöde till fastigheterna är inräknade, ges betydligt bättre hastigheter.

3.4 DIMENSIONERANDE SPILLVATTENFLÖDEN

Dimensioneringsförutsättningar

I den nya exploateringen har det uppskattats att 60 lägenheter kommer att upprättas per kvarter. Enligt svenskt Vatten P110 är antal personer per lägenhet 2,5. Detta ger 150 personer per kvarter. När antalet anslutna personer är i intervallet 100–1000 och industrianslutning saknas, bestäms det dimensionerande flödet med hjälp av figur 4.1 i svenskt vatten P110. Med 150 personer per lägenhet blir det dimensionerande flödet 6,7 l/s per kvarter. Väster om exploateringsområdet planeras det att byggas 900–1100 nya bostäder. Bedömningen har gjorts att det inte ska behöva påverka de ledningar som berörs i denna exploatering, utan en bättre lösning är att leda det spillvattenflödet mot den planerade pumpstationen där det nya p-huset föreslås. Denna pumpstation är inget förslag i denna utredning; den ingår i ett åtagande som Trafikverket har gentemot Ale kommun i samband med att den nya sträckningen av E45 uppfördes.

Det dimensionerande flödet för kyrkan har räknats fram med hjälp av formeln

$Q \text{ (dim)} = K * \sqrt{DU * \text{antal lgh}}$. Där K är sannolikhetsfaktor och är ett mått på användningsfrekvenser för de olika tappställena. DU är lika med summerande normflödet för en kyrka. Vi har gjort ett antagande att kyrkan kommer att vara utrustad med följande faciliteter:

Diskbänk i restaurang o dylikt: 1,2 l/s

Tvättmaskin >5 kg: 1,2 l/s

Hushållsdiskmaskin: 0,6 l/s

Städ: 0,9 l/s

Vattenklosett: 1,8 l/s x 6 st toaletter = 10,8 l/s

Det summerande normflödet för kyrkan blir: $1,2+1,2+0,6+0,9+10,8 = 14,7 \text{ l/s}$

$K \text{ för kyrka} = 0,7$ $DU \text{ för kyrka} = 14,7 \text{ l/s}$.

Det dimensionerande flödet för kyrkan blir; $0,7 * \sqrt{14,7 * 1} = 2,7 \text{ l/s}$

Tabell 3. Beräkning av dimensionerande spillvattenflöden.

Beskrivning	Kv 1	Kv 2	Kv 3	Kv 4	Kyrka	Måttenhet
Antal personer	150	150	150	150	50	-
Antal lägenheter	60	60	60	60	20	-
Dimensionerande flöde	6,7	6,7	6,7	6,7	2,7 l/s	l/s
Med säkerhetsfaktor 1,5	10	10	10	10	4,1	l/s

Flöden från kvarter 1, 2 och 3

Enligt svenskt vatten P110 är beräkningen av dimensionerande spillvattenflöden behäftad med stora osäkerheter. En säkerhetsfaktor på minst 1,5 bör användas vid nya ledningar för att klara av alla förekommande flöden utan att uppdämning ska ske.

Den nya anslutningen vid STB 4 kommer spillvattenflöde från kvarter 1, 2, 3 och flöde från Älvängens cykel att bidra. Den ökade mängden från kvarter 1,2 och 3, vid fylld ledningssektion kommer att vara, med säkerhetsfaktor, $10 \text{ l/s} * 3 \text{ fastigheter} = 30 \text{ l/s}$. Den befintliga ledningen från Älvängens cykel är en BTG Ø225. Då vattengångarna är osäkra har ett antagande gjorts att befintlig ledning idag lutar 10 promille. Det ger ett flöde på 47 l/s. Det flöde som ny ledning mellan brunn STB 2-STB 4 behöver klara av blir; $30 \text{ l/s} + 47 \text{ l/s} = 77 \text{ l/s}$

Den befintliga ledningen nedströms vid STB 4 är i betong med dimensionen Ø225 mm. Vattengången på nedströms ledning är osäker, men ett antagande att en minsta lutning på 10 promille finns. Då klarar ledningen, vid fylld ledningssektion ett flöde på 47 l/s. Detta innebär att den befintliga ledningen behöver kontrolleras med exakta vattengångar för att få fram rätt flöde som ledningen klarar av. Om ledningen inte klarar av nytt flöde behöver befintlig ledning nedströms läggas om. Rekommendationen är dock att dimensionera upp ledningen. Ny ledning mellan STB 4-STB 2 behöver klara av ett flöde på 77 l/s. Med en ny ledning, dimension Ø 300 mm och lutning 10 promille, klarar ledningen av ett flöde på 101 l/s. Det ger en marginal på 24 l/s.

Från brunn STB 2 till STB 1 kommer endast vatten från kvarter 1 och 2 bidra. Det ger ett flöde, med säkerhetsfaktor, $10 \text{ l/s} * 2 \text{ fastigheter} = 20 \text{ l/s}$. Med en ny ledning, dimension Ø 200 mm och lutning 10 promille, klarar ledningen av ett flöde på 34 l/s. Det ger en marginal på 14 l/s.

Flöde från kvarter 5 och 6

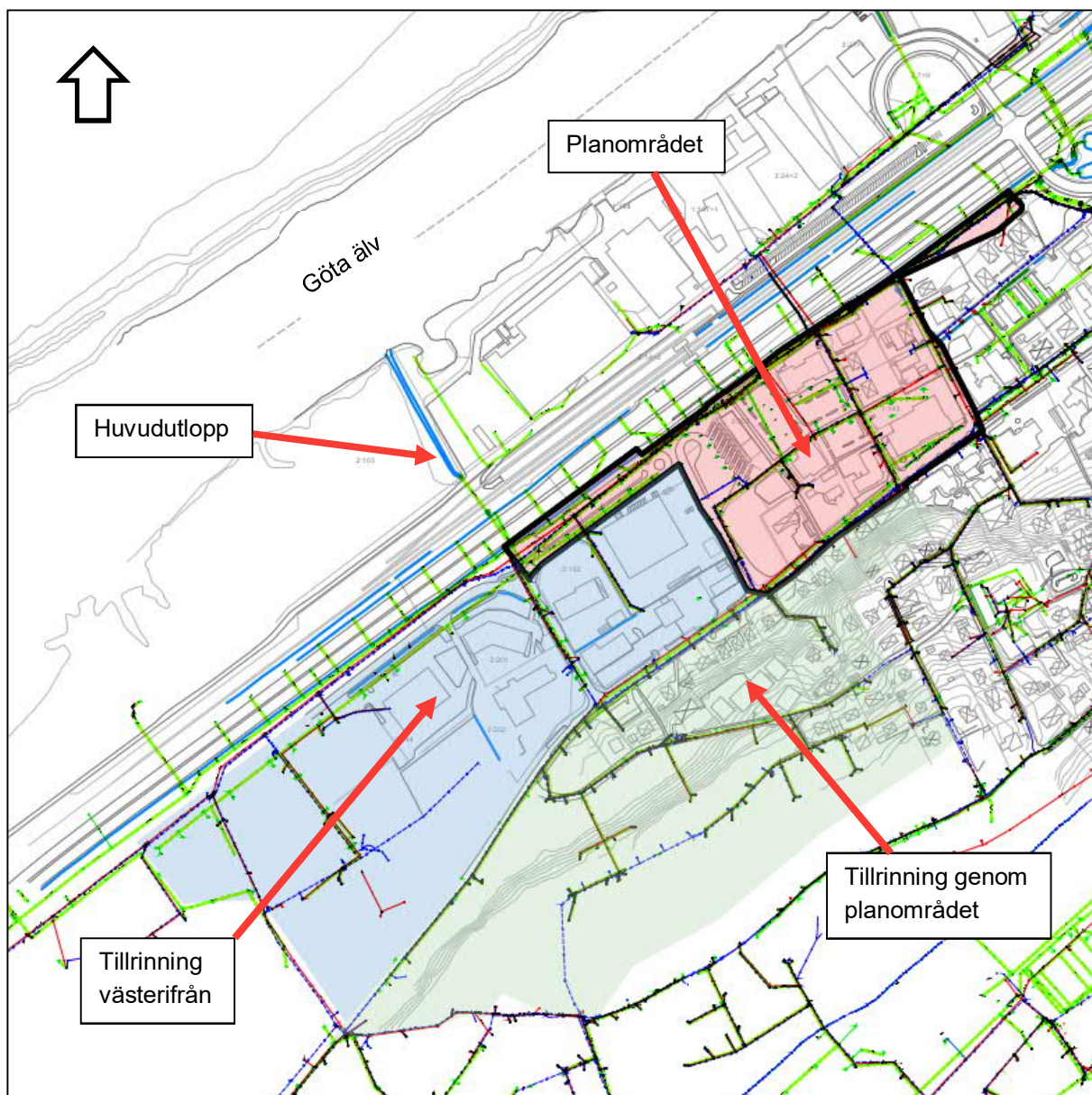
Vid STB 5 kommer anslutning från kvarter 4 och från kyrkan att bidra till ökat flöde. Det totala flödet blir med säkerhetsfaktor, 10 l/s för kvarter 4 + $4,1 \text{ l/s}$ för kyrkan = $14,1 \text{ l/s}$. Befintligt kvarter norr om nytt kvarter 4 kommer att vara intakt och ingen nybyggnad kommer att ske där. Det innebär att även flödet från kvarteret kommer att vara intakt. Nedströms STB 5 finns idag en plastledning med dimension 200 mm. Ledningen har idag en lutning på 15 promille och klarar vid fylld ledningssektion ett flöde på 43 l/s. Ledningen mellan STB 5 och STB 6 behöver klara av flödet från kvarter 5. Flödet från kvarteret, blir med säkerhetsfaktor, 10 l/s . För att klara av ett flöde på 10 l/s behövs en ledning med dimension 160 mm och lutning 10 promille. Detta ger vid fylld ledningssektion ett flöde på 19 l/s. Det ger en marginal på 9 l/s.

Kyrkan

Det dimensionerande flödet för kyrkan med säkerhetsfaktor blir 4,1 l/s. För att klara av ett flöde på 4,1 l/s behövs en ledning med dimension $\varnothing 160$ mm och lutning 10 promille. Detta ger vid fylld ledningssektion ett flöde på 19 l/s. Det ger en marginal på 15 l/s.

4 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING – FRAMTIDA FLÖDEN

Avrinningsområden har kartlagts via kontroll av marklutning samt via undersökning av ledningsnät och brunnar. Dagvatten som berör Älvängens centrum och planområdet avrinner från en total yta om ca 26,8 hektar. Av detta uppgår planområdets yta till 5,3 hektar. Det sker en tillrinning av dagvatten via ledningsnät från uppströms områden söder om planområdet och denna yta uppgår till ca 11,2 hektar (grönskafferat i fig. 6). Dessutom berörs planområdets utlopp av tillrinning från en yta sydväst om planområdet (Älvängens östra industriområde, blåskafferat i fig. 6) uppgående till 10,3 hektar, se indelning i fig. 6 och bilaga 1.

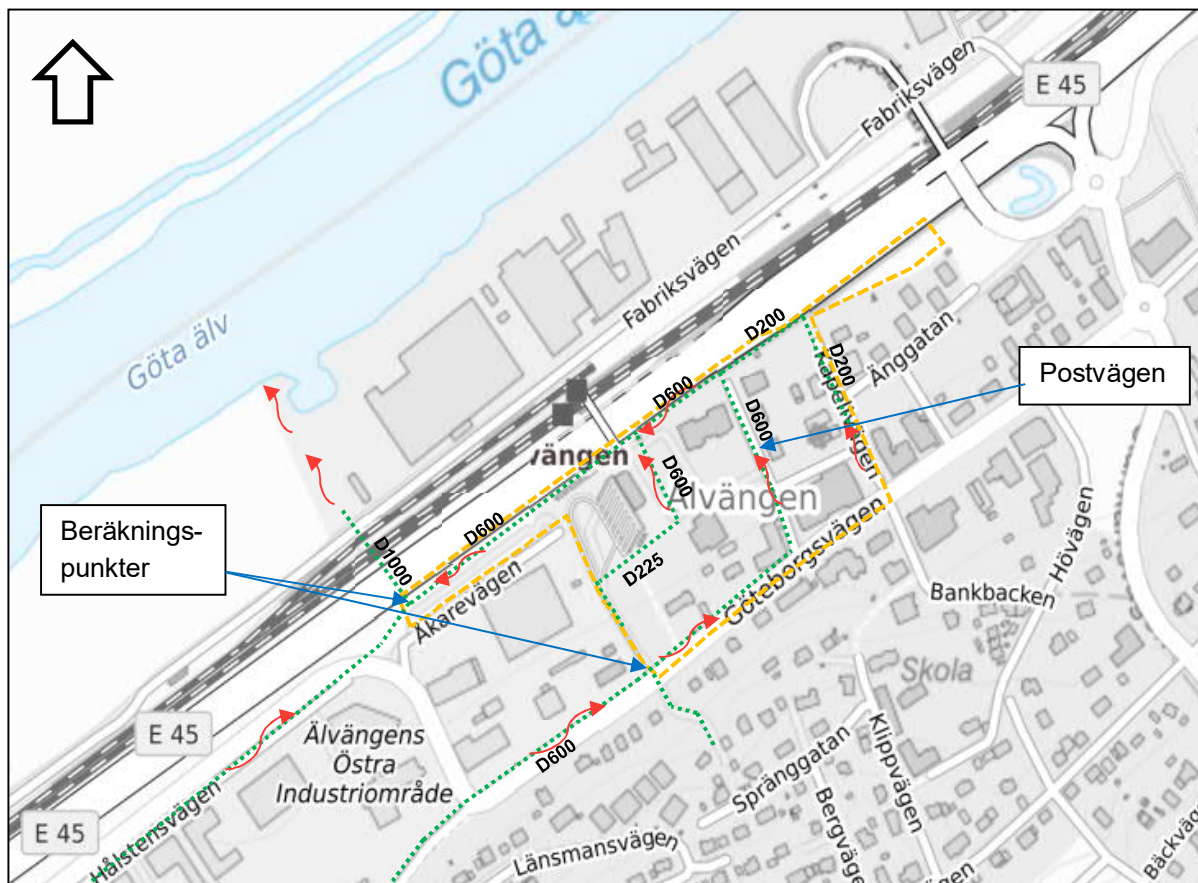


Figur 6. Tekniska avrinningsområden. Rosa skaffering: planområdet, grön skaffering: tillrinning via ledningsnät genom planområdet, blå skaffering: tillrinning till huvudutlopp, västerifrån.

Inom planområdet finns det ledningsnät för dagvatten mestadels längs befintliga gator. I planområdets sydvästra hörn, ca 220 m sydväst om Älvängens bussterminal finns en dagvattenledning i betong med dimension 1000 mm. Ledningen passerar under E45 och har utlopp i ett ca 130 m långt dike med koppling till Göta älv. Detta är den huvudsakliga avvattningsvägen från planområdet samt från Älvängens östra industriområde (blå skaffering i fig. 6). Det stora ledningsstråket inom planområdet ligger sedan uppströms längs östra sidan om E45 fram till Postvägen, se fig 7. Parallellt med E45 finns även ett separat ledningsnät som avvattnar E45 samt ett ca 150 m långt dike i sydvästra delen. Den huvudsakliga hanteringen av dagvatten i kommunens huvudledningar sker via plastledningar med dimension 600 mm. Vid en brunn där Postvägen slutar går dels en ledning med dimension 200 mm längs E45 och dels en ledning med dimension 600 mm upp mot Göteborgsvägen. 200-ledningen går fram till Kapellvägen där den byter riktning och följer Kapellvägen uppströms (sydostlig riktning), drygt 100 meter. Den ledning som ligger längs Postvägen är i betong med dimension 600 mm. Ledningen går upp till Göteborgsvägen och följer denna väg uppströms i sydvästlig riktning. Flera vägar på östra sidan om Göteborgsvägen har anslutande ledningar till detta ledningsstråk se fig 6. Avrinning från en

yta på 11,2 hektar (grönskafferat i fig. 6) sker in till planområdet via denna ledning som följer Göteborgsvägen. Ledningen bedöms därmed vara den huvudsakliga avvattningsvägen där de största flödena genereras i ledningsnätet. Strax öster om Torggatan finns ytterligare en anslutande ledning i betong med dimension 600 mm. Denna ledning avvattnar parkeringsytor öster om Älvängens resecentrum samt ytor upp mot Hantverkarsvägen. Se översikt gällande huvudsaklig dagvattenavledning inom planområdet i fig. 7.

Ett antal dagvattensviser med okända dimensioner är anslutna på de ovan beskrivna ledningarna. Avvattning sker även från en stor del hårdgjorda ytor. I planområdet beräknas ca 67 procent av marken vara hårdgjord och ca 33 procent bestå av gräsytor. Av dessa 33 procent ligger knappt hälften av gräsytorerna i anslutning till väg E45.



Figur 7. Huvudsaklig avledning av dagvatten inom planområdet där Trafikverkets ledningsnät ej visas. Röda pilar visar flödesriktning.

Avvattningen från Älvängens östra industriområde leds till en nedstigningsbrunn i planrådets sydvästra del (Åkarevägen), där avledningen sker ut mot Göta älv.

Kapaciteten i delar av ledningsnätet för dagvatten har kontrollerats med Colebrooks diagram. Som underlag till detta har dimensioner och vattengångar hämtats från erhållet VA-underlag. Det kan konstateras att den befintliga ledningen som ligger parallellt med E45 inom planområdet och med dimension 600 mm bitvis har dålig lutning. Vid en av sträckorna är lutningen obefintlig enligt underlaget. När en ledning har mycket svag eller obefintlig lutning sker en gradvis ansamling av sediment i röret vilket ytterligare försämrar avledningskapaciteten. Den genomsnittliga kapaciteten från Postgatan fram till riktungs- och dimensionsförändringen vid Åkarevägen i sydväst uppskattas vara ca 330 l/s. Den ledning som leder dagvattnet vidare under E45 har emellertid avsevärt större avtappningsförmåga; ca 1100 l/s. Begränsningarna i kapacitet ligger alltså inom planområdet, och nere i ledningsnätet parallellt med E45, se bilaga 1.

Vid normal nederbörd utgör Göteborgsvägen avrinningsområdesgräns mot sydost. Vid extrem nederbörd antas en viss tillrinning av dagvatten ske in till planområdet från uppströms belägna ytor på sydöstra sidan om Göteborgsvägen. Därtill sker tillrinning via ledningsnät i Göteborgsvägen (grönskafferat område i fig. 6).

I flödesberäkningen har flöden beräknats separat för de tre tekniska avrinningsområdena enligt fig 6. Dagvattenflöden inom planområdet är beräknade med hög noggrannhet. Tillrinnande flöden som leds via planområdet samt flöden från Älvängens östra industriområde har beräknats något mer översiktligt.

4.1 RECIPIENT OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Recipienten för dagvatten är Göta älv. I VISS benämns denna del av vattenförekomsten *Göta älv – Älvängen till förgreningen med Nordre älv*. Sträckan är 14 km lång. Utbredningen kan ses i fig. 8.



Figur 8. Recipienten Göta älv - Älvängen till förgreningen med Nordre älv markerad med ljusblått. Bildkälla: VISS.

I VISS klassificeras *Göta älv – Älvängen till förgreningen med Nordre älv* enligt följande:

- Ekologisk potential Otilfredsställande.
- Kemisk status Uppnår ej god.

Göta älv är kraftigt modifierat bl. a med vattenkraftstationer uppströms vilket skapar vandringshinder och påverkar vattennivån som kan variera. Motiveringen för bedömningen av ekologisk potential är att åtgärder som vidtagits i syfte att förbättra ekologisk status inte innebär en väsentlig förbättring av de ekologiska kvalitetsfaktorerna. För att uppnå god ekologisk potential ska bl. a vandringsbenägna fiskarter kunna röra sig fritt inom vattenförekomsten samt till eventuella biflöden. Tillgången till lek- och uppväxtplatser ska också vara tillräcklig. Vattenförekomsten är emellertid inte påverkad av övergödning eller försurning, dock finns påverkan från miljögifter.

När det gäller kemisk status är halterna av kvicksilver samt polybromerade difenyletrar (PBDE) högre än gränsvärdena. Halterna av båda dessa ämnen överskrider kvalitetsnormen. Gränsvärdet för PBDE och kvicksilver överskrider i Sveriges alla ytvatten och beror bl. a på atmosfäriskt nedfall och långväga lufttransporter. Utöver detta har prover på sediment visat att halterna av tributyltenn (TBT) överskrider gränsvärdet.

Kvalitetskraven för vattenförekomsten är *God ekologisk potential* (senast 2027) och *God kemisk ytvattenstatus*.

Halterna för kvicksilver och PBDE anses på sin omfattning och sina spridningsvägar vara svåra att åtgärda; halterna får dock inte öka.

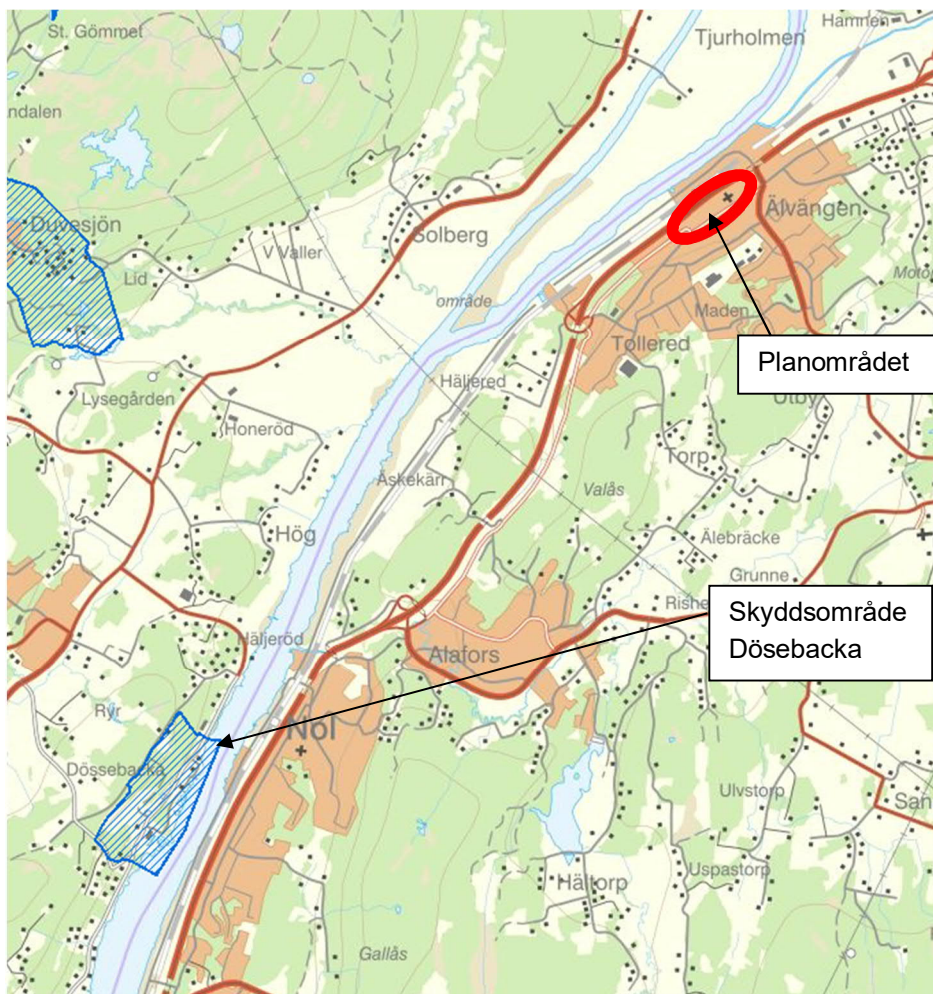
Bland övriga påverkanskällor nämns industriverksamhet, förorenade områden (bl. a. Älvängens industriområde, Carlmarks, Wicanders), deponier, jordbruk, transport och infrastruktur som ger eller kan ge upphov till utsläpp som innebär hög belastning av miljögifter. När det gäller transport och infrastruktur pekas trafikintensiteten ut som en tänkbar källa till höga halter av vissa metaller och PAH:er. Här har vattenförekomsten en betydande påverkan från förorenat dagvatten.

När markanvändningen förändras i aktuellt planområde väntas mängderna av föroreningar som följer med dagvattnet öka i området. Förslag på renings- och fördröjningsåtgärder presenteras i kapitel 5.

Möjligheterna att uppnå god ekologisk och god kemisk status i recipienten får inte försämrats i och med planförslaget. Dessutom ska ingen kvalitetsfaktor få försämrad status och det bör strävas mot att ingen enskild parameter får en försämrad status.

4.2 VATTENSKYDDSSOMRÅDE

Planområdet är beläget ca 6,5 km norr om skyddsområdet för vattentäkten vid Dösebacka vattenverk, se fig.8. Gällande föreskrifter för vattenskyddsområde för Göta älv beslutades av länsstyrelsen 2004. Förslag på nya föreskrifter och avgränsning finns framtagna. Arbetet sker gemensamt i de sex berörda kommunerna Vänersborg, Trollhättan, Lilla Edet, Ale, Kungälv och Göteborg. Kommunfullmäktige i Ale beslutade 2019-06-17 att godkänna förslaget till nya vattenföreskrifter och nytt vattenskyddsområde. Utredningen har tagit del av dokumentet *Förslag till vattenskyddsföreskrifter för Göta älv och Vänersborgsviken vattenskyddsområde* (2018-06-30). Förslaget innebär att en inre och en yttre skyddszon skapas för Göta älv. Inre skyddszon omfattar det vatten som inom 12 timmar når närmaste belägna råvattenintag. Eftersom råvattenintaget till Dösebacka vattenverk ligger ca 6,5 km nedströms aktuellt planområde kommer området att beröras av de nya vattenskyddsföreskrifterna. Det finns således en risk för att förorenat dagvatten från planområdet kan nå råvattenintaget inom 12 timmar.



Figur 8. Planområdet i förhållande till nuvarande vattenskyddsområde och råvattenintag, Dösebacka. Bildkälla: Naturvårdsverket.

De förslag till föreskrifter som anges i dokumentet sammanfattas enligt följande:

Kemikalier: Uppställning, hantering och lagring av behållare innehållande mer än 250 liter petroleumprodukter eller annat farligt gods är inte tillåtet, undantaget om förvaringen har sekundärt skydd och/eller förvaras på en hårdgjord yta inomhus som är under uppsikt samt saknar golvbrunn. Annan hantering av mer än 250 liter av dessa ämnen får ej ske utan anmälan. Undantag gäller för bränsle i drifttanken på fordon.

Miljöfarlig verksamhet:

Miljöfarlig verksamhet får ej bedrivas utan tillstånd. Sanering får ej ske utan tillstånd.

Farligt avfall: Lagring och deponi av farligt avfall är förbjuden. Undantag gäller om lagringen sker på plats utan avrinning till vatten eller infiltration i mark och där obehöriga ej har tillträde. Miljöstationer och farligt avfall som hanteras via tillståndsplikt enligt andra paragrafer undantas.

Avlopp: Utsläpp av spillvatten och processvatten får ej ske utan tillstånd. Undantag gäller för enskilda avloppsanläggningar som har tillståndsprövats enligt kap. 9 Miljöbalken. Spridning av avloppsslam och humanurin får ej ske utan tillstånd.

Dagvatten: Avledning av dagvatten får ej ske utan tillstånd. Undantag gäller avledning från tomtmark eller lokalgator.

Jord och berg: Markarbeten får ej ske utan tillstånd. Undantag gäller för markarbeten med sammanlagd volym som understiger 400 m³.

Uppläggnings av asfalt och oljegrus får ej ske utan anmälan.

Bekämpningsmedel:

Yrkesmässig spridning av kemiska växtskyddsmedel får ej ske utan tillstånd.

Skyltning: VA-huvudmannen ansvarar för att skyltning finns som informerar om vattenskyddsområdet.

4.3 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Enligt Länsstyrelsens informationskarta finns inga markavvattningsföretag inom planområdet.

4.4 ANALYS OCH BERÄKNINGAR

Beräkningar är utförda efter riktlinjer i Svenskt Vattens publikationer P104 "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem", samt P 110 "Avledning av dag-, drän-, och spillvatten".

Beträffande återkomsttider anges i P110 att minimikravet för VA-huvudmannen är att nya dagvattensystem ska dimensioneras efter 10-årsregn i områden med gles bostadsbebyggelse, och 20-årsregn i områden med tät bostadsbebyggelse. I en övergripande utredning från Norconsult anges att dagvattensystemet i Älvängens C bör dimensioneras efter återkomsttiden 10 år. Dagvattenflödet, både befintligt och framtida, har efter önskemål från beställaren samt p.g.a att området kan betraktas som instängt, beräknats utifrån regn med både 10 och 30 års återkomsttid i detta område. En klimatfaktor som motsvarar en framtida ökning av regnintensiteten med 25 procent har beaktats, enligt riktlinjer i P110.

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats med rationella metoden enligt följande:

$$Q = A \times (i \times kf) \times \varphi$$

där Q är det beräknade flödet (l/s), A är deltagande area (ha), i är regnintensiteten (l/s×ha), kf är klimatfaktorn och φ är avrinningskoefficienten. För olika typer av ytor som påverkar markavrinningen används följande avrinningskoefficienter:

- Takytor 0,9
- Befintligt industriområde 0,85
- Hårdgjorda ytor (asfalt, parkeringsplatser, gc-banor mm) 0,8
- Framtida torg (stensatt yta med grusfogar) 0,7
- Befintliga flerbostadshustomter 0,6
- Framtida nya bostadskvarter 0,6
- Befintliga villatomter 0,3
- Grusytor 0,2
- Gräsytor 0,1

En sammanvägd avrinningskoefficient för framtida bostadskvarter på 0,6 skulle exempelvis kunna innebära att kvarteret består av ca 35 procent takyta, ca 30 procent övrigt hårdgjorda ytor samt ca 35 procent gräs/grusytor. Ytan 2500 m² skulle därmed bestå av 875 m² tak, 750 m² övrigt hårdgjorda ytor samt 875 m² gräs/grusytor. Denna sammanvägning är gjord eftersom att nuvarande bebyggelseförslag för närvarande befinner sig på en övergripande nivå.

Beräkningarna av dagvattenflöden i kap. 4.4.1 bygger på blockregn. Under blockregn inträffar de mest intensiva regnen vid kort varaktighet. När regnet pågår under längre tid minskar intensiteten gradvis. Under längre tid hinner emellertid större ytor bidra till flödet. Den nederbörd som faller inom planområdet bedöms bidra till flödet inom 10 minuter i detta område. Denna bedömning baseras på det faktum att

avrinningen sker via hårdgjorda ytor och i ledningsnät där vattenhastigheten är högre än i exempelvis naturmark. När rinntiden för tillrinnande uppströms ytor beaktas är bedömningen att samtliga dessa ytor bidrar till flödet i planområdet vid 30 minuter.

Rinntiderna är baserade på följande uppskattade vattenhastigheter:

- Naturmark 0,1 m/s
- Dike, rännsten, asfalt 0,5 m/s
- Ledning 1,5 m/s

4.4.1 Dimensionerande dagvattenflöden vs. kapacitet

Vid beräkningar av dagvattenflöde har det förutsatts att det inte sker någon befintlig fördröjning av dagvatten gällande de undersökta områdena.

Inom planområdet

Beräkningsspunkten för planområdet är i sydvästra delen där dagvattnet avleds via ledning under väg E45. Bidragande ytor från planområdet uppgår till ca 5,33 ha och har följande fördelning avseende markanvändning:

Tak: 10 procent, asfalt/marksten: 52 procent, naturmark/gräs: 33 procent, grus: 5 procent.

Befintligt dagvattenflöde vid 10- och 30-årsregn kan utläsas ur tabell 4–5.

Tabell 4. Befintligt dagvattenflöde inom planområdet, 10-årsregn.

Varaktighet (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	5,33	2,92	228	665	285	831
20	5,33	2,92	151	441	189	551

Tabell 5. Befintligt dagvattenflöde inom planområdet, 30-årsregn.

Varaktighet (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	5,33	2,92	328	957	410	1196
20	5,33	2,92	217	633	271	791

Det dimensionerande flödet uppgår till 665 alt. 957 l/s. Om ingen exploatering görs kommer det framtida flödet ändå att öka p g a intensivare regn p g a klimatförändringar och uppgå till 831 alt 1196 l/s vid 10- respektive 30-årsregn. I kapitel 4 beskrivs att den dagvattenledning som följer E45 har begränsad lutning och en kapacitet på ca 330 l/s. Ledningsnätet längs E45 är därmed ungefärligen dimensionerat för att hantera ett 2-årsregn.

Tillrinnande ytor som avleds genom planområdet

Delavrinningsområdet är 11,2 hektar till storleken (grönskafferat i fig. 6 och bilaga 1). Beräkningsspunkten för delområdet är vid Göteborgsvägen i södra gränsen till planområdet (vid Älvängens cykel). Markfördelningen är följande: Villatomter: 52 procent, Flerbostäder: 5 procent, Asfalterade ytor: 11 procent, Gräs-Naturmark: 32 procent. Befintligt flöde kan utläsas ur tabell 6 och 7.

Tabell 6. Befintligt dagvattenflöde, tillrinnande område, 10-årsregn

Varaktighet (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	5,18	2,20	228	501	285	626
20	10,22	3,37	151	509	189	636
30	11,23	3,47	116	402	145	502

Tabell 7. Befintligt dagvattenflöde, tillrinnande område, 30-årsregn

Varaktighet (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	5,18	2,20	328	720	410	901
20	10,22	3,37	217	731	271	913
30	11,23	3,47	166	576	208	720

Vid 10-årsregn sker, vid 20 minuters varaktighet, en tillrinning på ca 509 l/s in till planområdet. Vid 30-årsregn är siffran 731 l/s. Den ledning som ligger längs Göteborgsvägen har som lägst en ungefärlig kapacitet på ca 600 l/s. Det här innebär att inklusive flöden från planområdet bedöms ledningsnätet i Postgatan inte kunna hantera 10-årsregnet. En uppskattning är att 5-årsregnet kan hanteras. Längre nedströms, parallellt med E45 minskar, som tidigare nämnts kapaciteten ytterligare. Vid korta och intensiva regn hinner emellertid delar av det regn som faller inom planområdet ledas bort vilket innebär att kapacitetsbristerna i ledningsnätet kan uppträda lite olika beroende på var regnet startar och hur det rör sig genom Älvängen. Det sämsta scenariot är om ett intensivt regn börjar sydost om planområdet och sedan rör sig in mot Älvängen centrum. I ett sådant scenario fylls ledningsnätet upp uppströms och när sedan skyfallet drabbar centrala Älvängen finns ingen plats i ledningsnätet att omhänderta dessa flöden.

Dagvattenflöden från Älvängens östra industriområde m fl.

Delavrinningsområdet uppgår till 10,3 hektar och består av industrimark (77%) och naturmark med gles bebyggelse (23%). Beräkningspunkten ligger vid den dagvattenbrunn varifrån dagvattnet leds under E45 och järnväg. Bedömningen görs att regn som faller inom industriområdet hinner bidra till flödet inom 10 minuter och nederbörd som faller på övriga ytor bidrar till flödet i beräkningspunkten vid 20 min. Tabell 8 och 9 visar beräknade dagvattenflöden från Älvängens östra industriområde (blå skaffering i fig 6 och bilaga 1) vid de olika studerade regnhändelserna.

Tabell 8. Befintligt dagvattenflöde, Älvängens östra industriområde, 10-årsregn.

Varaktighet (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	7,91	6,72	228	1532	285	1915
20	10,26	6,96	151	991	189	1239
30	10,26	6,96	116	759	145	949

Tabell 9. Befintligt dagvattenflöde, Älvängens östra industriområde, 30-årsregn.

Varaktighet (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	7,91	6,72	328	2204	410	2755
20	10,26	6,96	217	1424	271	1780
30	10,26	6,96	166	1089	208	1362

Enligt VA-underlag ansluter 2 dagvattenledningar i betong med dimension 400 mm via en brunn till brunnen där dagvatten från Älvängen östra möter dagvatten från planområdet (Åkarevägen-Frälsegårdsvägen). Kapaciteten i de två 400-ledningarna har uppskattats vara 334 + 296 l/s vilket innebär att det maximala flöde som kan uppstå i ledningsnätet från Älvängens östra industriområde och som leder fram till utloppsledningen uppgår till ca 630 l/s.

Kapacitet i ledningsnät inom planområdet

Kapaciteten i befintlig dagvattenledning (betong 1000 mm) som avleder dagvattnet under E45 mot recipienten bedöms uppgå till ca 1170 l/s med reservation för den näst sista ledningssträckan där befintlig dimension ej anges i underlaget. Norconsult anger kapaciteten till 1104 l/s i tidigare utredning. Som beskrivs i tidigare i detta kapitel finns det begränsningar i ledningsnätets kapacitet uppströms inom planområdet (genomsnittlig kapacitet 330 l/s parallellt med E45). Dessutom är ledningsnätet anslutet till dagvattennät uppströms planområdet via den ledning som följer Postgatan och sedan Göteborgsvägen (tabell 6–7). Därmed uppstår större flöden än de som anges i tabellerna 4–5 inom planområdet. Det finns därmed behov av fördröjningsåtgärder redan i befintlig situation.

4.4.2 Framtida dagvattenflöden enligt planförslag

Exploateringen innebär att andelen hårdgjorda ytor kommer att öka vilket innebär att även dagvattenflödena ökar. Flödesökningarna härrör även från den s k klimatfaktorn som innebär ett varmare klimat med mer intensiva blockregn i framtiden.

Regn från hela planområdet bedöms även i framtiden bidra till flödet vid regnvaraktigheten 10 minuter när man bortser från framtida fördröjningsåtgärder.

Fördelningen av markslag uppskattas bli följande efter exploatering:

Torgyta: 8%, GC-banor: 13%, vägar: 23%, Parkeringsplatser: 15%, Takytor utom tak i bostäder (framtidiga matvarubutik): 17%, Nya bostadskvarter: 14%, Gräsytor: 5%, Befintliga villor (kvarter 5): 5%. Detta ger en genomsnittlig avrinningskoefficient för planområdet på 0,76.

Baserat på denna markanvändning beräknas det framtida dagvattenflödet från planområdet uppgå enligt tabellerna 10–11.

Tabell 10. Framtida dagvattenflöde inom planområdet vid 10-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Varaktighet (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	5,33	3,86	228	880	285	1100

Tabell 11. Framtida dagvattenflöde inom planområdet vid 30-årsregn. Klimatfaktor 1,25 inkluderad.

Varaktighet (min)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Regnintensitet (l/s*ha)	Flöde (l/s)	Regnintensitet inkl. klimat- faktor (l/s*ha)	Flöde (l/s)
10	5,33	3,86	328	1266	410	1583

Vid jämförelse mellan tabellerna 4–5 (befintligt dagvattenflöde) och tabellerna 10–11 kan konstateras att tillkommande bebyggelse och fler hårdgjorda ytor innebär att reducerad area ökar och framtida dagvattenflöde i södra delen ökar med 435 l/s vid 10-årsregn (från 665 till 1100 l/s). Vid 30-årsregn är ökningen 626 l/s (från 957 till 1583 l/s). Orsaken till ökningen härrör från fler hårdgjorda ytor samt klimatfaktorn på 1,25.

De ökade flödet samt den begränsade kapaciteten längs E45 innebär att det kan vara klokt att skapa en ny avledningsväg så att de sträckor där kapaciteten är låg får ett minskat flöde. I bilaga 2 syns ett förslag på detta från norr om framtida kvarter 1, via Hantverkaregatan ned till Åkarevägen. Detta kan utvidgas så att stråket även hanterar flöden från ledningsnätet i Göteborgsvägen.

4.4.3 Skyfall

SMHI:s definition av *Skyfall* är när det regnar minst 50 mm på en timme eller 1 mm/minut. Skyfall inträffar i regel sommartid när luftlagren värmts upp och då en större andel fukt ansamlas i de höga luftlagren innan den plötsligt faller till marken.

Vid extrema regnhändelser mätas marken gradvis och därmed ökar avrinningskoefficienterna. En större del av det nedfallande regnet bidrar då till flödet. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap tar upp detta i publikationen *Vägledning för skyfallskartering* (Alfredsson, Bern 2017). Uppskattningen görs att 60–75 procent av regnvolymer rinner av på ytan beroende på hårdgjordhetsgrad. I en miljö med stor andel hårdgjorda ytor kommer andelen nedfallande vatten som avrinner på ytan inte att öka lika dramatiskt som i ett område med stor andel grön yta, men det dramatiskt ökade flödet kommer likväl att påverka området. Eftersom befintliga dagvattensystem inte har kapacitet att omhänderta 100-årsflödet kommer ledningssystemet att gå fullt och dagvatten kommer att rinna ytledes till lågpunkter i området.

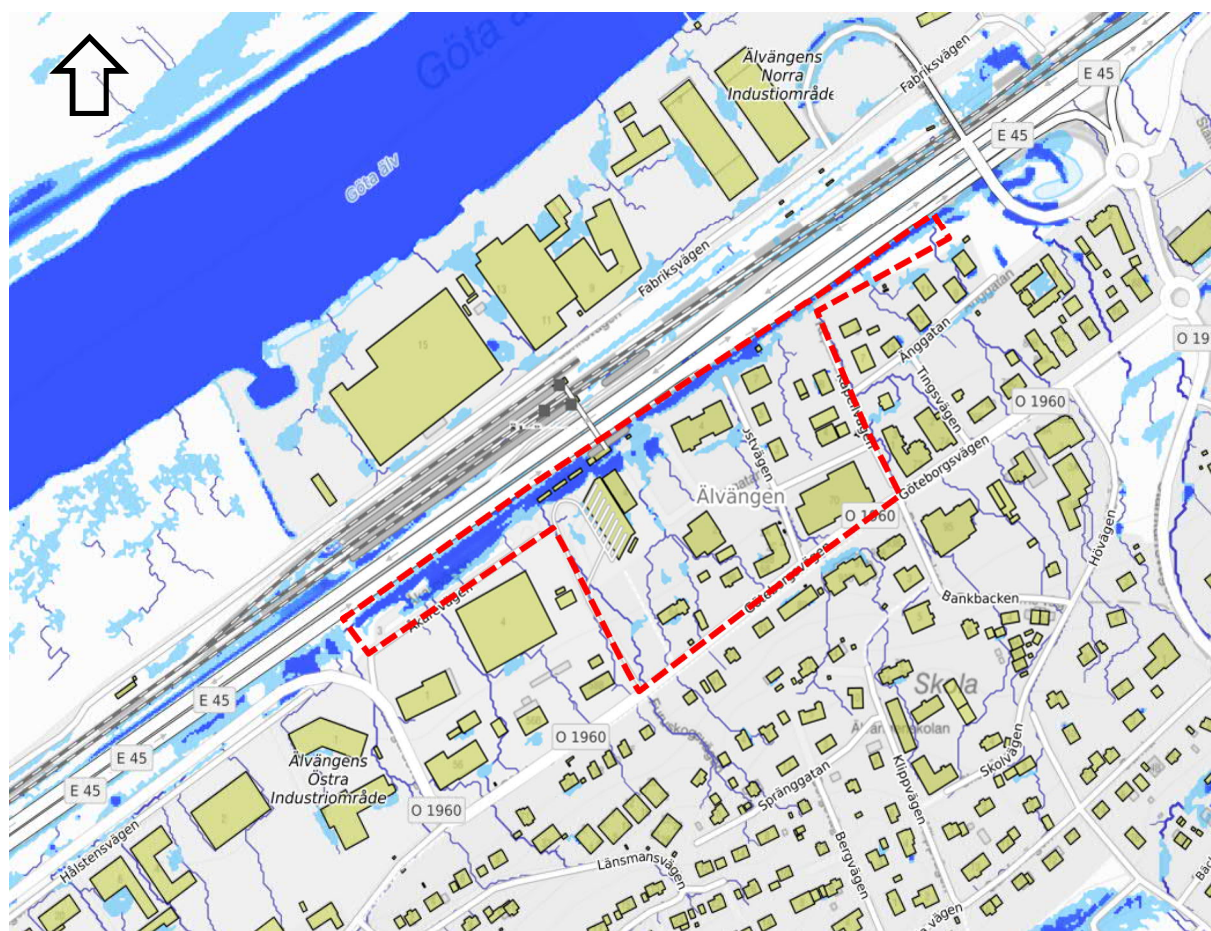
För det aktuella planområdet blir följden att dagvatten kommer att ansamlas vid E45 innan det successivt hanteras av kupolbrunnar och rännstensbrunnar och fortsätter sedan vidare i den större dagvattenledningen som går under E45.

I beräkningsprogrammet Scalgo kan man få en visuell överblick över nuvarande situation och områden som riskerar översvämning vid olika regn. Den enkla avrinningsmodellen är uppbyggd på basis av höjddata från Lantmäteriet (2*2m). Scalgo tar endast hänsyn till befintlig ytvattenavrinning och bortser från vad ledningsnät kan hantera. Scalgo "förstår" således inte att det finns ett ledningsnät som kan hantera delar av extremflödet. Scalgo tar inte heller hänsyn till markens eventuella infiltrationskapacitet;

det som åskådliggörs är att allt regn bidrar till ytlig avrinning. I figur 9 kan man se ytliga rinnvägar och antagen vattenutbredning i planområdet nere vid E45. Karteringen visar de vattendjup som bedöms uppstå vid ett intensivt regn på 50 mm. 50 mm som faller inom 20 minuter motsvarar ungefär ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor. På de mörkblå ytorna i figur 9 uppstår ett vattendjup på mellan 0 - 0,3 meter nere vid E45. Enligt karteringen uppstår de största vattendjupen mellan gångbron, Älvängens station och bussterminalen. Det är även i detta område som några av de befintliga dagvattenledningarna har dålig lutning.

När det gäller framtida exploatering är det viktigt att ny bebyggelse höjdsätts så att inga instängda områden skapas samt att framtida vägar kan fungera som skyfallsleder så att ny och befintlig bebyggelse inte drabbas av översvämning. Det parkeringshus som föreslås i sydvästra delen ligger helt klart i riskzonen beträffande översvämning.

För att få en mer detaljerad uppfattning om framtida översvämningrisker kan en hydraulisk modell skapas över planområdet när färdig höjdsättning finns gällande ny markanvändning.

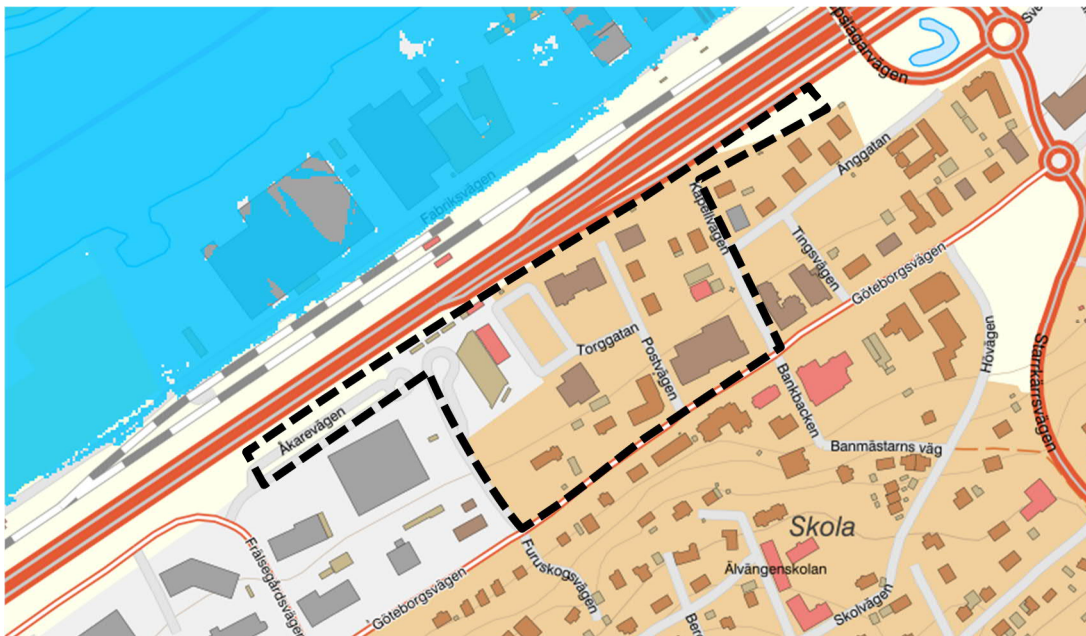


Figur 9. Ytliga rinnvägar och områden som riskerar översvämning utifrån befintlig situation vid 50mm intensivt regn. Ungefärlig planområdesgräns visas med rött streck. Bildkälla: Scalgo

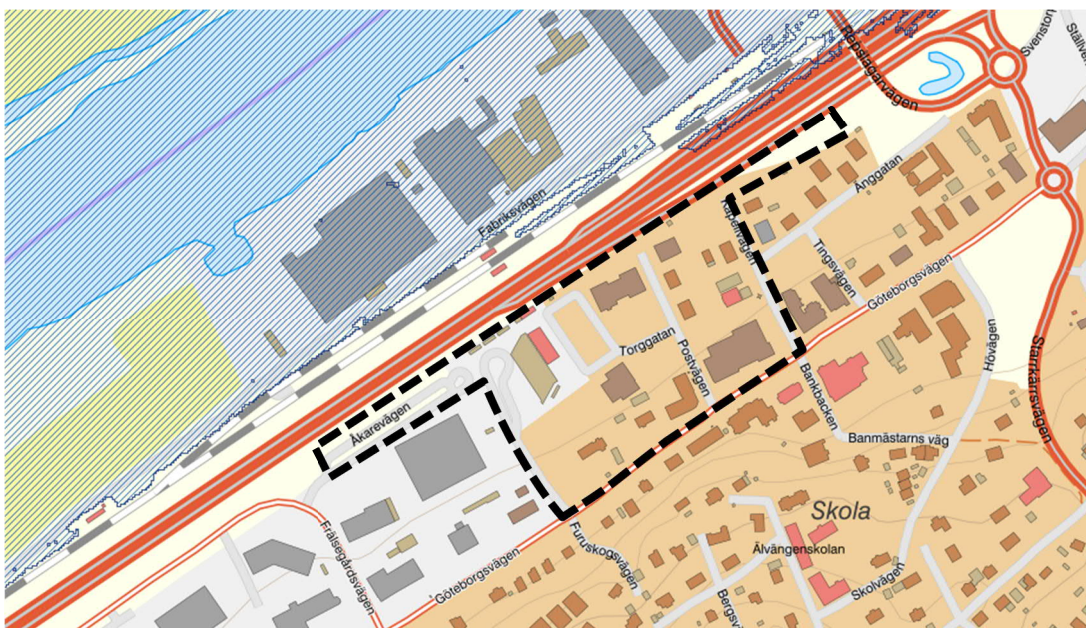
4.4.4 Stigande vattennivå i Göta älv

Vattennivån i Göta älv påverkas både av en stigande havsnivå samt beror på ökade flöden och avtappning från uppströms kraftverk. Risker för en stigande vattennivå i Göta älv har kartlagts av MSB som låtit utföra en skyfallskartering för hela vattendraget. Då Göta älv är ett kraftigt reglerat vattendrag är det svårt att beräkna återkomsttider på flödena. MSB har istället karterat Göta älv utifrån olika möjliga avtappningsmängder från Vargöns kraftverk i Vänersborg. Kraftverket i Vargön reglerar vattennivån i

Vänern och driftas av Vattenfall AB. Följande figurer illustrerar marköversvämningen vid olika avtappning från Vargös kraftverk.



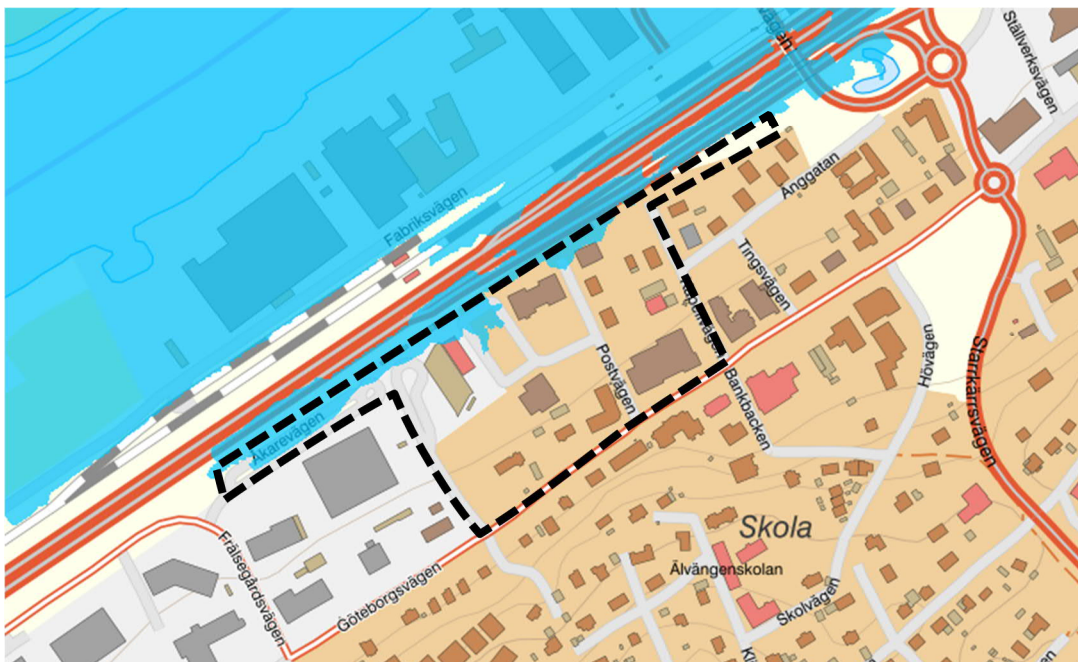
Figur 10. Vattenutbredning vid maximal tillåten avtappning från Vargön enligt vattendom (1030 m³/s). Bildkälla:MSB



Figur 11. Vattenutbredning vid möjlig maximal teknisk avtappning från Vargön (1400m³/s). Bildkälla: MSB

Slutsatsen är att Älvängen centrum, östra sidan av E45 inte översvämmas ens vid max avtappning från Vargös kraftverk. Den ökade vattennivån kommer däremot att blockera möjligheten att avtappa dagvatten från planområdet eftersom avtappningsledningen och diket som leder ut i Göta älv blir översvämmade.

När man studerar hur olika vattennivåer i älven påverkar planområdet har MSB utfört karteringar som visar situationen vid vattennivåer från 0–5 meter över referensnivån. Följande figur visar situationen vid +2,5 meters vattenståndshöjning.



Figur 12. Översvämmad yta vid 2,5 meter ökad vattennivå i Göta älv. Bildkälla: MSB

Ett liknande resultat erhålls när man använder programvaran Scalgo, se fig. 13.



Figur 13. Vattenutbredning vid en nivåhöjning på 2,45 m i Göta älv. Byggnader är ej höjdsatta i modellen. Bildkälla: Scalgo

Karteringarna visar att planområdet inte översvämmas om vattnet inte stiger högre än +2,45 meter i Göta älv. Det absolut sämsta scenariot blir ifall vattennivån i Göta älv stiger med mer än en meter samtidigt som ett skyfall inträffar i Älvängen. Möjligheterna att avleda dagvattnet blir då kraftigt begränsade och pumpning kommer då att krävas för att få ut dagvattnet ur planområdet. Pumpning av dagvatten föreslås i Norconsults övergripande utredning.

4.4.5 Fördröjningsbehov av dagvatten

I *Dagvattenhandbok för Ale kommun* framgår det att vid ny- och ombyggnation ska dagvatten från hårdgjorda ytor fördröjas med en kapacitet som motsvarar 20 mm nederbörd per reducerad area. Detta

räknas ut enligt formeln $A_{red} * 0,02$. Om samma hårdgjordhetsgrad som beräknats i kap. 4.3.2 används för denna beräkning framgår den erforderliga fördröjningsvolymen av tabell 12.

Tabell 12. Erforderlig fördröjning.

Hårdgjorda ytor	Reducerad area	Fördöjningsbehov
(ha)	(ha)	(m ³)
5,07	3,86	772

Från planområdet behöver en total fördröjningsvolym på 772 m³ skapas. Volymen 772 m³ motsvarar vad som kan hanteras vid ett 10-årsregn inklusive klimatfaktor om den kontinuerliga avtappningen från fördröjningsanläggningen (-ar) skulle uppgå till ca 137 l/s.

Om fördröjning skapas på enskilda fastigheter kommer det att vara nödvändigt att göra nya beräkningar för att erhålla erforderliga volymer per fastighet beroende på hur mycket som hårdgörs inne på respektive tomt. De hårdgjorda ytor som uppskattas ligga på allmän platsmark uppgår till ca 3,42 ha, och reducerad area till ca 2,72 ha. Det innebär att ca **544 m³** behöver fördröjas från allmän platsmark. Den ledning som förbinder planområdet med recipienten har en avledningskapacitet på ca 1170 l/s. Eftersom kapacitetsbegränsningarna finns längre uppströms i ledningsnätet är det att föredra att dagvattnet fördröjs och att trög avledning skapas vid flera platser, utspritt i planområdet.

Det rekommenderas även att ett delvis nytt ledningsnät ansluter till huvudutloppet utan att passera via de befintliga dagvattenledningarna där kapacitetsbrist råder, se bilaga 2.

För att kunna avleda dagvatten även när vattennivån stiger i Göta Älv föreslås även att en pumpstation anläggs vid huvudutloppet, se bilaga 2.

4.4.6 Föroreningar i dagvatten

Syftet med föroreningsberäkningar är att uppskatta vilken påverkan förändringen i markanvändning har på dagvattnets innehåll av föroreningar, samt att bedöma hur mottagande recipient och dess miljö kvalitetsnormer kan komma att påverkas.

De mängder av föroreningar som planområdet genererar i nuläget och enligt plan har beräknats med verktyget StormTac och redovisas i tabell 9 och 10.

Beräkningar i StormTac utgår ifrån schablonhalter för olika marktyper. För befintlig markanvändning har schablonhalter för *väg, parkering, gång- och cykelväg, grusyta, tak* samt *gräsyta* använts. Vägarna har indelats i tre kategorier. Göteborgsvägen - trafikintensitet ca 3200 fordonsrörelser/dygn, Hantverkaregatan – trafikintensitet ca 2000 fordonsrörelser/dygn, övriga gator – ca 1000 fordonsrörelser/dygn. För nuvarande och framtida markanvändning har det befintliga diket som är kulverterat under E45 och järnvägen och som ligger mellan recipienten och planområdet inräknats som reningssteg.

Storleken hos respektive område för nuläget samt enligt plan har uppskattats utifrån befintliga förhållanden via satellitkarta, platsbesök samt planskiss. Målet är att för aktuell plan minimera ökningen av föroreningsmängderna efter den förändrade markanvändningen.

Tabell 13. Mängder, nuläge och enligt plan om ingen ytterligare rening sker av dagvattnet.

Ämnen	Nuläge (kg/år)	Enligt plan utan rening (kg/år)	Behövd reningseffekt för att uppnå bef. belastning (%)
P	3,7	7,5	51
N	52	68	23
Pb	0,18	0,31	42
Cu	0,58	0,66	12
Zn	1,3	3,1	58
Cd	0,0073	0,017	57
Cr	0,19	0,17	--
Ni	0,15	0,20	25
Hg	0,0015	0,0023	35
SS	1 200	1 900	37
Olja	5,8	14	59
PAH 16	0,026	0,018	--
BaP	0,00058	0,0022	74

Beräkningen i Stormtac visar att mängderna av samtliga ämnen utom krom och PAH16 ökar om exploatering genomförs utan att rena dagvattnet. Ökningen kan antas bero på större andel hårdgjorda och förorenande ytor jämfört med nuläget.

Tabell 14. Halter nuläge och enligt plan om ingen ytterligare rening sker av dagvattnet. Rödmarkerade fält visar överskridande av riktvärden satta av miljöförvaltningen, Göteborgs stad.

Ämnen	Nuläge (µg/l)	Enligt plan utan rening (µg/l)	Riktvärde miljöförvaltningen Göteborgs stad (µg/l)
P	120	200	50* 150
N	1700	1800	1250* 2500
Pb	5,8	8,3	14
Cu	19	18	10* 22
Zn	42	81	30* 60
Cd	0,23	0,46	0,4
Cr	6,1	4,5	15
Ni	4,8	5,4	40
Hg	0,047	0,061	0,05
SS	39 000	51 000	25 000* 60 000
Olja	190	370	1 000
PAH 16	0,83	0,47	--
BaP	0,019	0,058	0,03

*Röd text visar riktvärde för mycket känslig recipient. Göta älv norr om råvattenintaget räknas som mycket känslig.

Beräkningen visar att halterna beträffande åtta av de undersökta ämnena överstiger miljöförvaltningens riktvärden om exploatering genomförs utan att rena dagvattnet ytterligare. Redan idag överstigs halterna beträffande fem ämnen/ämnesgrupper.

5 FÖRSLAG TILL FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING

Exploateringen av planområdet kommer att innebära en ökning av dagvattenflöden, samt en risk för ökad förorenings-spridning via dagvattnet. För att motverka detta föreslås åtgärder som både fördröjer och renar dagvattnet inom planområdet, se bilaga 2. Dessutom bör det nya dagvattensystemet utformas så att bräddning kan ske utan att skada nedströms bebyggelse eller infrastruktur. Föreslagen fördröjningsyta vid torget nära Göteborgsvägen fördröjer dagvattenflöden från framför allt uppströms områden. Förslaget vid den platsen innebär att det anläggs en skibord (skärm) i befintlig brunn som styr flödet in till fördröjningsmagasin vid torgytan. Skiborden har till uppgift att reglera flödet så att vid extrema flöden kan dagvattnet brädda över skärmen och ledas både till föreslaget magasin och via befintlig ledning. Det dagvatten som leds in i magasinet kan förses med pump och recirkulation så att man kan få upp dagvattnet till ytan och skapa vattenlek och eventuellt dekorativa raingardens som vattnet strömmar igenom innan det åter leds till befintligt ledningsnät. De övriga sedimentationsmagasin som föreslås är underjordiska. Befintliga rännstensbrunnar som behålls föreslås bli försedda med brunnsfilter. I bilaga 2 finns även alternativ angivet med skelettjord under torgytorna angivet som förslag, se kap. 5.2.

5.1 ÖVERSILNINGSYTOR

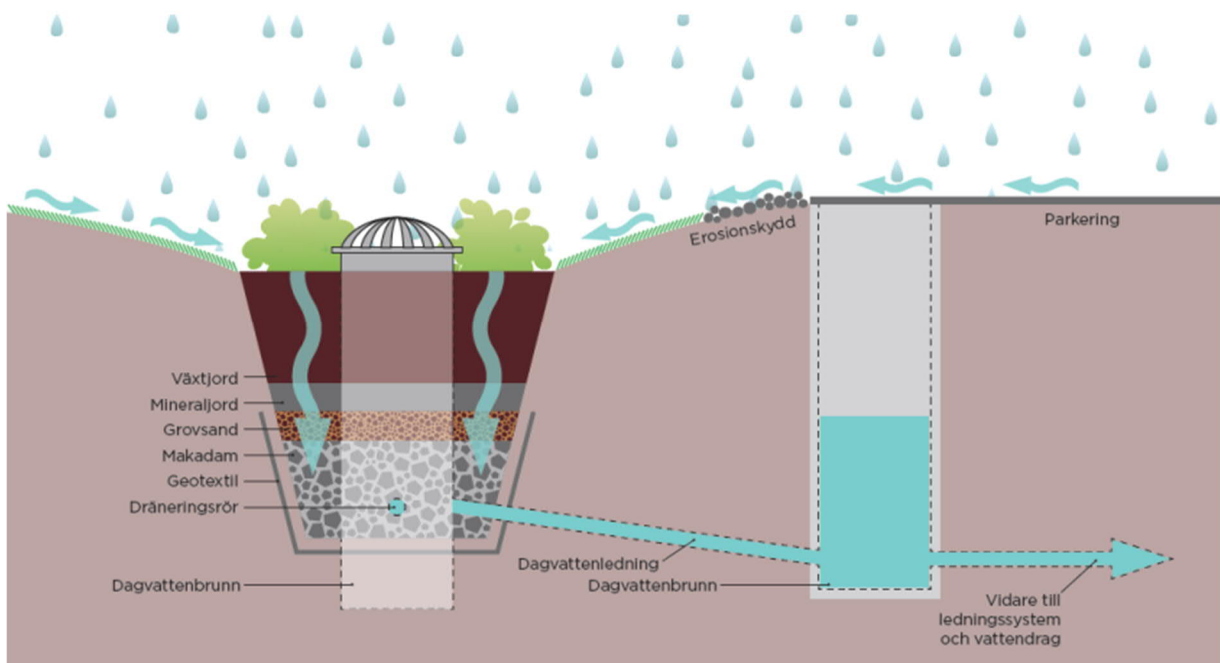
Översilningsytor bidrar till ett trögare avrinningsförlopp, föroreningsreduktion via fastläggning av partiklar samt upptag av näringsämnen. Eftersom parkeringsytor och vägar generellt är en stor källa till förorenings-spridning via dagvatten är det önskvärt att gröna stråk anläggs i anslutning till dessa ytor och att dagvattnet kan rinna av via grönstråken. Dessa kan även höjdsättas så att en viss magasinering kan ske innan ytan går full och bräddar, se fig. 15. I översilningsytorna läggs dränledningar som säkerställer att ytan töms mellan regntillfällena.



Figur 14. Exempel på nyanlagd översilningsyta från parkering. Foto: Per Norberg och Peter Svensson (smhi.se)

Notera att kantstenen har öppningar samt att erosionsskydd skapats (lilla bilden) Princip för hur översilningsytan byggs upp kan ses i fig. 15. Det är därmed viktigt att parkeringsytan höjdsätts så att vatten avrinner till översilningsytan.

I det fortsatta arbetet med planen är det önskvärt att undersöka om det finns möjligheter att skapa översilningsytor som inte äventyrar bebyggelse ifall översilningsytorna går fulla.



Figur 15. Principupbyggnad för översilningsyta vid parkering. Upphöjd kupolbrunn medger viss magasinering innan brädning sker. Bildkälla: COWI

De generella reningseffekterna för översilningsytor per ämne är följande:

Fosfor-40%, Kväve-25%, Bly-55%, Koppar-60%, Zink-50%, Kadmium-55%, Krom-45%, Nickel-45%, Kviksilver-20%, Suspenderat material-70%, Olja-80%, PAH16-70%, BaP-70% (källa StormTac).

Innergårdar kan anläggas med olika anläggningar för att fördröja och utnyttja dagvattnet, se fig. 16.

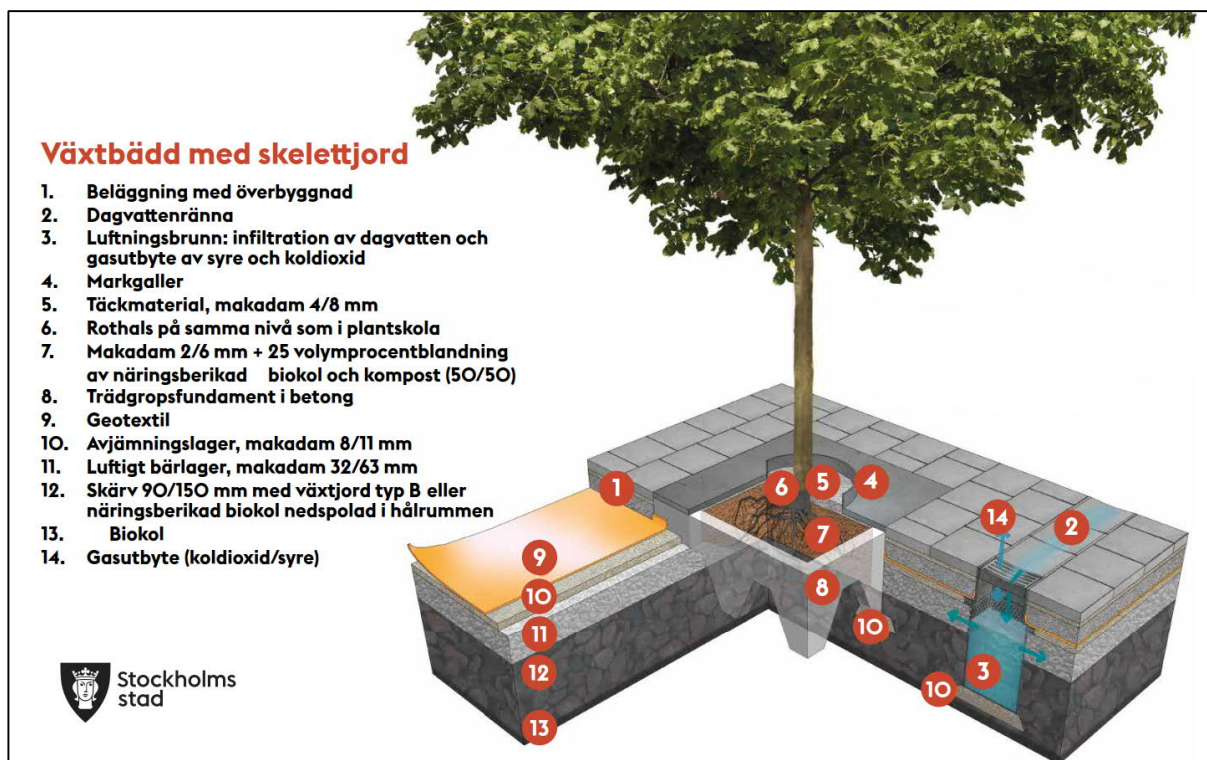


Figur 16. Exempel på dagvattenhantering (regntunna) på innergård. Bildkälla: Nola Industrier AB

5.2 SKELETTJORDAR

Skelettjordar har som syfte att skapa bra förutsättningar för träd att växa i hårdgjorda ytor. Rötter behöver vatten och näring, men även luftning för att ventileras bort koldioxid från jorden runt rötterna. Genom att skapa ett skelett av stenar skapas en bra väggkropp för eventuell körbana eller gångbana.

Rötterna växer i utrymmet mellan stenarna som kan vara ofyllda eller fyllda med matjord. Skelettjorden hjälper även till med rening och fördröjning av dagvattnet. Kapaciteten att fördröja vatten kan variera mycket beroende på hur tjockt och grovt stenlager som skapas samt hur mycket matjord som fylls i hålrum mellan stenar. I en luftig skelettjord beräknas porositeten vara ca 30 procent. Principupbyggnad av skelettjord visas i figur 17.



Figur 17. Principskiss för skelettjord enligt "Stockholmsmodellen". Bildkälla: Stockholm stad

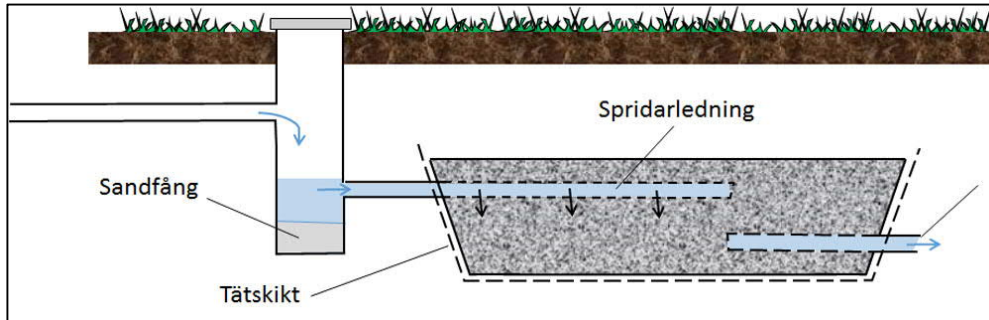
Vid en kontroll i StormTac gällande reningseffekter enbart via skelettjordar (se kap 5.5) framkommer ett mycket gott resultat. Platsbehovet för att fördröja de 544 m³ som utgör erforderlig fördröjningsvolym från allmän platsmark enbart i luftig skelettjord beräknas uppgå till 1813 m³ (544/0,3). Enbart framtida torgytor i planområdet har i nuvarande skiss en total area på ca 4125 m² (2475 m² + 1650 m²). Därtill görs bedömningen att skelettjordar i anslutning till gatumiljön kan skapas. Det finns även exempel på raingardens eller skelettjordar där avrinning till ytan inte sker via brunn, se figur 18.



Figur 18. Exempel på regnbädd i gatumiljö. Bildkälla: Dagvattenguiden.se

5.3 UNDERJORDISKA SEDIMENTATIONSMAGASIN / SEDIMENTATIONSBRUNNAR

När det råder brist på utrymme, exempelvis i tätbebyggda områden kan underjordiska magasin vara ett effektivt sätt att fördröja och rena dagvatten. Rening uppstår via sedimentation eftersom utloppet ligger högre än magasinets botten, se principskiss i fig 19.



Figur 19. Principskiss för sedimentationsmagasin. Bildkälla: WRS

Utformningen kan bestå i en platsgjuten form eller genom att anlägga prefabricerade betong eller plastkonstruktioner. Det finns även sedimentavskiljare som består av en brunn där de förorenade partiklarna fångas upp i en s k sedimenteringsskärm och sjunker ned till brunnens botten samtidigt som det rena dagvattnet leds vidare, se fig 20.



Figur 20. Brunn med sedimentavskiljare från Uponor.

Denna lösning kan kombineras med exempelvis rörmagasin eller dagvattenkassetter. När ett kassettmagasin anläggs kläs den utgrävda ytan med geotextil eller tät duk för att hålla jord eller i förekommande fall grundvatten borta från magasinet. Kassettmagasinen byggs med fördel rektangulära för att förenkla underhåll. Några av fördelarna med kassettmagasin är följande:

- Yteffektiva. Hålrumsvolymen är ca 95 procent. Jämfört med makadammagasin sparar man mer än 2/3 av utbredningen.
- Underhåll via spolning samt inspektion är möjlig i de flesta utförandena. Detta ger bibehållen funktion över tid.

- Vissa kassetter är körbara; de kräver dock i regel ca 0,8 m marktäckning för att klara trafiklast.

Exempel på nackdelar med kassettmagasin är följande:

- Högre anläggningskostnader än t ex. makadammagasin.
- Reningseffekterna på dagvattnet är i regel mycket låga.



Figur 21. Körbar dagvattenkassett samt anläggande av kassettsystem. Bildkälla: Wavin.se

Ett annat alternativ skulle kunna vara att anlägga granulatfyllda rörmagasin. Magasinet fylls till 90 procent med kalkmaterialet Filtralite-P. Detta material har en god förmåga att avskilja flertalet föroreningar samtidigt som den höga porositeten ger en betydande magasineringskapacitet. Fördelen med denna lösning är att risken för att sprida föroreningar till grundvattnet minimeras, samt att filtermaterialet kan sugas upp och bytas ut utan att göra ingrepp i befintlig mark. Byte av filtermaterial kan vara nödvändigt att göra efter tidigast 10–15 år enligt tillverkare. Porositeten i denna lösning beräknas vara ca 45–50 procent. Denna lösning har inte beräknats som reningssteg i Stormtac, men torde fungera och uppvisa bättre reningseffekter än sedimentationsmagasin.



Figur 22. Exempel på fördröjning och rening i granulatfyllda rörmagasin. Bildkälla: Weric AB

5.4 KOMPLETTERANDE DAGVATTENHANTERING FRÅN PARKERINGSYTOR

Hårdgjorda parkeringsplatser är förutom takytor, upphovet till både stora mängder dagvatten samt förhållandevis höga mängder föroreningar jämfört med annan markanvändning. För att reducera detta kan parkeringsytorna helt eller delvis förses med raster av betong och hålrum med gräs eller grus, se fig. 21.

I rasterytan och översilningsytan binds partikelbundna föroreningar i högre grad än vid parkeringsplatser med brunnar. Om rasterytor anläggs är det viktigt att rastret ligger högre än gräs- eller grusytan så att det permeabla materialet inte packas samman och tappar infiltrationsförmågan.



Figur 23. Parkering med raster. Bildkälla: Sweco

5.5 RENINGSEFFEKT LÖSNINGSFÖRSLAG - PÅVERKAN PÅ MILJÖKVALITETSNORMER

Vid val av renings- och fördröjningslösning behöver hänsyn tas till reningsbehov, platstillgång och storlek på fördröjningsvolym. Reningseffekter har beräknats i StormTac. Vid beräkningen av reningseffekter avseende nya anläggningar har översilningsytor, sedimentationsmagasin och skelettjordar studerats, se mängder respektive halter i tabell 11 och 12. Befintligt dike mellan planområde och recipient ingår som reningssteg i samtliga beräkningar.

Tabell 15. Föroreningsbelastning, mängder nuläge och beräknade reningseffekter efter exploatering och med översilningsytor, sedimentationsmagasin samt skelettjordar. Gröna fält visar att framtida mängd underskrider befintlig mängd.

1	2	Enligt plan – reningsåtgärder inom planområde				Reningseffekter totalt, inkl befintligt dike		
		3	4	5	6	7	8	9
Ämne	Nuläge	Ingen rening	Via Översilningsytor	Via Översilningsytor + sedimentationsmag.	Via skelettjordar	Översilningsytor	Översilningsytor + sedimentationsmag.	Skelettjordar
	(kg/år)	(kg/år)	(kg/år)	(kg/år)	(kg/år)	(%)	(%)	(%)
P	3,7	7,5	4,9	1,4	3,5	36	82	48
N	52	68	49	36	25	29	48	60
Pb	0,18	0,31	0,17	0,036	0,078	63	92	80
Cu	0,58	0,66	0,37	0,11	0,17	49	84	73
Zn	1,3	3,1	1,6	0,52	0,60	52	84	79
Cd	0,0073	0,017	0,0085	0,0033	0,0039	66	87	81
Cr	0,19	0,17	0,100	0,036	0,041	47	81	76
Ni	0,15	0,20	0,11	0,053	0,053	55	79	76
Hg	0,0015	0,0023	0,0019	0,00074	0,0011	18	68	44
SS	1 200	1 900	690	220	450	75	92	82
Olja	5,8	14	2,8	1,9	2,1	93	95	93
PAH 16	0,026	0,018	0,0057	0,0021	0,0059	68	88	63
BaP	0,00058	0,0022	0,00071	0,00030	0,00068	68	86	63

Tabell 16. Föroreningsbelastning, halter nuläge och beräknade reningseffekter efter exploatering och med översilningsytor, sedimentationsmagasin samt skelettjordar som reningssteg. Gröna fält visar att halten understiger miljöförvaltningens riktvärden.

1	2	3	4	5	6	
Ämne	Nuläge	Ingen rening	Via översilningsytor	Via översilningsytor + sedimentationsmagasin	Via Skelettjordar	Riktvärde Miljöförvaltningen Göteborgs stad
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)
P	120	200	130	37	99	50
N	1700	1800	1300	940	720	1250
Pb	5,8	8,3	4,5	0,94	2,2	14
Cu	19	18	9,7	3,0	4,9	10
Zn	42	81	43	14	17	30
Cd	0,23	0,46	0,22	0,088	0,11	0,4
Cr	6,1	4,5	2,6	0,96	1,2	15
Ni	4,8	5,4	3,0	1,4	1,5	40
Hg	0,047	0,061	0,050	0,020	0,032	0,05
SS	39 000	51 000	18 000	5800	13 000	25 000
Olja	190	370	74	51	61	1 000
PAH 16	0,83	0,47	0,15	0,055	0,17	--
BaP	0,019	0,058	0,019	0,0081	0,019	0,03

Beräkningen visar att efter rening via översilningsytor kommer 9 ämnen att understiga miljöförvaltningens riktvärden. Efter rening med översilningsytor samt sedimentationsmagasin underskreds både samtliga miljöförvaltningens riktvärden samt samtliga halter som uppstår i nuläget. Enbart rening via skelettjordar ger halter som understiger alla riktvärden frånsett fosfor.

Ifall andra fördröjnings- och reningsanläggningar väljs är det nödvändigt att se över reningsfunktionen. Ett reningssteg som kräver skötsel men sedan inte underhålls innebär att de samlade reningseffekterna ändå blir sämre än ett dagvattensystem med exempelvis sedimentationsmagasin. Det kan dock, av flera skäl, vara värdefullt att *komplettera* med andra biologiska reningssteg.

5.5.1 Konsekvenser av planförslaget på miljökvalitetsnormerna för ytvatten

Enligt tabell 9 och 10 visar resultaten från föroreningsberäkningarna på att planförslaget innebär en mängdökning av samtliga ämnen utom krom och ämnesgruppen PAH16 som årligen leds till recipienten från utredningsområdet om inga nya reningsåtgärder skapas. För att minska mängden föroreningar som når recipienten krävs rening av dagvattnet.

Genom att rena dagvattnet via översilningsytor och i sedimentationsmagasin alternativt skelettjordar i kombination med andra biologiska reningssteg bedöms inte planområdet bidra till en ökad föroreningsbelastning på recipienten. Planförslaget bidrar totalt sett till en förbättring av möjligheterna att följa miljökvalitetsnormerna, MKN för *Göta älv - Älvängen till förgreningen med Nordre älv*. Ingen enskild kvalitetsparameter bedöms heller försämrats om föreslagna renande åtgärder genomförs.

Om andra val av reningslösningar anläggs för dagvattenhantering inom utredningsområdet är det nödvändigt att se över att de har motsvarande reningseffekt på dagvattnet som de föreslagna lösningarna för att inte riskera att möjligheterna att följa miljökvalitetsnormerna påverkas negativt.

Exempel på fler fördröjnings- och reningsanläggningar som bidrar till ett trögare system samt bidrar till ekosystemtjänster beskrivs i kap 5.5.

Det kan även nämnas att det enskilda planområdets påverkan på recipienten är liten i sammanhanget.

5.6 ANDRA FÖRDRÖJNINGS- OCH RENINGSLÖSNINGAR

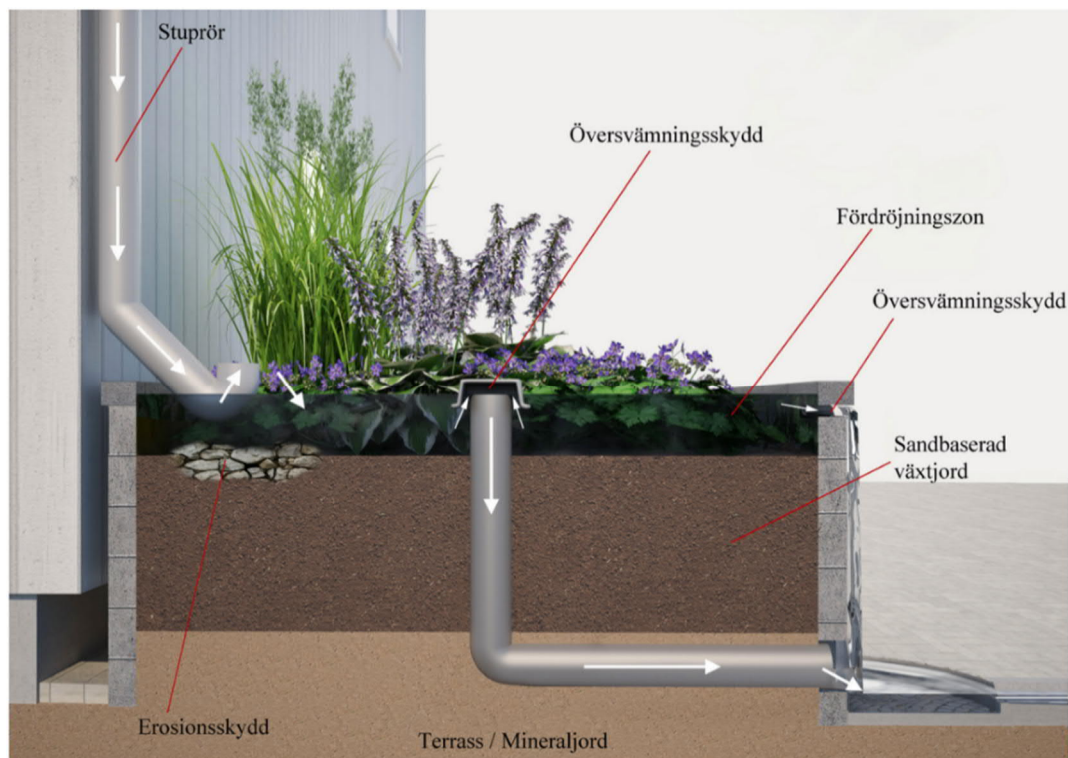
Förutom tidigare föreslagna dagvattenanläggningar kan planområdet kompletteras med olika typer av biofilter, brunnsfilter och gröna tak. Reningsgraden för dessa lösningar har dock inte beräknats i Stormtac. Dessa lösningar ger emellertid även också en trögare avledning och bidrar till rening av dagvatten samt gynnar s k ekosystemtjänster (se kap 5.6). Biofilter är särskilt bra för att reducera andelen näringsämnen (kväve, fosfor). Alla typer av biofilter kräver dock regelbunden skötsel för att funktionen ska kunna bibehållas. Skötsel under växternas etableringstid är särskilt viktig. En annan aspekt på biofilter är att den renande och fördröjande funktionen varierar beroende på årstiden.

5.6.1 Växtbäddar

Växtbäddar kan utformas som nedsänkta eller upphöjda. Bädden kommer att utsättas för såväl torra som blöta perioder vilket ställer krav på växtjord och växtval. Bädden förses med bräddavlopp samt tät konstruktion mot eventuellt närliggande byggnader. Exempel på upphöjd växtbädd visas i fig. 22–23 och nedsänkt växtbädd visas i fig.24.

Den nedsänkta växtbäddens placering är viktig både utifrån var den tekniskt sett gör mest nytta, men även utifrån praktiska ställningstaganden. För att växtbädden ska fungera bra bör inte ytan utsättas för sammanpackning, d v s att ytan exempelvis trampas ned.

Växtbädden bygger i regel på att marken infiltrerar, men bädden kan även förses med dränering för att säkerställa att bädden töms. Denna typ av lösningar kan med rätt underhåll bidra till ett estetiskt tillskott i gatu- och boendemiljön. Till skillnad från exempelvis stenfyllda magasin kan en större del av dagvattnet avdunsta tack vare växterna.



Figur 24. Principskiss för upphöjd växtbädd i direkt anslutning till byggnad. Bildkälla: Grågröna systemlösningar för hållbara städer, Tengbomgruppen (Vinnova 2014).



Figur 25. En upphöjd växtbädd kan ha ett pedagogiskt värde för att illustrera vattnets väg i staden. Bildkälla: Tengbomgruppen.



Figur 26. Exempel på nedsänkt växtbädd i gatumiljö. Bildkälla: VegTech AB

I en växtbädd är det översta jordlagret som binder föroreningar. Detta kan behöva bytas ut med några års mellanrum eller oftare beroende på om nedskräpning eller ytigensättning sker. Övrigt grundläggande underhåll inkluderar skötsel av vegetation, kontroll av in- och utlopp samt bräddningsfunktion. Efter kraftiga skyfall bör dessa funktioner kontrolleras. Under etableringstiden (första året) är det viktigt med kontroll av växter och eventuell kompletterande plantering. Eftersom nya takytor är den största bidragande orsaken till flödesökningen efter exploatering är växtbäddar nära byggnader ett bra sätt att fördröja och rena dagvattnet tidigt.

5.6.2 Gröna tak

Gröna tak bedöms kunna magasinera mellan 50 och 75 procent av årsnederbörden. Den volym som magasineras kommer dock i huvudsak från relativt små, men många regntillfällen. Vid intensiva och långvariga regn mättas taket, och när taket är vattenmättat rinner resterande nederbörd av. Det gröna takets magasineringsförmåga beror även på vilken lutning taket har. Ett platt tak innebär större förutsättningar att magasinera dagvatten. Svenskt Vatten anger att vid kraftiga regntillfällen fördröjs endast de första 5 millimeterna, medan övrig nederbörd rinner av. Utvecklingen av gröna tak går dock stadigt framåt. En tillverkare av olika gröna lösningar anger att de har sedumtak som kan fördröja mellan 18 och upp till 45 mm regn på flacka gröna tak. Det skulle innebära att 1000 m² flackt tak skulle kunna fördröja från 18m³ upp till 45 m³ beroende på mätnadsgrad när det intensiva regnet börjar. Gröna tak ställer dock högre krav på underliggande konstruktion. Taken kräver även viss skötsel för att funktionen ska kunna vidmakthållas över tid. På vinterhalvåret när temperaturen går under noll blir även det gröna takets förmåga att magasinera och rena dagvatten begränsad.



Figur 27. Grönt sedumtak på garagebyggnad i Kungsbacka. Bildkälla: VegTech AB.



Figur 28. Exempel på takterrass med delvis gröna inslag. Bildkälla: Veidekke

5.7 EKOSYSTEMTJÄNSTER

Begreppet *ekosystemtjänster* används för att visa den nytta människan får från naturens arbete. Detta är värden som kanske inte alltid kortsiktigt, men väl långsiktigt kan räknas hem. Exempel på detta är att växter renar luft, buskar dämpar buller, bin pollinerar grödor eller att vår hälsa ökar i naturen. Det kan även vara att stadens gräsmattor renar regn- och snövatten från tungmetaller och skadliga partiklar eller att bakterier och maskar gör jorden bördig. Det övergripande syftet med ekosystemtjänster är att bidra till att balansen i världens ekosystem skapas och återställs.

I Ale kommuns dagvattenplan kan man läsa att i första hand ska öppna, gröna dagvattenanläggningar som bidrar till god gestaltning och ekosystemtjänster anläggas. Exempel på detta, som även innebär skapande av ekosystemtjänster, kan vara följande:

- En grön dagvattenlösning som bidrar till rening kan innebära att andelen flora och fauna ökar – fågelkvitter vid lägenhetsfönstret bidrar till hälsa och välmående.
- Anläggande av träd kan hjälpa till att dämpa buller.
- En större andel gröna ytor i ett planområde kan i slutänden generera en temperaturdämpning.
- Kloka översvämningssäkrade lösningar innebär att kostnader för översvämningshantering kan undvikas.

Genom att skapa anläggningar där flora och fauna gynnas bidrar området inte bara till biologisk mångfald och koldioxidupptag utan även till en mer attraktiv boendemiljö som kan medge rekreation och livskvalitet – därmed kan planområdets utformning bidra till att kostnader för människors vårdbehov minskar på lång sikt.

Dessa exempel på ekosystemtjänster ska vägas mot den insats som krävs för att upprätthålla fungerande anläggningar både ur ett estetiskt och ur ett driftperspektiv. Om en grön lösning anläggs och sedan inte underhålls kan både ekosystemtjänsten och driftfunktionen gå förlorade eller reduceras. En grön lösning som anläggs behöver skötas med omsorg. Här blir frågan om vem som ansvarar för anläggningen central. Ur VA-huvudmannens perspektiv bör ansvarsförhållandena mellan VA-drift och park och natur klargöras.

Den privata fastighetsägaren behöver ha incitament som leder till att ansvar tas för anläggningar inom egen fastighet, alternativt skulle ansvaret för dagvattenanläggningen via avtal kunna övertas av VA-huvudmannen/park och natur.

I detta planområde innebär den befintliga underjordiska infrastrukturen att det finns utmaningar gällande vilka ytliga och öppna dagvattenlösningar som kan skapas. Exempelvis kan ledningsnätet i Postgatan inte utan vidare tas bort eftersom det avvattnar ett område på drygt 11 hektar söder om aktuellt planområde, se bilaga 1. En hel del åtgärder är dock möjliga, inte minst inne på kvartersmark.

5.7.1 Exemplet Augustenborg

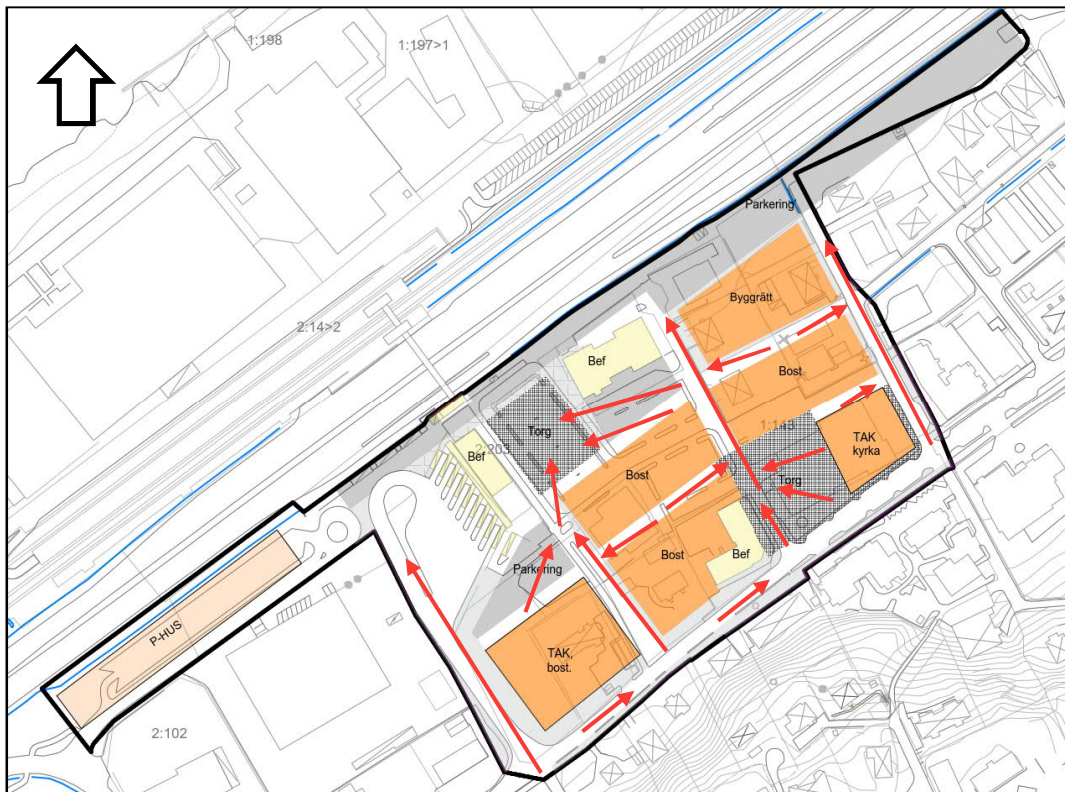
På slutet av 90-talet byggde VA-verket i Malmö (nuvarande VA Syd) en blågrön infrastruktur i stadsdelen Augustenborg i Malmö. Efter att det ursprungliga kombinerade avloppssystemet byggts bort skapades gröna tak, gräsmattor med svackdiken, kanaler och dammar. I Malmötrakten har sedan några mycket kraftiga nederbördshändelser inträffat. I en artikel gällande pluviala översvämningar i Malmö (Sörensen, Lunds universitet) konstaterades att när Augustenborg jämfördes med liknande bostadsområden med kombinerade system att stadsdelen kunnat hantera kraftiga regn bättre än andra jämförbara stadsdelar. Vid det extrema regnet som föll den 31 augusti 2014 uppmättes 116 mm i Augustenborg där merparten (100mm) föll under 3,5 timmar. I en bakomliggande studie har anmälningar och rapporter till försäkringsbolag och VA-huvudmannen studerats. Jämfört med andra områden klarade sig Augustenborg avsevärt bättre än de stadsdelar som jämfördes i studien. Anläggningarna som byggdes har med all säkerhet även bidragit till ekosystemtjänster i stadsdelen.



Figur 29. Exempel på ytlig avledning av dagvatten i Augustenborg.

5.8 SKYFALLSLEDER EFTER EXPLOATERING

Eftersom marklutningen i Älvängen sker från Sydost ned mot älven i nordväst kommer den gatustruktur som föreslås i exploateringsförslaget innebära att gatorna Kapellvägen, Postvägen, ny gata ned mot torg vid Älvängen station och Hantverkaregatan fungerar som skyfallsleder. Här kan torgytan vid busstationen samt p-yta i nordost bli uppsamlingsytor vid skyfall. Detta bygger på att kvartersmarken höjdsätts högre än gator och att tvärgator inte innehåller lågpunkter.



Figur 30. Föreslagna skyfallsleder (röda pilar).

6 KOSTNADER

Kostnadsberäkningen har utförts för ledningsnät i gata, anslutningar och fördröjningsanläggningar. Kostnad för ledningsschakt är beräknad baserat på löpmeter samt ett genomsnittligt schaktdjup på 2 meter. Inga kostnader för eventuell sprängning, spontning, eller s k. för- och hjälparbeten typ inmätningar och liknande. Posten *ledningsflyttar vid P-hus* gäller området vid föreslaget P-hus och är mycket osäker. Detta beror på byggnadens slutliga utbredning, åtkomst till Trafikverkets ledningsnät, projektering gällande pumpstation för spillvatten mm. Endast flytt befintliga ledningar har beräknats översiktligt.

	Mängd alt. Antal st / m / m ² / m ³	Å-pris, kr	Summa, kr
Schakt + återfyllnad	4100 m ³	200	820 000
Ledningsnät, brunnar, trummor	Spillvattenledningar 165 m	PP315mm 600 kr/m	100 000
	Dagvattenledningar 530m	PP315mm 600 kr/m	320 000
	Vattenledningar 300 m	PE110mm 208 kr/m	62 400
	Tillsynsbrunnar 20 st	Plast 6 000 kr/st	120 000
	Rännstensbrunnar 4 st	Plast 3000 kr/st	12 000
	Brandpost 1 st	30000 kr /st	30 000
Sedimentationsmagasin	Magasin i betong inkl. schakt 540 m ³	Betong 5000 kr/m ³	2 700 000
Ledningsflyttar vid P-hus inkl. material, schakt och återställning	Vatten + Spillvatten + Dagvatten 120m	PE160 + PP400 + PP600 5800 kr/m	700 000
	Dagvatten 30 m	PP400 2550 kr/m	77 000
	TRV Dagv. Totalt 70 m	PP400 35 m 2550 kr/m	90 000
		PP200 35 m 900 kr/m	32 000
Brandpost	Brandpost 1 st	30000 kr/st	30 000
Kontroll och inspektion			30 000
Risk och osäkerhet		30 %	1 540 000
Totalsumma			6 665 000

6.1 ANLÄGGNINGSKOSTNAD FÖR TRÄD OCH SKELETTJORDAR

Kostnaderna för att anlägga ett träd i skelettjord beror på i vilken fas som anläggning sker. Om anläggning av skelettjorden görs i samband med att marken ska grävas upp i annat syfte är kostnaden ca 60 000 kr per träd inklusive material, trädet och anläggningen av trädet (exklusive schakt, vilket ingår i övrig markentreprenad). Sker anläggningen inte i samband med annan byggnation, utan i befintlig stadsmiljö är kostnaden ca 120 000 kr per träd. Som jämförelse är kostnaden för att anlägga ett träd på ett traditionellt sätt, utan skelettjord ca 25 000 kr per träd (WRS, 2016).

Kostnaderna för skötsel av träd i skelettjordar består av kostnad för rensning av dagvattenbrunnar en gång per år. Ingen ytterligare kostnad antas föreligga för skötsel av skelettjordar eftersom varken ytterligare gödsling eller bevattning behövs då trädet får vatten och näring från dagvattnet, vittring osv (WRS, 2016).

7 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Vattentrycket i det befintliga systemet är idag modellerat efter nuvarande situation. När omläggning av ledningar sker kommer befintligt tryck ändras. Det bör göras en ny modellering av vattensystemet efter att ledningarna är projekterade för att kontrollera nytt tryck i ledningarna. Huvudförslaget i denna utredning är att skapa en ny servis för VA för varje nytt kvarter.

Där ny spillvattenledning vid STB 4 ansluter till befintlig ledning finns inga vattengångar på de befintliga brunnarna i VA-underlaget. Ett antagande har gjorts att en minsta lutning på ledningen idag är 10 promille. Detta behöver kontrolleras och mätas in. I nuläget med det antagandet som är gjort i utredningen behövs befintlig ledning nedströms vid STB 4 läggas om. Utredningen har inte erhållit några uppgifter om vilken kapacitet som befintlig pumpstation för spillvatten har. Denna pumpstation kommer att behöva hantera de ökade spillvattenflödena från planområdet. Pumpstationen behöver kontrolleras och flöden/kapacitet behöver tas fram.

Det föreslås att dagvatten fördröjs och renas på respektive tomt innan anslutning sker till VA-huvudmannens ledningsnät. I bilaga 2 är den fördröjning som ska ske på kvartersmark ej redovisad p g a det tidiga skede som planen befinner sig i. Beräkningarna utgår emellertid från ett behov av att fördröja ca 228 m³ på kvartersmark. Detta baseras på antagen hårdgjordhetsgrad. Osäkerheterna gällande fördröjningsvolymen inom kvartersmark leder till att den detaljerade dimensioneringen avseende VA-huvudmannens ledningsnät för dagvatten behöver utföras i ett senare skede.

Exakt placering av kommunala dagvattenanläggningar samt anslutningar kan förändras i detaljprojekteringskedet, eller om planen förändras. Det är emellertid önskvärt att en ny ledningssträcka skapas till huvudutloppet för att belastningen på de befintliga ledningssträckor där det föreligger låg kapacitet ska minska, se förslag i bilaga 2.

Huvudförslagen i denna utredning innebär en kombination av underjordiska sedimentationsmagasin och översilningsytor, alternativt skelettjordar kombinerat med översilningsytor. Kommunens dagvattenpolicy anger att öppna, gröna dagvattenanläggningar ska premieras. Det finns i huvudsak en anledning till att vissa underjordiska lösningar kan bli aktuella:

- Befintliga dagvattenanläggningar i området och som ansluter till området är underjordiska. Om dessa anläggningar ska bevaras (exempelvis av ekonomiska skäl) är det komplicerat att exempelvis skapa fördröjning som är yttlig om tillrinnande dagvatten utifrån ska fördröjas.

I denna utredning har ambitionen varit att visa på en lösning där både platsbehov och reningskrav klaras. I nästa skede kan man dock tänka sig att kombinationer av samtliga fördröjnings- och reningsförslag som förs fram i denna utredning kan bli applicerbara.

Under utredningsarbetets gång har behovet och nyttan av att anlägga en pumpstation för dagvatten diskuterats med VA-huvudmannen. Efter att ha studerat flödesbelastningen och översvämningensriskerna är slutsatsen att det finns ett behov av att förse planområdet med en pumpstation för dagvatten. Vid kombinationen höga flöden i Göta älv och intensiv nederbörd står Älvängen C idag utan möjlighet att avleda dagvatten. En pumpstation skulle innebära att dagvatten kan avledas även vid ett sådant scenario.

I beräkningsverktyget Stormtac sker uppskattningar av föroreningsbelastning genom att använda schabloner för olika markttyper vilket innebär att det finns felmarginaler avseende dessa beräkningar. Slutsatsen från föroreningsberäkningarna är dock att mängder och halter förorenande ämnen reduceras ned till acceptabla nivåer om de föreslagna dagvattenanläggningarna anläggs.

Det P-hus som föreslås i planområdets sydvästra del har en olämplig placering av flera skäl:

- Översvämningsrisk föreligger.
- En hel del underjordisk infrastruktur i form av VA-ledningar ligger på platsen och är beroende av att ligga där för att klara självfall (bl a Trafikverkets ledningsnät). Förslag på en ny pumpstation för spillvatten finns på platsen. Dessa anläggningar behöver vara åtkomliga.
- Huvudutloppet för dagvatten från stora delar av Älvängen ligger på platsen. Att flytta detta skulle innebära stora kostnader.

Ett alternativ är att minska P-husets storlek samt att uppföra ett parkeringsområde i planområdets nordöstra del, i anslutning till trafikplats Norra Älvängenmotet. Man kan även undersöka möjligheter till att skapa parkeringsytor under framtida byggnader.

8 REFERENSER

Publikationer från Svenskt Vatten P104, P105, P110

Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se>

Översiktlig geoteknisk undersökning, Älvängen centrum, 1971-05-10, G.F

Geoteknisk PM / Utlåtande 1981-04-27, 1989-04-14, 1992-08-27, GF konsult

PM Totalstabilitet Väg 45-Norge-Vänerbanan 2008-02-05, WSP

Projekterings-PM/Geoteknik Utby 2:76 m fl.2019-09-20, Bohusgeo AB

Exploateringsskiss från Ale kommun, erhållen i aug.2019.

Länsstyrelsens karttjänst <https://www.lansstyrelsen.se/vastra-gotaland/tjanster/karttjanster-och-geodata.html>

Vägledning för skyfallskartering, MSB (Alfredsson, Bern 2017).

MSB Översvämningsportalen https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/gota_alv.html

Kunskapssammanställning dagvattenrening, Svenskt Vatten, SVU-rapport 2016-05 (Godecke Blecken)

Pluviala översvämnningar i stort och smått, Tidskriften Vatten (Lunds universitet 2018, Johanna Sörensen)

StormTac webb www.stormtac.com

Förslag till vattenskyddsföreskrifter för Göta älv och Vänersborgsviken vattenskyddsområde (hämtad på Kungälv kommuns hemsida 2019-11-20 <https://www.kungalv.se/siteassets/dokument/bygga-och-bo/dokument/miljostrategiskt-arbete/forslag-till-vattenskyddsforeskrifter-gota-alv-och-vanersborgsviken.pdf>)

WRS, 2016 – *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten*

9 BILAGOR

Bilaga 1: Avrinningsområden, befintlig VA, befintliga ledningar.

Bilaga 2: Befintlig VA, föreslagen dagvattenhantering föreslagen ledningsdragning och föreslagna VA-anslutningar.

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

WSP Sverige AB
Box 13033
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

