

DAGVATTEN- OCH ÖVERSVÄMNINGS- UTREDNING NORRA BRYNÄS, GÄVLE



Uppdrag 291620, MKB för Fördjupad Översiktsplan Norra Brynäs, Gävle kommun
Titel på rapport: Dagvatten- och översvänningsutredning Norra Brynäs, Gävle kommun
Status: Rapport
Datum: 2019-10-09

Beställare: Gävle kommun
Kontaktperson: Mirja Törnquist

Konsult: Tyréns AB
Handläggare: Isabell Gärtner, Hanna Vallin och Anna Karlsson
Uppdragsansvarig: Johan Kjellin
Kvalitetsgranskare: Johan Kjellin och Anna Karlsson

Revideringsdatum: 2019-11-21
Version: 1.2

Initialer IG, Tyréns AB

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	4
1.1	BAKGRUND.....	4
1.2	SYFTE.....	4
1.3	FÖRUTSÄTTNINGAR	4
1.3.1	BEFINTLIG AVVATTNING.....	5
1.3.2	INFILTRATIONSFÖRUTSÄTTNINGAR OCH GRUNDVATTENNIVÅER	5
1.3.3	RECIPIENTER OCH MILJÖKVALITETSNORMER.....	7
2	RINNVÄGAR OCH LÅGPUNKTER.....	9
3	SKYFALLSANALYS.....	11
4	HÖGA FLÖDEN I GAVLEÅN.....	11
5	STIGANDE HAVSNIVÅER.....	12
5.1	DAGENS OCH FRAMTIDA HAVSNIVÅER.....	12
6	SÅRBARHET VID ÖVERSVÄMNING.....	13
6.1	ÖVERSVÄMNINGAR FRÅN HAV OCH GAVLEÅN.....	13
6.2	ÖVERSVÄMNINGAR VID SKYFALL	14
7	SKYDDSÅTGÄRDER MOT ÖVERSVÄMNING	15
8	FÖRSLAG TILL DAGVATTENLÖSNINGAR OCH RENING AV DAGVATTEN	
	18	
8.1	VÄXTBÄDDAR OCH DAGVATTENRENING.....	19
8.2	FÖRORENINGSBERÄKNINGAR	23
9	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.....	24
10	REFERENSER.....	25
	BILAGA 1. FREKVENSPANALYS AV HAVSVATTENSTÅND.....	26
	BILAGA 2. BERÄKNING AV RENINGSEFFEKT FÖR VÄXTBÄDDAR	28

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Norra Brynäs är en centralt belägen stadsdel med närhet till Gavleån och havet. Området består idag till övervägande del av industrifastigheter och i mindre omfattning av bostäder (Figur 1). Andelen grönytor är liten och i dagsläget samlas det mesta av regn- och smältvattnet i dagvattenledningsnätet för att sedan ledas orenat till recipienterna Gavleån och Inre Fjärden. Inriktningen vid framtida exploateringar är att omvandla området till mer blandad bebyggelse med fler bostadskvarter enligt PM planeringsunderlag (Gävle kommun, 2019).



Figur 1. Topografisk karta över Gävle stad. Norra Brynäs markerad i blått (© Lantmäteriet).

1.2 SYFTE

I denna rapport presenteras resultaten av en klimatutredning samt en översiktlig dagvattenutredning för Norra Brynäs. Syftet är att sammanställa detta underlag för den fördjupade översiktsplanen (FÖP) som kommer att tas fram för området.

1.3 FÖRUTSÄTTNINGAR

Planområdet är relativt lågt beläget kontra Gavleån och havet. Delar av området riskerar att drabbas av marköversvämningar vid höga flöden i ån eller vid höga havsnivåer. Befintligt dagvattennät riskerar återkommande dämningar från havet eller ån, vilket kan påverka bortledningskapaciteten även då havs- och å-nivån understiger marknivån in området.

1.3.1 BEFINTLIG AVVATTNING

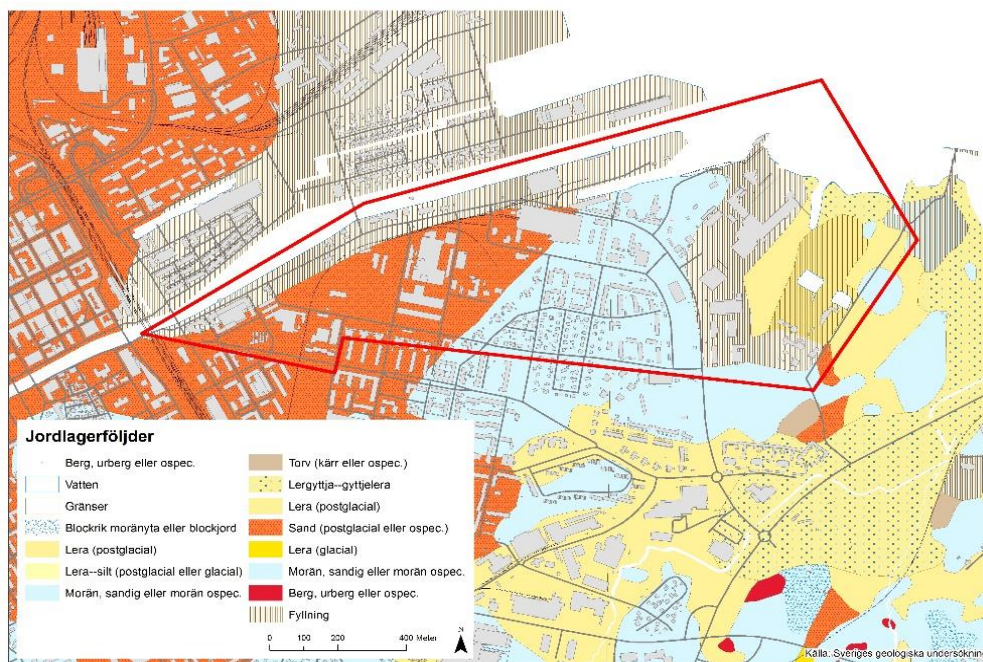
Området är anslutet till stadens dagvattennät och dagvattnet leds idag direkt till recipienterna utan rening förutom via den infiltration som sker i grönytorna. Ingen utredning av ledningsnätet har gjorts för denna rapport, men det rekommenderas att göra en översyn för att få en bättre bild av både skick och kapacitet innan nya områden ansluts. De befintliga dagvattenledningarna i området visas i Figur 2.



Figur 2. Planområdet tillsammans med befintliga dagvattenledningar i grönt (© Gävle kommun, ESRI).

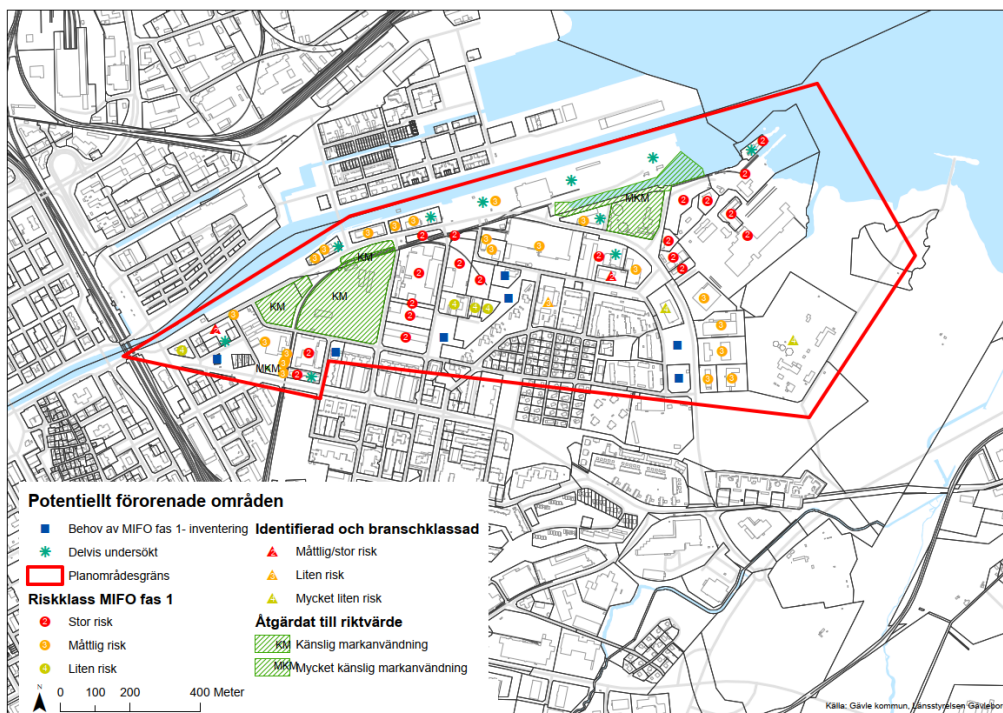
1.3.2 INFILTRATIONSFÖRUTSÄTTNINGAR OCH GRUNDVATTENNIVÅER

Enligt tidigare geotekniska undersökningar domineras området av fyllnadsmaterial ovan lera med varierande tjocklek. SGU:s jordartskarta visar att delområden även kan antas bestå av en del morän och sandjord, se Figur 3. Grundvattennivån har, i den västliga delen av området, uppmätts ligga nära markytan, +0,6 till +1,5 m (RH2000), men mätningarna är fåtaliga och gjordes alla under september 2003. Fler grundvattenrör och ett större antal mätningar skulle behövas för att ge en bättre överblick över de naturliga variationerna av grundvattenytan över tid samt möjlighet till infiltration av dagvattnet.



Figur 3. Jordartskarta över planområdet. Källa: PM Planeringsunderlag (© Sveriges Geologiska Undersökning och Gävle kommun).

Det förekommer områden där det har hittats föroreningar i marken. En karta med potentiellt förorenade områden redovisas i Figur 4. Mer noggranna undersökningar behöver göras inför anläggande av infiltrationsanläggningar i dessa områden, då dagvattnet riskerar att dra med sig föroreningar till grundvattnet.



Figur 4. Potentiellt förorenade områden i Norra Brynäs. Källa: PM Planeringsunderlag (Gävle kommun).

1.3.3 RECIPIENTER OCH MILJÖKVALITETSNORMER

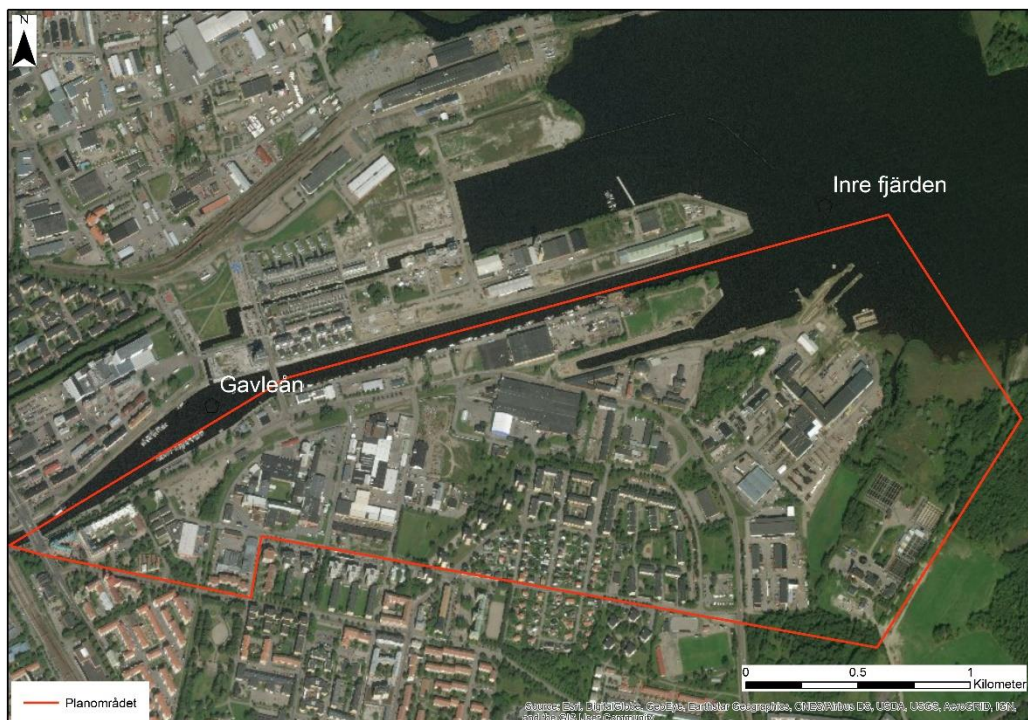
I dagsläget leds dagvattnet från Norra Brynäs orenat till Gavleån samt till Inre fjärden och recipienterna är påverkade av decennier av industriell aktivitet och hamnverksamhet. Följande information är hämtad från VISS (Vatteninformationssystem Sverige).

Norr om utredningsområdet rinner Gavleån (SE672708-612421) som mynnar i Inre fjärden (Figur 5). Vattendraget är en preliminär vattenförekomst som ej uppnår god kemisk status då det bland annat är påverkat av olika industrier, förorenade områden, urban markanvändning, transport och infrastruktur samt atmosfärisk deposition.

Den ekologiska statusen har klassats som måttlig, främst på grund av fysikaliskt kemiska egenskaper i form av höga halter av bland annat arsenik och zink. Hydromorfologin i ån bedöms i vissa hänseenden vara otillfredsställande eller till och med dålig.

Miljö kvalitetsnormerna anger att Gavleån ska uppnå god kemisk status senast 2021 och god ekologisk status senast 2027 (Tabell 1).

Inre fjärden (SE 604055-171248) (Figur 5) är en havsvik med dålig ekologisk status, vilket främst beror på övergödning med höga kvävehalter och måttliga till otillfredsställande halter av fosfor. Dessutom har höga halter av zink och koppar uppmäts i bottensedimenten vid ett tillfälle. Den kemiska statusen uppnår ej god, även om det bortses från bromerad difenyleter och kvicksilver som överstiger gränsvärdena i alla svenska vattendrag. Inre fjärden har förhöjda halter av miljögifterna bly, kadmium och dioxin. Målet för Inre Fjärden är att senast 2021 uppnå god kemisk status och måttlig ekologisk status senast 2027.



Figur 5. Vattenförekomster närmast planområdet (© ESRI).

Tabell 1. Sammanfattning av gällande miljö kvalitetsnormer och statusklassningar för Gavleån.

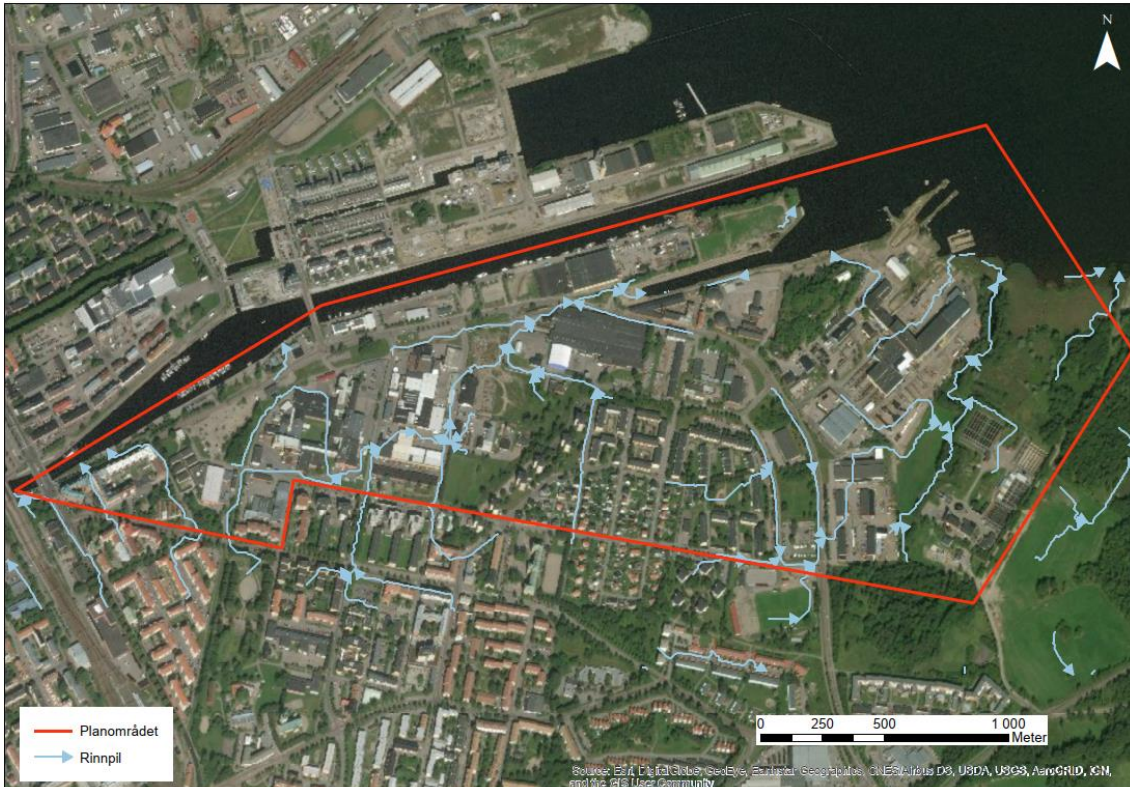
Gavleån (preliminär vattenförekomst), SE672708-612421	Ekologisk	Kemisk
Miljö kvalitetsnorm	-	-
Statusklassning	Vattendragets närområde bedöms som otillfredsställande och svämplanets strukturer och funktion i vattendraget som måttlig.	Recipienten uppnår ej god status med anledning av de prioriterade ämnena kvicksilver och bromerad difenyleter, vilket gäller för alla vattendrag i Sverige.
Påverkanskällor	IED och icke IED-industri, förorenade områden, urban markanvändning, transport och infrastruktur samt atmosfärisk deposition bedöms ha betydande påverkan på vattendraget.	

Tabell 2. Sammanfattning av gällande miljö kvalitetsnormer och statusklassningar för Inre Fjärden.

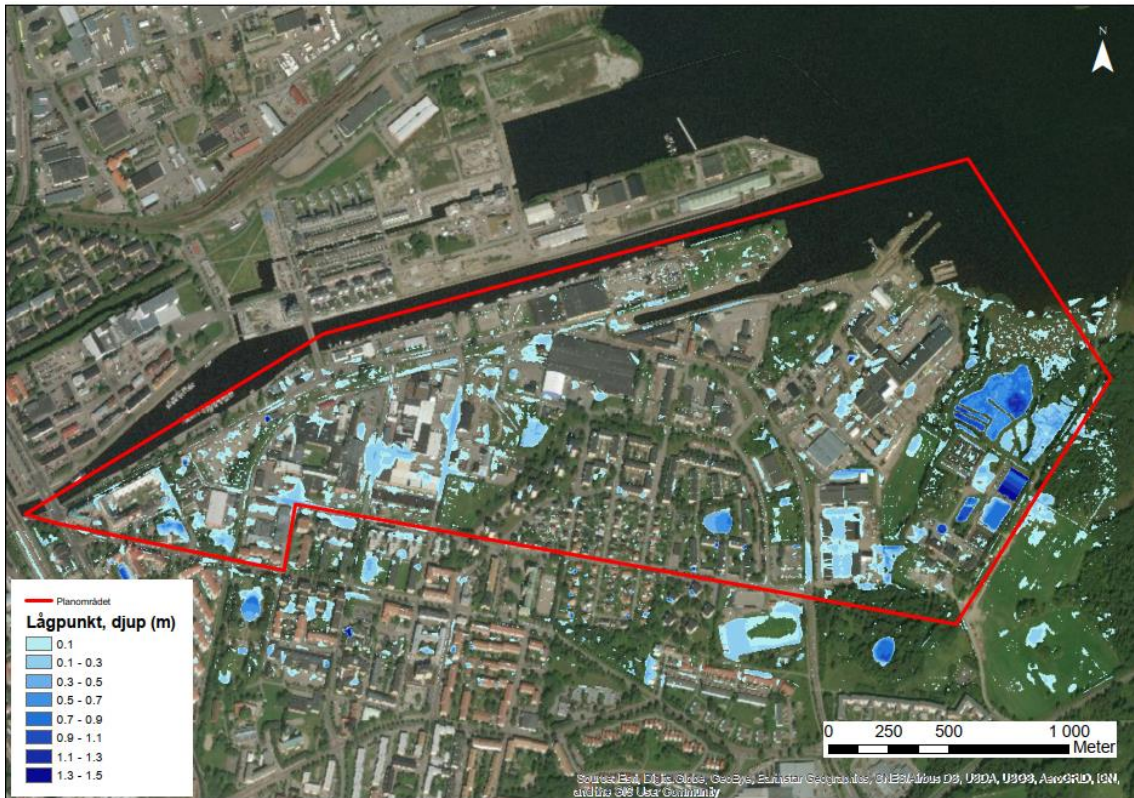
Inre Fjärden SE604055-171248	Ekologisk	Kemisk
Miljö kvalitetsnorm	Måttlig ekologisk status 2027	God kemisk ytvattenstatus Undantag, mindre stränga krav: Kvicksilver och kvicksilverföreningar Bromerad difenyleter Undantag, tidsfrist: Kadmium och kadmiumföreningar, samt bly och blyföreningar till 2027
Statusklassning	Dålig Vattendraget har bl.a. problem med växtplankton, bottenfauna och övergödning p.g.a. hög belastning av näringsämnen, höga halter av koppar och zink i sedimenten samt det morfologiska tillståndet.	Uppnår ej god Förutom de överallt överskridande ämnena kvicksilver och bromerade difenyleter, har förhöjda halter av bly, kadmium, kvicksilver och dioxin uppmätts i bottensedimenten.
Påverkanskällor	Reningsverket Duvbacken, IED- och icke IED industri, ett antal förorenade områden, deponier, urban markanvändning, jordbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp samt atmosfärisk deposition bedöms ha betydande påverkan.	

2 RINNVÄGAR OCH LÅGPUNKTER

En lågpunkts- och rinnvägsanalys har genomförts baserat på nationella höjddatabasen. Resultaten presenteras i Figur 6 och 7. En mindre vattendelare löper i NÖ-SV riktning med högsta punkten vid Vega- eller Lysgatan, vilket resulterar i ett västligt och östligt avrinningsområde. Lågpunkter sammanfaller väl med rinnpilarna, men den verkliga utbredningen av lågpunkterna och rinnriktning av ytligt avrinnande vatten kan skilja sig lite från resultaten från analysen, eftersom ingen hänsyn har tagits till regnvolymer, befintliga kulvertar och trummor.



Figur 6. Rinnpilar inom planområdet (© ESRI).



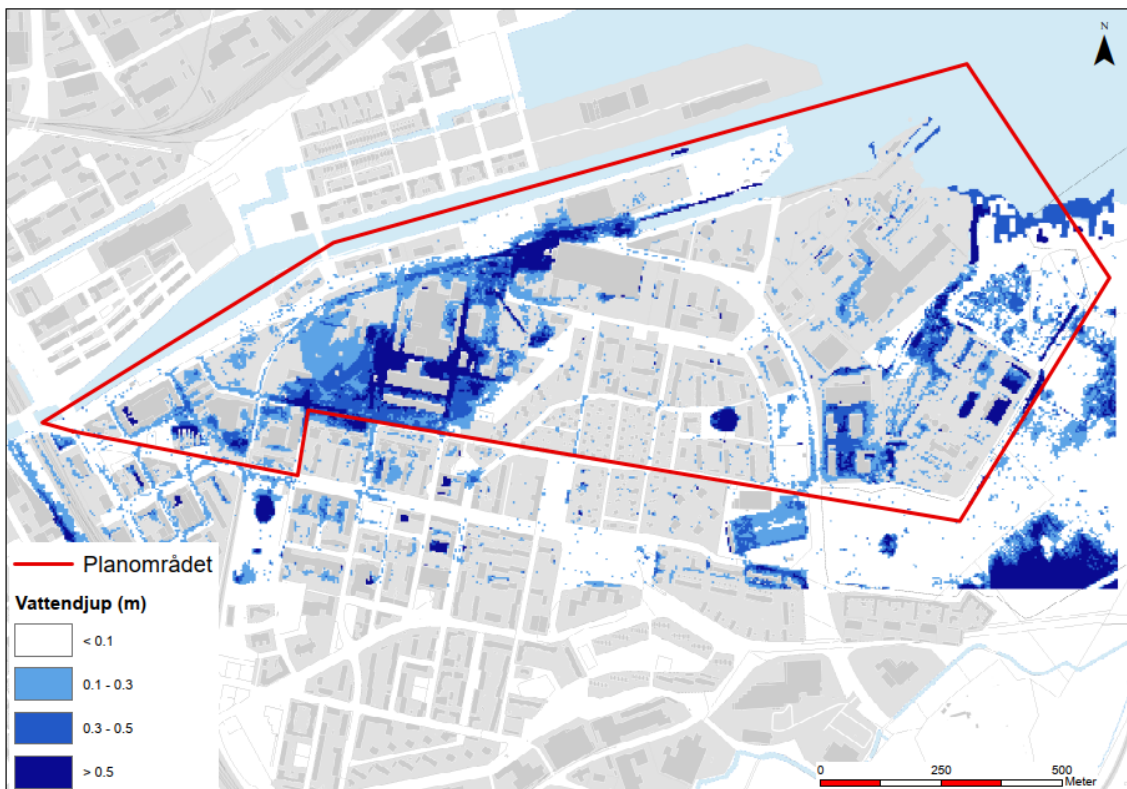
Figur 7. Lågpunkter där vatten kan samlas t.ex. vid större skyfall (© ESRI).

Lågpunktsanalysen visar att det förekommer lågpunkter på flera ställen i området där det kan uppstå vattenansamlingar vid skyfall. De djupaste ligger främst i östra delarna, i närheten av reningsverket. Även i väst ligger vissa vägar relativt lågt i topografin, till exempel delar av Femte Tvärgatan och Södra Skeppsbron. Dessa kan fungera som kanaler som leder vattnet snabbt ut från området vid större skyfall. Det är därför viktigt att i så stor utsträckning som möjligt behålla och inte blockera dessa flödesvägar vid omvandling av bebyggelsen.

3 SKYFALLSANALYS

Gästrike Vatten AB har tagit fram en skyfallsmodell på uppdrag av Gävle kommun. Modellen visar enligt uppgift ett 100-årsregn med en varaktighet på 6 timmar, en upplösning på 4x4 m och en klimatkoefficient på 1,15. Avdrag för ledningsnätets kapacitet har gjorts, men inga mer detaljer kring hur modellen är uppbyggd har funnits tillgängliga för denna utredning. Resultat för Brynäsområdet redovisas i Figur 8.

Det blir tydligt att stora delar av centrala Brynäs och delar av industriområdet längs Atlasgatan riskerar att översvämmas vid kraftigare regntillfällen. Därmed finns risk att byggnader kommer att ta skada och infrastrukturen påverkas.



Figur 8. Vattendjup vid 100-årsregn framtaget med skyfallsmodell (© Gävle kommun).

4 HÖGA FLÖDEN I GAVLEÅN

MSB utförde under 2017 en översvämningskartering av Gavleån för 100- och 200-årsflöden samt för ett beräknat högsta flöde (BHF) vilket grovt kan antas motsvara ett 10 000-årsflöde. Som randvillkor sattes en havsnivå på +1,14 (RH2000) för 100- och 200-årsflöden, respektive +1,53 för BHF. BHF kan ses som ett värsta scenario med mycket högt havsvattenstånd och höga flöden i alla vattendrag.

Havsnivåerna som ansatts som randvillkor för de karterade flödena är mycket höga och sannolikheten för att extrema flöden och extrema havsnivåer inträffar samtidigt är inte utredd av MSB. Detta innebär att kombinationen av ett högt flöde och hög havsnivå ger en återkomsttid på vattennivå i Gavleån som sannolikt är mycket högre än för det beräknade flödet.

5 STIGANDE HAVSNIVÅER

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), är ett FN-organ som regelbundet sammanfattar den aktuella forskningen kring klimatförändringar. IPCC presenterar den framtida globala vattenståndshöjningen baserat på olika projektioner av möjliga framtida utsläpp av växthusgaser, s.k. RCP-scenarier (Representative Concentration Pathways). Dessa scenarier beskriver hur människan kan komma att bidra till en ökad växthuseffekt. SMHI har valt att utgå från beräkningar över globala medelvattenstånd fram till år 2100 baserade på RCP 2,6, RCP 4,5 och RCP 8,5 (SMHI 2017a) där RCP 8,5 utgör det scenario som ger störst havsnivåhöjning.

SMHI anger att fram till år 2050 är skillnaderna mellan de olika klimatscenarierna små, men efter år 2050 skiljer sig nivåökningarna åt. För att avgöra vilka nivåer som skall användas som planeringsunderlag krävs bland annat att man väger in vilka risker som finns, vilka värden som skall skyddas och framtida möjligheter att anpassa sig till nya förutsättningar.

I detta kapitel sammanställs information från PM *Havsvattenstånd i Gävle i ett förändrat klimat* (Tyréns, 2019).

5.1 DAGENS OCH FRAMTIDA HAVSNIVÅER

Beräkningar av medelvattenstånd och extrema nivåer som SMHI genomfört mellan 2015 och 2017 ger en bild av klimatets förväntade inverkan på havsnivåerna. En sammanställning av nivåer för dagens klimat och valda klimatscenarier redovisas i Tabell 3. För klimatscenarier anges det beräknade medelvärdet och inom parentes värden för 5- resp. 95-percentilen¹.

MW – medelvattenyta. Dagens siffra bygger på mätdata från närliggande stationer. Beräknade framtida medelvattenstånd från SMHI (2017b).

HHW 100 – vattenstånd med 100 års återkomsttid. Från SGI (2012).

HHW observerat – den högsta nivån som observerats vid Forsmark omräknat till dagens- och framtida klimat.

HHW beräknat – den av SMHI (2017b) beräknade högsta nivå som visar hur högt vattenståndet kan stiga tillfälligt under en storm.

Tabell 3. Vattenstånd för Gävle kommun i RH2000. Siffror inom parentes är 5- till 95-percentilen.

Vattenstånd i cm relativt RH2000	År 2019	År 2100	
		RCP 4.5	RCP 8.5
MW	8	-4 (-21 - 14)	16 (-5 - 40)
HHW 100 (+130)	138	126 (109 - 144)	146 (125 - 170)
HHW observerat (+145)	153	141 (124 - 159)	161 (140 - 185)
HHW beräknat (+179)	187	175 (158 - 193)	195 (174 - 219)

Som framgår av Tabell 3 finns det alltså ett intervall för beräknade framtida havsnivåer. Som underlag för planering rekommenderas ofta att det högsta värdet, motsvarande 95-percentilen i RCP 8,5 väljs. För planering av infrastruktur i norra Brynäs föreslås därför nivåerna i Tabell 4 som även inkluderar vinduppstuvningseffekten (vattenytans snedställning på grund av

¹ Percentilerna är tal som beskriver fördelningen i en grupp. Till exempel är den 95:e percentilen ett tal där 95% av gruppen ligger under, och övriga 5% ligger över (SCB).

vindfriktionens inverkan) som beräknats vara 10 cm för Gävle hamn enligt beräkningar som utförts av SMHI. Till medelvattennivån adderas ingen vinduppstuvningseffekt eftersom denna bara förekommer vid extrema vattennivåer kopplade till kraftiga vindar.

Tabell 4. Förslag till planeringsnivåer för FÖP Brynäs baserat på 95-percentilen för RCP 8,5 inklusive vinduppstuvningseffekter.

Vattenstånd i cm relativt RH2000	År 2019	År 2100
MW	18	40
HHW 100	148	180
HHW observerat	163	195
HHW beräknat	197	229

SMHI har sammanställt uppmätta oceanografiska observationer från en mätstation (Björn) vid kusten utanför Gävle. Dessa mätningar redovisas i bilaga 1 i form av en frekvensanalys som visar hur vanligt förekommande olika havsvattenstånd historiskt sett har varit. Det underlaget är också intressant att beakta vid val av skyddsnivåer mot översvämning för ny bebyggelse.

6 SÅRBARHET VID ÖVERSVÄMNING

En del verksamheter klassas som samhällsviktiga anläggningar och behöver skyddas från översvämningar i högre utsträckning än övrig bebyggelse. Ett exempel på detta är avloppsreningsverket som faller inom kategorin "tekniska försörjningssystem". Samhällsviktiga anläggningar ska ha en högre skyddsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid översvämning av omkringliggande mark. Det är därför viktigt med större säkerhetsmarginaler mot översvämningar från hav, å och skyfall. För annan byggnation är säkerhetsmarginalerna generellt lägre. Säkerhetsmarginalen bör också kopplas till sannolikheten för den dimensionerande nivån.

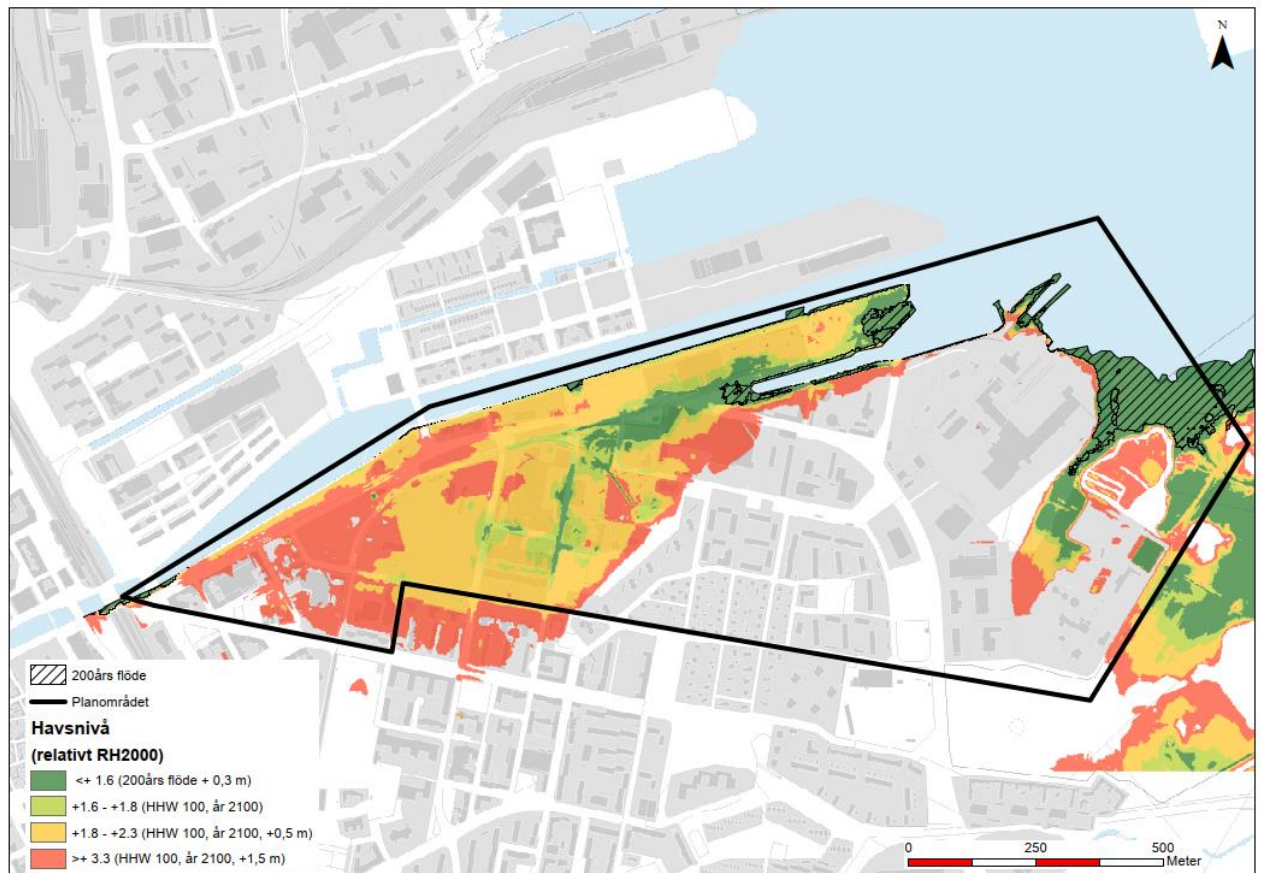
För detta projekt har Gävle kommun föreslagit de planeringsnivåer som redovisas i Tabell 5. När det gäller utrymningsvägar är det viktigt att dessa inte översvämmas mer än maximal 20–30 centimeter för att säkerställa framkomligheten för räddningsfordon. Detta motsvarar 20–30 centimeter under den dimensionerade nivån.

Tabell 5. Förslag från kommunen på planeringsnivåer för både ny och befintlig bebyggelse.

Händelse	Dimensionerande nivå	Marginal till samhällsviktig anläggning	Marginal till annan anläggning/byggnation
Höga havsnivåer	HHW 100 år 2100	+ 1,5 m	+ 0,5 m
Höga flöden Gavleån	200års flöde	+ 0,3 m	+ 0,3 m
Skyfall	Klimatanpassat 100-årsregn	+ 0,5 m	+ 0,2 m

6.1 ÖVERSVÄMNINGAR FRÅN HAV OCH GAVLEÅN

I Figur 9 visas den dimensionerande havsnivån samt marginaler, tillsammans med ett 200-årsflöde i Gavleån + 0,3 m marginal, vilket motsvarar +1,6 m (RH2000). Planeringsnivåerna i figur 10 är framtagna för befintlig bebyggelse och i det här fallet blir det tydligt att ett 200-årsflöde i Gavleån även med säkerhetsmarginal förmodligen inte skulle översvämma bebyggelse. Därför blir havsnivåerna dimensionerande för bebyggelse och framkomlighet.



Figur 9. Planeringsnivåer för befintlig bebyggelse kontra höga vattennivåer i Gavleån och havet (© Gävle kommun).

6.2 ÖVERSVÄMNINGAR VID SKYFALL

Skyfallsmodelleringen (Figur 8) visar att stora delar av västra Brynäs riskerar att översvämmas vid kraftiga skyfall. Det kan därför vara svårt att hitta ett lämpligt ställe där samhällsviktig byggnation skulle kunna placeras utan att byggnaden riskerar att ta skada och funktionen påverkas vid översvämningar. Det skulle också vara svårt att nå byggnaden eftersom modelleringen visar att nästan alla vägar kommer bli översvämmade.

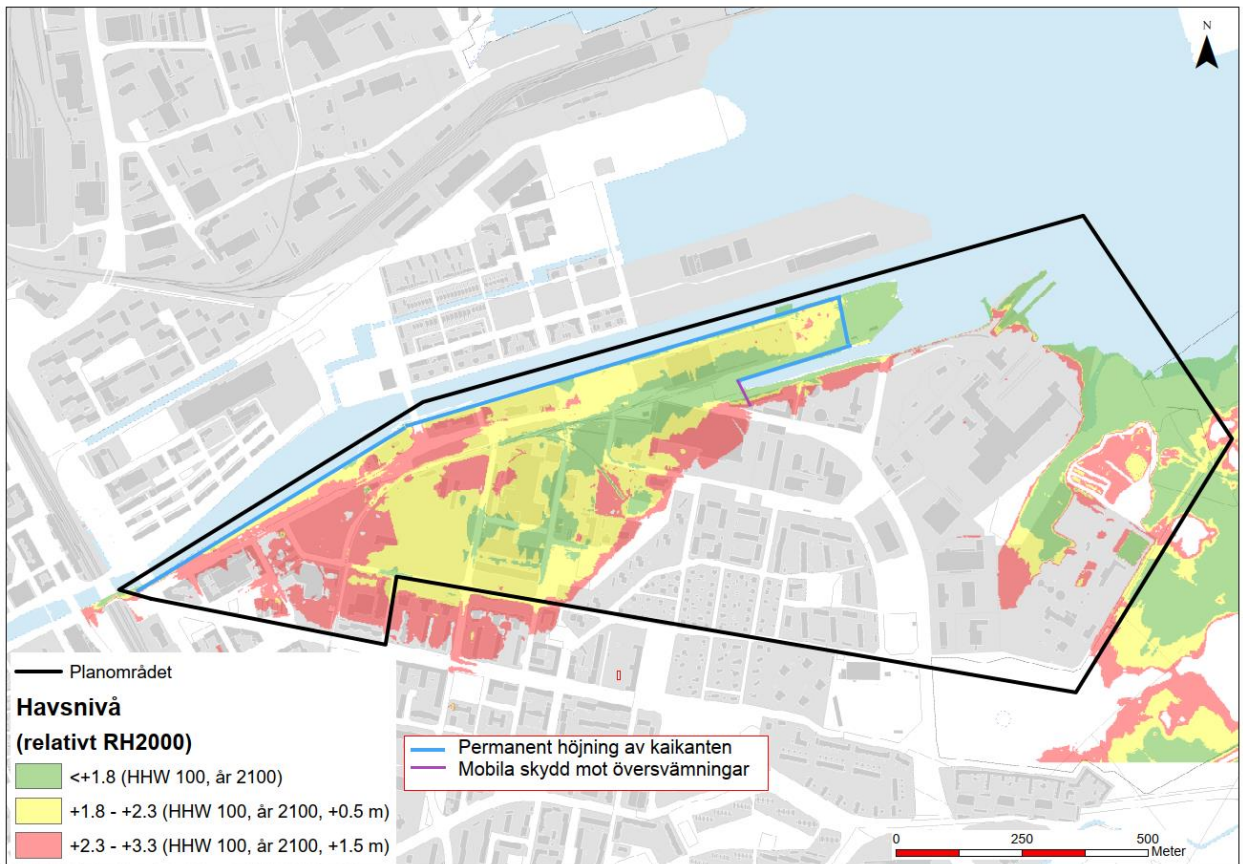
Det är därför viktigt att i så stor utsträckning som möjligt inte blockera befintliga flödesvägar, och om möjligt förbättra dessa, som transporterar vattnet från bebyggelsen mot havet vid omvandling av bebyggelsen. Det är också viktigt att tänka på att inga källare bör planeras vid nybyggnation i de mest utsatta områdena och att ingångarna till husen behöver ligga över planeringsnivån.

7 SKYDDSÅTGÄRDER MOT ÖVERSVÄMNING

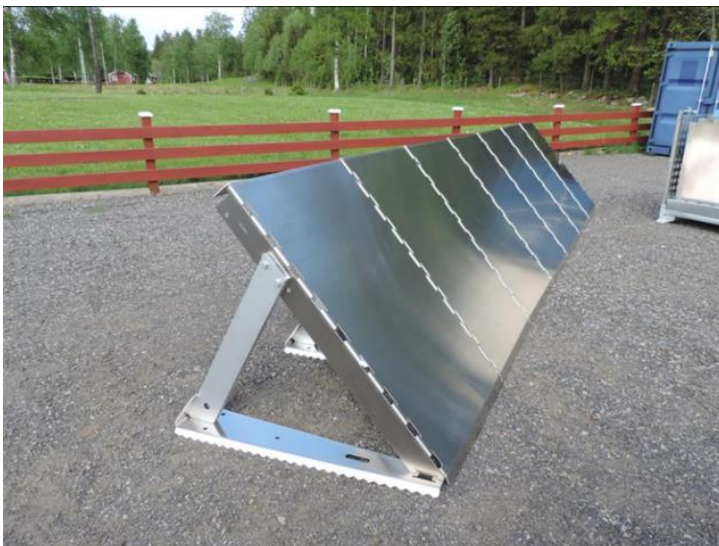
En lösning för att undvika kostsamma skador vid översvämningar är att inte placera bebyggelse i områden som ligger för lågt. Dessa ytor kan istället utnyttjas för anläggning av parker eller ha andra typer av funktioner som kan tillåtas översvämmas vid höga vattenstånd eller skyfall. Man kan också arbeta med höjdsättningen i delar av området. I Norra Brynäs är det dockrelativt omfattande ytor som översvämmas vid höga vattenstånd (Figur 8). Samma gator som lämpar sig väl som avrinningsstråk vid skyfall leder vid höga nivåer i havet till översvämningar av stadsdelen då vattnet tar den motsatta vägen. Figur 10 redovisar förslag på placering av olika typer av översvämningsskydd. En möjlighet är att höja kajkanten till en lämplig nivå och vid förväntat höga havs- och å-nivåer, samt komplettera med mobila invallningar (Figur 11) vid västra änden av Stenborgskajen. För att avgöra vilken nivå kajkanten ska höjas till kan en kostnads-nyttanalyt göras där investeringskostnader ställs mot de kostnader en eventuell översvämning skulle medföra. Det kan också övervägas att redan idag permanent höja kajkanten till dagens HHW₁₀₀ + planeringsnivån. Fram till 2050 kommer sannolikt landhöjningen i Gävleområdet att kompensera för höjda havsnivåer. Det är först mot andra delen av detta århundrade som havsnivåerna förväntas öka. Om några decennier när prognoserna för hur havnivåhöjningen kommer att utvecklas är säkrare kan kajkanten, vid behov, förberedas för mobila högvattenskydd alternativt höjas ytterligare.

En höjning av kajkanten är tänkt skydda mot höga flöden i Gavleån och höga havsnivåer, däremot ger den ingen skydd mot översvämningar vid skyfall. Höjdsättningen av området är därför viktigt även om området skyddas av permanent höjda kajkanter. Framst för att skapa skyfallsstråk och leda vattnet till ytor som kan få översvämmas men också för att inte skapa instängda lågpunkter.

Det finns även andra typer av översvämningsskydd, som är en kombination av mobila och fasta skydd (Figur 11-14). De kan utformas på en rad olika sätt och med olika höjd. Om olika typer av skärmar eller liknande används är det lämpligt att anlägga dem på ett sådant sätt att de kan byggas på i ett senare skede om det skulle visa sig att ytterligare skydd krävs för att havsnivåhöjningarna blir högre än beräknat. Vid anläggning av översvämningsskydd är det viktigt att ta en helhetssyn på vattenfrågorna så att det inte orsakar problem med instängt dagvatten bakom skydden vid skyfall.



Figur 10 Skiss med förslag på var permanenta och mobila skydd mot översvämningar kan placeras för att skydda den västra delen av Norra Brynäs (© Gävle kommun)



Figur 11. Exempel på mobila översvämningsskydd (© Inero flood protection).



Figur 12. Exempel på mobilt översvämningsskydd med permanenta fästen (Zsentendre, Ungern, © Tyréns 2018).



Figur 13 Exempel på översvämningsskydd i Göteborg (© Tyréns 2019)



Figur 14 Exempel på översvämningsskydd i Göteborg (© Tyréns 2019).

8 FÖRSLAG TILL DAGVATTENLÖSNINGAR OCH RENING AV DAGVATTEN

Recipienterna är stora och har mycket stor kapacitet att ta emot flöden från planområdet varför anläggning av större centrala fördröjningsdammar inte anses vara nödvändigt. Fördröjning kan dock bli aktuellt om det visar sig förekomma kapacitetsbrist i ledningsnätet någonstans. Fokus rekommenderas ligga på att rena dagvattnet för att bland annat minska tillflödet av tungmetaller till recipienten. I och med omvandlingen från industri- till bostadsområde för delar av området kommer föreningshalterna i dagvattnet att minska även utan reningsåtgärder. Dagvatten från industrier innehåller högre halter av bland annat tungmetaller än bostadsområden. Detta till följd av att industriområden generellt består av en högre andel hårdgjorda ytor och är förknippade med en större trafikvolym av tunga transporter medan bostadsområden ofta består av en större andel grönytor. För att rena dagvattnet ytterligare rekommenderas att anlägga småskaliga reningslösningar i de nya kvarteren, som till exempel växtbäddar och träd i innergårdarna och längs gatorna. Här kan området Godisfabriken med fördel tjäna som exempel (Figur 15). Utöver rening av dagvattnet, skulle kvarteren på så sätt knytas ihop och skapa en enhetlig stadsbild, samt en behaglig boendemiljö.



Figur 15 Förslag på utformning och markanvändning inom Läkeroltomten (Tyréns, 2017).

Just nu pågår en utredning om reningsverkets framtid som på grund av kapacitetsproblem antingen kommer att byggas ut eller flyttas. Om en flytt blir aktuell kommer en större pumpstation att vara kvar på platsen, men samtidigt finns möjlighet att skapa nya bostäder i området där reningsverket ligger i dagsläget. I så fall skulle en större grönyta kunna anläggas centralt i området för att rena dagvatten från de östra delarna av Brynäs. Grönytan skulle antingen kunna vara utformad som en översilningsyta eller som ett mycket brett dike med flacka slänter. Grönytan skulle även kunna nyttas av de närboende för bland annat lek och rekreation. Skötseln av ytan skulle i huvudsak bestå av gräsklippning.

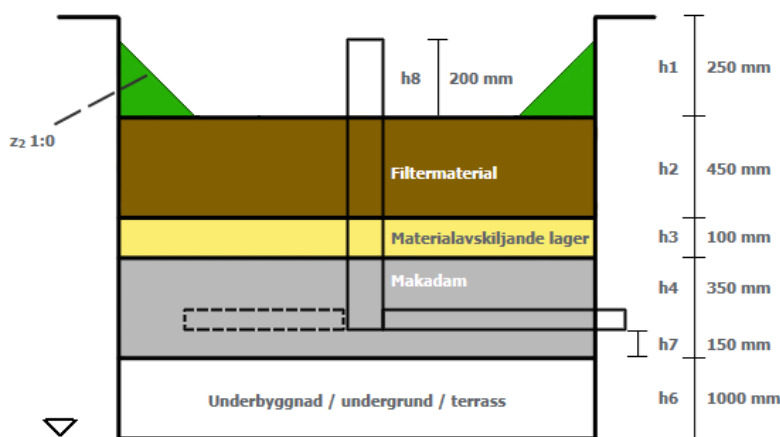
Om reningsverket byggs ut, skulle en våtdamm kunna anläggas bredvid reningsverket, för att rena dagvatten främst genom sedimentation. Lokaliseringen och utformningen av dammen kommer att bli beroende av den tillgängliga ytan efter utbyggnaden och behöver tas fram i ett senare skede när det är bestämt vad som kommer att hända med reningsverket.

8.1 VÄXTBÄDDAR OCH DAGVATTENRENING

Källorna till föroreningar i dagvatten är många och kan vara direkta eller diffusa, naturliga eller antropogena. Både halterna och typerna av föroreningar varierar med markanvändningen, jordbruksmark kan exempelvis förväntas släppa ut mycket näringsämnen som fosfor och kväve medan industrimark troligtvis har högre halter av tungmetaller i dagvattnet. I bostadsområden är föroreningshalterna generellt låga till måttliga, men det förekommer tungmetaller och petroleumprodukter från vägar och parkeringsytor och näringsämnen som fosfor och kväve.

Generellt brukar ett mål vid exploatering vara att inte öka föroreningshalterna jämfört med dagsläget för att undvika en negativ påverkan på recipientens status. I och med att planområdet i nuläget består främst av industrimark bedöms det vara lämpligt med mer långtgående rening än att rena dagvattnet till dagens standard. Det saknas nationellt antagna riktvärden för föroreningshalter i dagvattenutsläpp och Gävle kommun har inga riktvärden som är specifika för kommunens recipienter. Riktvärden för denna utredning har därför hämtats från en rapport framtagen av Stockholms läns landsting (2009) och dessa halter finns även inlagda som schablonvärden i StormTac. Riktvärdena är inte gällande överallt, utan ska snarare ses som riktlinjer för ungefärliga halter som bör uppnås vid dagvattenrening i brist på andra riktlinjer. Hur stor föroreningsbelastning som kan accepteras från ett exploateringsområde är till stor del beroende av recipientens känslighet och miljö kvalitetsnormer så om recipienten är känslig för vissa typer av föroreningar kan halterna behöva sänkas ytterligare. Anledningen till att riktvärdena har använts är endast för att ge något att relatera föroreningshalterna till, de är inte kopplade till de specifika recipienterna.

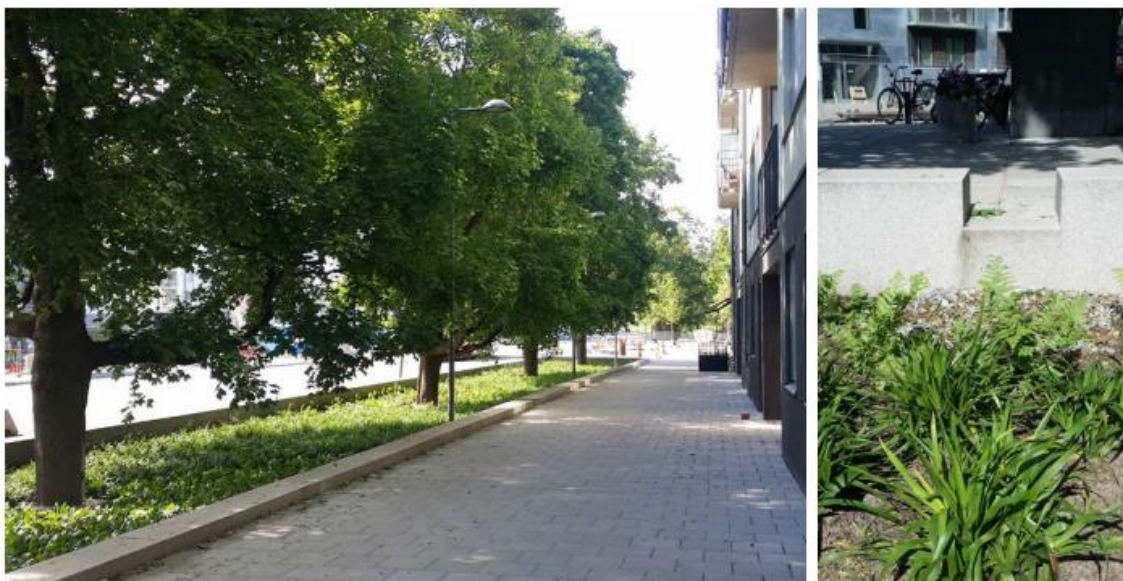
Det finns många olika sätt att bygga upp en växtbädd, en generell uppbyggnad av materiallager visas i Figur 16 och det är den utformningen som använts vid beräkningarna i denna utredning. Tjockleken för de olika lagren kan anpassas för att erhålla önskad fördröjning och rening.



Figur 16. Generell uppbyggnad av växtbädd för dagvattenhantering tillsammans med de lagerdjup som använts vid föroreningsberäkningarna. © StormTac (2019).

Användning av växtbäddar för rening och fördröjning av dagvatten är en bra metod för att integrera dagvattenhanteringen med landskapsbilden i området och öka grönytefaktorn. Växterna ska vara anpassade för torra till friska förhållanden eftersom växtbäddarna kommer att stå torra en stor del av året. Växtbäddar kräver en del skötsel och underhåll för att inte riskera att sätta igen. Om de sätts igen finns det risk för att växterna drabbas av syrebrist och genomflödet av dagvatten hindras. Igensättning kan bildas på grund av exempelvis ackumulerat sediment eller skräp på markytan i bädden. Att använda växtbäddarna i Godisfabriken som referens och bygga ut det övriga området etappvis gör det möjligt att lära sig av hur bra valda växtslag och utformning fungerar.

Nedan följer några inspirationsbilder som visar olika typer av dagvattenlösningar som kan bli aktuella för Norra Brynäs (Figur 17-20).



Figur 17 Exempel på växtbäddar längs en gata (Gestaltning av dagvatten, SWECO, LTU).



Figur 18 Exempel på växtbäddar längs en gata (Gestaltning av dagvatten, SWECO, LTU).



Figur 19 Exempel på växtbädd och gröna stråk i en innergård (Gestaltning av dagvatten, SWECO, LTU).



Figur 20 Exempel på storskaligt grönt stråk/översilningsyta (Gestaltning av dagvatten, SWECO, LTU).

8.2 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

En översiktlig utvärdering av föroreningshalter i dagvattnet från planområdet har gjorts med hjälp av StormTac. Då denna utredning utförs i tidigt skede och inga detaljlösningar finns utgår beräkningarna från det område som i skrivande stund nyligen projekterats och som ligger innanför plangränsen, Läkeroltomten. Reningseffekterna bygger på ett typiskt avrinningsområde från Läkeroltomten för att ge ett exempel som visar potentialen för dagvattenrening i växtbäddar. Observera att beräkningarna bygger på schablonhalter och mycket generella värden och därför ska ses som en uppskattning snarare än verkliga förhållanden.

Beräkningar har gjorts för hur mycket rening växtbäddar av olika storlek i förhållande till sitt avrinningsområde ger. Då det i detta läge inte är helt klart hur området kommer att se ut vid färdig byggnation har föroreningsberäkningarna delats upp utifrån olika typer av områden som kan tänkas förekomma i området; industrimark, flerfamiljshusområde, vägyta, lokalgata samt parkmark. Resultaten från beräkningarna redovisas i bilaga 2.

Beräkningarna visar att zink, bly, kadmium, koppar- och kvicksilverhalterna, som behöver reduceras i recipienten enligt statusklassningarna i VISS, kan förväntas vara högst i industriområdena. De kan dock reduceras markant i växtbäddar om de är tillräckligt stora. Oljehalterna från industriområden är svåra att få ner till riktvärdena med enbart växtbäddar enligt StormTac-beräkningarna. Det rekommenderas att installera oljeavskiljare i området på platser där det kan förväntas uppkomma höga halter av petroleumprodukter i dagvattnet, exempelvis vid stora parkeringsplatser.

Beräkningarna tyder i övrigt på att det finns goda möjligheter att uppnå bra reningseffekt för dagvattnet i området genom att leda det till växtbäddar. För att rena dagvattnet till lägre halter än de använda riktvärdena behöver en växtbädd i ett industriområde och för en vägyta vara 5 % av den reducerade avrinningsytan, flerfamiljshusområde och lokalgator har beräknats ha lägre föroreningshalter i dagvattnet så där räcker det med 2,5 % och parkmarken har beräknats innehålla så låga föroreningshalter att dagvattnet därifrån inte behöver renas.

Det innebär att följande ytor bör avsättas för att rena dagvattnet för de olika marktyperna i de områden där växtbäddar väljs som reningsanläggning:

- *Industriområden: 250 m² växtbädd per hektar industrimark*
- *Bostadsområden: 110 m² växtbädd per hektar bostadsområde*
- *Vägytor: 425 m² växtbädd per hektar vägyta*
- *Lokalgator: 215 m² växtbädd per hektar lokalgata*

I tabell 6 redovisas Gävle kommuns uppskattning av framtida markanvändning och följande areor bör då avsättas för växtbäddar om dagvattnet från alla ytor ska ledas till växtbäddar:

- *Industriområden: 4 300 m² växtbäddar (antaget att kvartersmarken består av 50 % industrimark och 50 % bostadsområden)*
- *Bostadsområden: 1 900 m² växtbäddar*
- *Vägytor: 2 600 m² växtbäddar (antaget att den hårdgjorda ytan består av 50 % vägar och 50 % lokalgator)*
- *Lokalgator: 1 300 m² växtbäddar*

Tabell 6. Uppskattad framtida markanvändning (Gävle kommun)

Markanvändning	Yta (ha)
Ny kvartersmark	34,3
Park/allé	14,2
Hårdgjord yta	12,1

Exakt reningseffekt behöver dock beräknas för respektive växtbädd före detaljprojektering eftersom det finns många faktorer som påverkar reningseffekten lokalt. Exempelvis kan ökad rening erhållas genom att anlägga växtbäddarna djupare än i det standardexempel som använts för dessa beräkningar. Det är också viktigt att komma ihåg att det finns möjlighet till andra dagvattenlösningar lokalt, exempelvis dammar eller översvämningssytor såsom föreslaget vid reningsverket. Vilken lösning som passar bäst för ett specifikt område behöver beslutas i ett senare skede då planområdet utreds mer lokalt.

9 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Dagvatten från planområdet avrinner via dagvattenledningsnätet samt via ytavrinning till Gavleån och till Inre Fjärden. Rinnvägsanalysen visar att det finns två centrala avrinningsvägar i området, österut och norrut. Största delen av centrala området avrinner till Inre fjärden via Gavleån. Området kring reningsverket avrinner österut direkt till Inre Fjärden.

I den östra delen av Norra Brynäs pågår en utredning kring placering och eventuell utbyggnad av reningsverket. Om reningsverket blir kvar på befintlig plats kan en damm placeras längs med detta för att rena dagvattnet. Storleken på dammen beror av hur mycket plats utbyggnaden av reningsverket tar i anspråk. Om reningsverket flyttas kommer en större pumpstation att vara kvar på platsen och området planeras att i så fall omvandlas till bostadsområde. Ytan är belägen i en topografisk lågpunkt varför det skulle kunna vara en lämplig lösning att här låta dagvatten från området renas med hjälp av en översilningsyta eller med en damm.

Vid större skyfall är det viktigt att säkerställa att vattnet avrinner till recipienten så hindersfritt som möjligt för att undvika att byggnader skadas av höga vattennivåer. Delar av Femte Tvärgatan och industrispåret bredvid Södra Skeppsbron lämpar sig mycket väl för att användas som avrinningsstråk. Det rekommenderas att vid framtida ombyggnationer säkerställa att viktiga avrinningsvägar bevaras och att det inte skapas lågpunkter där vattnet blir stående.

Samma vägar som lämpar sig väl som avrinningsstråk vid skyfall kan vid höga flöden i havet och i Gavleån leda till översvämningar av stadsdelen när vattnet tar den motsatta vägen. Ett förslag för att skydda bebyggelsen är att höja kajkanten i områden där den ligger lågt och vid förväntat höga havs- och å-nivåer bygga mobila invallningar så att avrinning till fjärden eller ån ändå kan ske vid skyfall.

I den västra delen av Brynäs föreslås rening av dagvattnet göras med hjälp av ett antal mindre lokala lösningar, såsom i kvarteret Godisfabriken. Rening skulle till exempel kunna ske med hjälp av växtbäddar längs med gator och i innergårdar. Sådana grönområden skulle, utöver rening av dagvatten, även kunna bidra till att skapa en trevlig boendemiljö, ge mat och livsrum åt pollinatörer, öka biodiversiteten och motverka upphettningen av staden. Stadsdelen kunde på så vis knytas ihop allteftersom dagens industriområden görs om till bostadsområden, och en enhetlig och harmonisk stadsbild skulle kunna skapas.

10 REFERENSER

Inero flood protection, <http://www.inero.se/en/home.html>, hämtad 2019-09-20.

MSB (2017) Översvämningskartering utmed Gavleån. Rapport nr:21; 2017-04-10 (reviderad).

Riktvärdesgruppen (2019), *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp*, http://stormtac.com/admin/Uploads/Riktvarder_dagvatten_feb_2009.pdf

SCB (2012) Percentiler visar fördelningar, <https://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2012/percentiler-visar-fordelningar/>, hämtad 2019-09-23.

SIG (2012), Gävle Kommun – Analys av förutsättningar för naturolyckor längs kuststräckan. SGI Rapport 2012-01-24

SMHI (2017a), Framtida havsnivåer i Sverige. SMHI Klimatologi Nr. 48

SMHI (2017b), Karttjänst för framtida medelvattenstånd längs Sveriges kust. SMHI Klimatologi Nr. 41.

SWECO och LTU, Gestaltning av dagvatten, https://www.ltu.se/cms_fs/1.177292!/file/Rapport%20gestaltning%20dagvatten.pdf

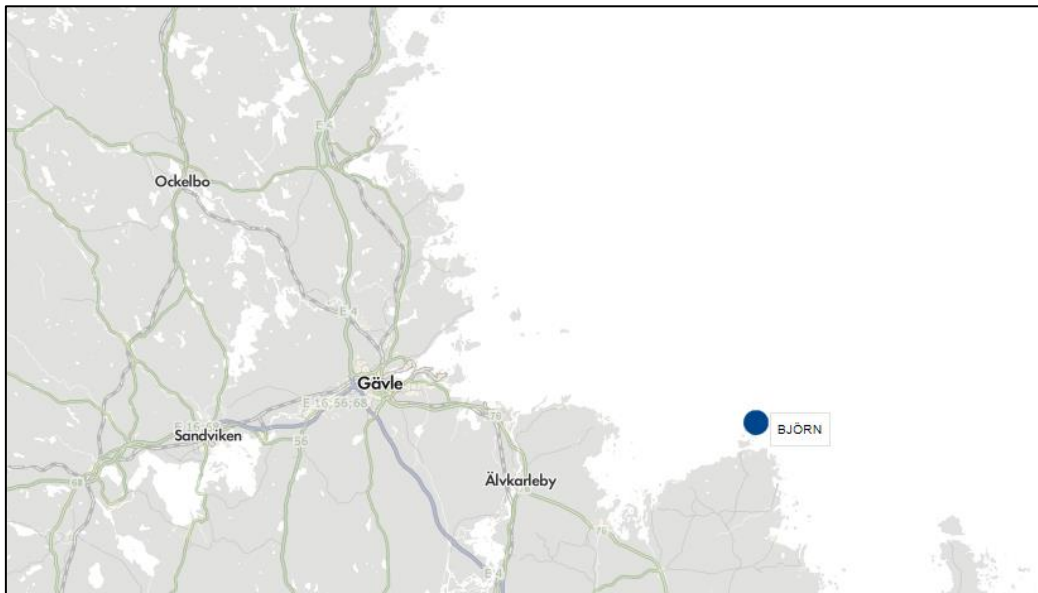
VISS (2019), Gavleån, <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA13726432>

VISS (2019), Inre Fjärden, <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA62477349>

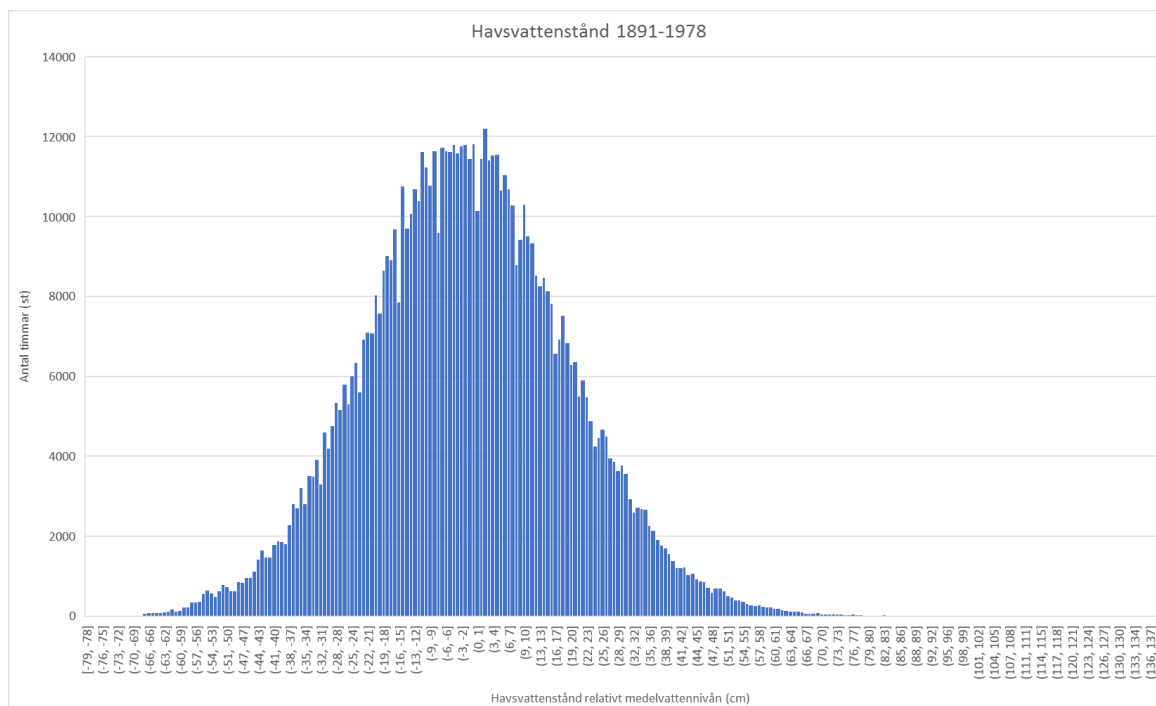
Tyréns (2017), Dagvattenutredning Brynäs 19:8, Gävle "Läkeroltomten", 2017-04-18.

BILAGA 1. FREKVENSPANALYS AV HAVSVATTENSTÅND

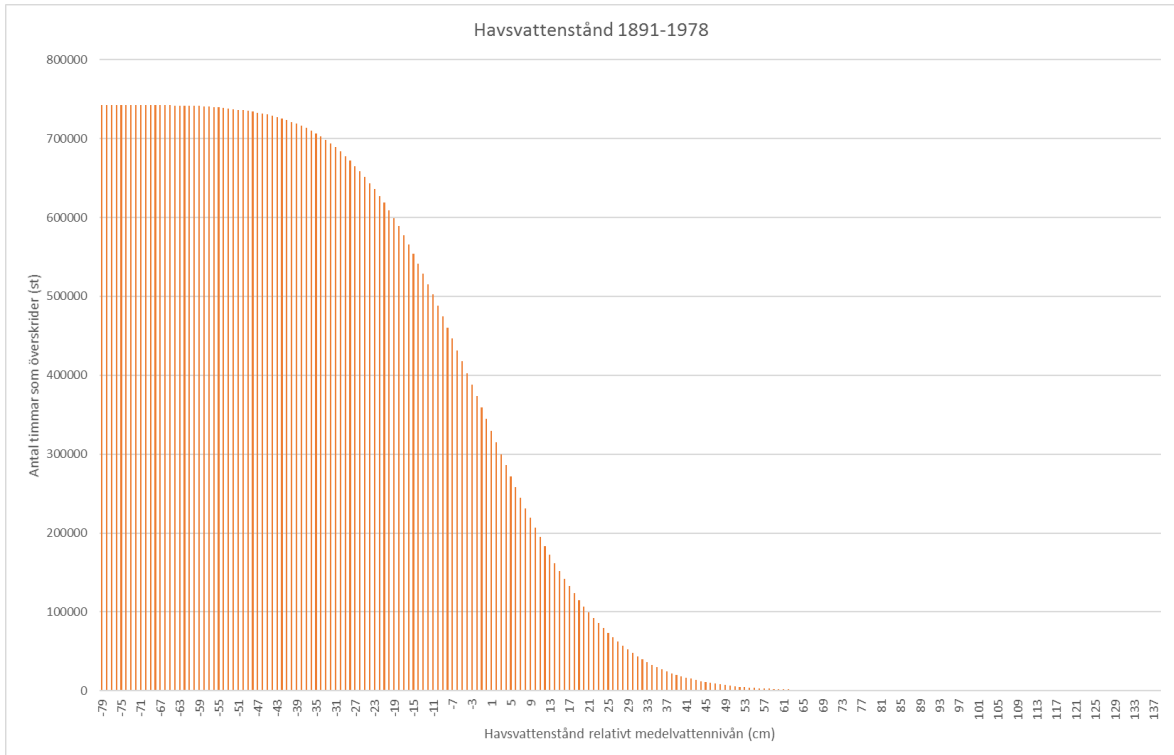
Oceanografiska observationer över havsvattenstånd har hämtats från SMHI för station Björn, lokaliserad sydöst om Gävle. Stationen är nu nedlagd men data har funnits att tillgå för 1891-09-01 till 1978-10-24. Värdena anges relativt medelvattennivån.



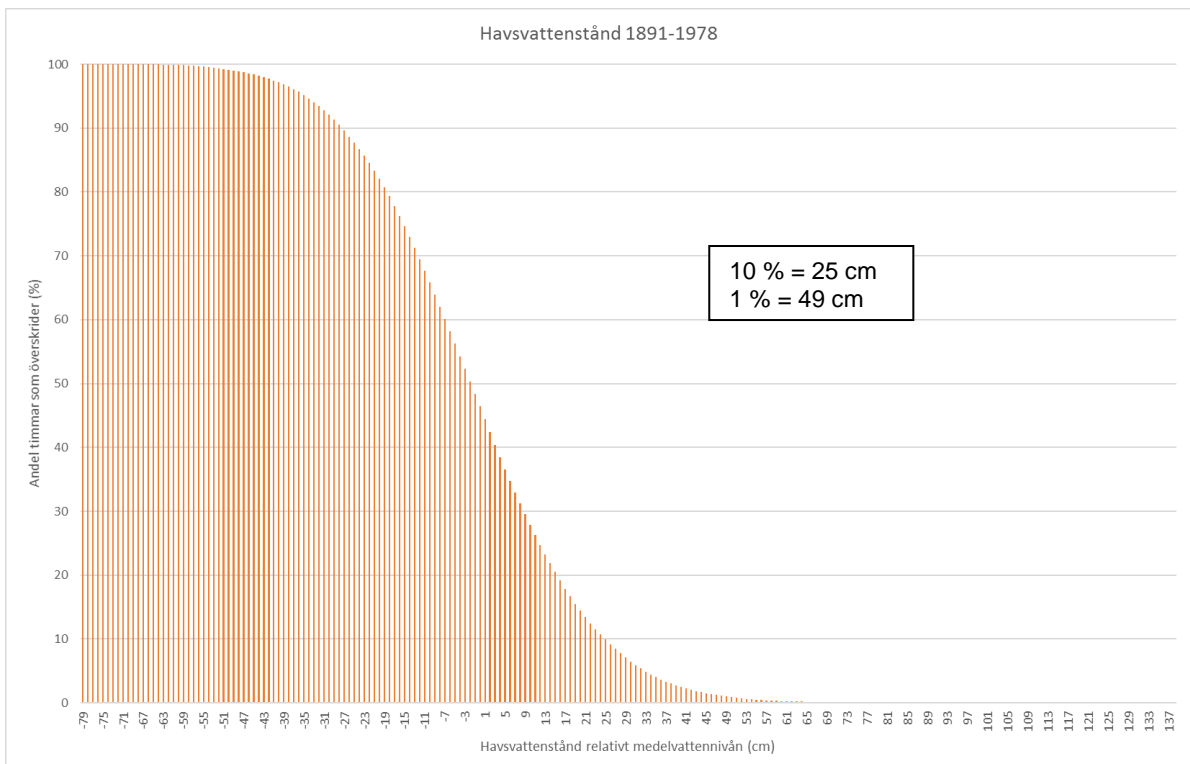
Figur 21. Station Björn, sydost om Gävle.



Figur 22. Diagrammet visar hur många timmar respektive intervall av vattenstånd har förekommit mellan år 1891 och 1978.



Figur 23. Antal timmar som respektive havsvattenstånd har överskridits mellan år 1891 och 1978.



Figur 24. Andel av tiden som respektive havsvattenstånd har överskridits mellan år 1891 och 1978.

BILAGA 2. BERÄKNING AV RENINGSEFFEKT FÖR VÄXTBÄDDAR

I tabellerna nedan redovisas beräknade föroreningshalter i µg/l tillsammans med riktvärden från Stockholms läns landsting (2009). Observera att riktvärdena är generella och endast används för att ge något att jämföra med.

Tabell 7. Beräknade halter för ett industriområde innan rening samt efter rening i växtbäddar av olika storlek. Riktvärdena kommer från Stockholms läns landsting (Riktvärdesgruppen, 2009).

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Utan rening	260	1 800	26	39	240	1,3	12	15	0,063	87 000	2 100	0,84	0,13
Växtbädd 2,5 %	150	1200	5,4	20	51	0,18	5,9	2,4	0,033	25 000	820	0,17	0,026
Växtbädd 5 %	85	840	2,3	8,9	24	0,13	4,5	2,1	0,026	13 000	590	0,098	0,015
Riktvärde	160	2 000	8	18	75	0,4	10	15	0,030	40 000	400	-	0,03

Tabell 8. Beräknade halter för ett flerfamiljshusområde innan rening samt efter rening i växtbäddar av olika storlek. Riktvärdena kommer från Stockholms läns landsting (Riktvärdesgruppen, 2009).

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Utan rening	200	1600	12	26	87	0.58	10	8.2	0.022	60 000	590	0.49	0.042
Växtbädd 2,5 %	160	1 100	3,2	14	22	0,1	5,1	1,8	0,012	20 000	230	0,098	0,0084
Växtbädd 5 %	69	760	1.9	7.2	13	0.08	3.9	1.5	0.009	13000	170	0.057	0.0049
Riktvärde	160	2 000	8	18	75	0,4	10	15	0,030	40 000	400	-	0,03

Tabell 9. Beräknade halter för en vägkanta (ÅDT 1000) innan rening samt efter rening i växtbäddar av olika storlek. Riktvärdena kommer från Stockholms läns landsting (Riktvärdesgruppen, 2009).

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Utan rening	140	2000	3.6	21	21	0.26	7.2	5.7	0.077	72 000	750	0.14	0.011
Växtbädd 2,5 %	80	1 300	1,2	12	6,4	0,07	3,8	1,5	0,041	23 000	290	0,027	0,0029
Växtbädd 5 %	50	920	0,9	6,4	4,3	0,01	3,0	1,5	0,032	13 000	210	0,023	0,0029
Riktvärde	160	2 000	8	18	75	0,4	10	15	0,030	40 000	400	-	0,03

Tabell 10. Beräknade halter för en lokalgata innan rening samt efter rening i växtbäddar av olika storlek. Riktvärdena kommer från Stockholms läns landsting (Riktvärdesgruppen, 2009).

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Utan rening	140	1300	11	28	67	0.19	0.9	1.2	0.057	57 000	160	0.19	0.0066
Växtbädd 2,5 %	82	880	3,0	15	17	0,07	0,9	1,2	0,03	20 000	62	0,037	0,0029
Växtbädd 5 %	51	640	1.8	7.6	10	0.07	0.9	1.2	0.024	12 000	45	0.023	0.0029
Riktvärde	160	2 000	8	18	75	0,4	10	15	0,030	40 000	400	-	0,03

Tabell 11. Beräknade halter för ett parkmarksområde innan rening samt efter rening i växtbäddar av olika storlek. Riktvärdena kommer från Stockholms läns landsting (Riktvärdesgruppen, 2009).

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Utan rening	160	1 100	3.8	8.1	18	0.18	1.9	1.6	0.015	19 000	190	0.073	0.0053
Växtbädd 2,5 %	91	780	1.3	5.1	5.6	0.07	1.2	1.5	0.008	9 300	73	0.023	0.0029
Växtbädd 5 %	56	570	0.9	3.7	3.9	0.07	1.0	1.5	0.006	7 400	53	0.023	0.0029
Riktvärde	160	2 000	8	18	75	0,4	10	15	0,030	40 000	400	-	0,03