

Norrköpings Kommun, LFE

Dagvattenutredning Händelö

2:41

Malmö

Dagvattenutredning Händelö 2:41

Datum	2017-11-03
Uppdragsnummer	1320028101
Utgåva/Status	Slutleverans

Henrik Djerv
Viveka Lidström
Uppdragsledare

Beatrice Nordlöf
Handläggare

Lena Sjögren
Granskare

Ramböll Sverige AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00
Fax

(PM/Rapport)

Dagvattenutredning Händelö 2:41

(Uppdragsnummer)

Sammanfattning

Ramböll Sverige AB har fått i uppdrag av stadsbyggnadskontoret att utföra en översiktlig dagvattenutredning för att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom planområdet Händelö 2:41 på Malmölandet norr om Norrköpings tätort. Planen har upprättats för att tillgodose Holmen Timber AB:s behov av industrimark. Området består idag av naturmark, som planeras att plansprängas och fyllas igen, så att en yta skapas som är flexibel för framtida användningsområden.

Dagvatten från hela planområdet föreslås ledas via ledningar till ett makadammagasin som föreslås placeras i en lågpunkt i sydvästra alternativt västra delen av planområdet. Denna lågpunkt föreslås ej bebyggas då sättningsrisken kan öka i områden där vatten väntas bli stående. Flödes- och fördröjningsberäkningar har baserats på tre olika scenarion med varierande markanvändning, då planområdets utformning ännu inte är fastställd. I de tre scenarierna har andelen hårdgjord yta antagits vara 100 %, 75 % respektive 50 %. Två alternativa lösningar för dagvattenhanteringen har undersökts. Det första alternativet är att leda vatten från planområdet direkt till recipienten. Då krävs ej fördröjning av dagvattnet, dock behöver det renas. Reningsanläggningen dimensioneras för ett 2-årsregn, anläggningen behöver kunna omhänderta 1157, 976 eller 795 m³ vatten beroende på markanvändningsscenario. Alternativ två är att leda vattnet till ett befintligt dike väster om planområdet tillhörande Krusenhovs invallningsföretag. Detta alternativ innebär att det förutom reningskravet även ställs krav på fördröjning av dagvattnet. Fördröjningsmagasinet har dimensionerats för ett 20-årsregn med ett maximalt tillåtet utflöde på 445 l/s, vilket motsvarande det som uppstår vid 10 minuters 20-årsregn med dagens markanvändning. Den erforderliga fördröjningsvolymen blir 3160, 2480 eller 1840 m³ beroende på markanvändningsscenario.

Större regn och skyfall föreslås ledas ytligt mot lågpunkten och sedan bräddas direkt till recipienten Bråviken eller till diket väster om planområdet. Om ett 100-årsregn breddas mot diket skulle det tillföra ett flöde motsvarande 11 % av diket kapacitet.

Recipient för dagvatten från planområdet är Pampusfjärden. Pampusfjärdens ekologiska status har klassats som otillfredsställande, och den kemiska statusen som ej god. MKN för recipienten är att måttlig ekologisk status ska ha uppnåtts till år 2027. Anledningen till att ett mindre strängt krav (dvs senare än 2015) har ställts är att de åtgärder som skulle krävas för att uppnå god status skulle påverka hamnverksamheten inom området i mycket stor utsträckning. Hamnverksamheten är ett stort samhällsintresse, och det bedöms som ekonomiskt orimligt att vidta alla de åtgärder som krävs för att uppnå god status tidigare. Resultat från föroreningsberäkningar genomförda med beräkningsverktyget StormTac visar att föroreningsbelastningen från området kommer att öka efter ombyggnad. Beräkningsresultaten visar att såväl föroreningshalter som föroreningsmängder

minskar efter rening i föreslaget makadammagasin. Efter reningssteget visar beräkningarna att kommunens riktvärden nås för utsläpp av föroreningar för alla ämnen utom kvicksilver, som ligger precis på gränsvärdet, och BaP, som ligger något över gränsvärdet.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund och syfte	1
1.2	Uppdrag	1
2.	Förutsättningar	1
2.1	Styrande dokument	1
2.2	Underlag och källor	1
2.3	Koordinat och höjdsystem	1
2.4	Förutsättningar för dagvattenhantering	1
3.	Befintliga förhållanden	2
3.1	Beskrivning av området	2
3.2	Topografi och markslag	3
3.3	Natur- och kulturintressen	4
3.4	Geologi, geoteknik och hydrologi	4
3.5	Recipienter och miljö kvalitetsnormer	5
3.6	Befintlig avvattning och översvämningsrisk	5
3.7	Noteringar vid platsbesök	8
4.	Planområdets föreslagna utformning	8
5.	Föreslagen dagvattenhantering	8
5.1	Underlag för utformning av åtgärder	9
5.1.1	Dagvattenflöden	9
5.1.2	Fördröjningsvolym	10
5.1.3	Förutsättningar för höjdsättning	11
5.2	Utformning av dagvattenlösningar för mindre regn	12
5.2.1	Gröna tak	12
5.2.2	Växtbäddar (rain gardens)	13
5.3	Utformning av dagvattenlösningar för stora regn	15
5.3.1	Alternativ 1	16
5.3.2	Alternativ 2	17
5.3.3	Alternativa dagvattenlösningar	19
5.4	Utformning av lösningar för extrema regn	19
5.4.1	Alternativ 1	19
5.4.2	Alternativ 2	20
5.5	Påverkan på markavvattningsföretag	21
5.5.1	Planens påverkan på flöden till markavvattningsföretag	22

5.6	Reningsbehov – skydd av recipienter	22
5.6.1	Föroreningsberäkningar	23
5.6.2	Skillnad i föroreningsmängd före och efter exploatering	29
5.6.3	Påverkan på miljökvalitetsnormer (MKN).....	30
6.	Åtgärder utifrån föreslagna lösningar	31
6.1	Placering och höjdsättning av bebyggelse, vägar etc.....	31
7.	Kostnader, ansvar, drift och underhåll	32
7.1	Investeringskostnader	32
7.2	Drift- och underhållsaspekter.....	33
8.	Sammanvägd bedömning av lösningar	34
9.	Fortsatt arbete	35

Tabeller

Tabell 1: Regnintensitet (l/s ha) och flöden före exploatering.....	9
Tabell 2: Scenarier för flödesberäkningar.	10
Tabell 3: Regnintensitet (l/s ha) och dimensionerande flöden (l/s) för de olika scenarierna	10
Tabell 4: Fördröjningsvolymmer för olika markanvändningsscenarion beräknade med metoden $V_{in}-V_{ut}$	11
Tabell 5: Matris för bedömning av reningskrav, hämtat från Norrköpings riktlinjer för dagvattenhantering. Röd markering visar det reningskrav som tillämpats.....	23
Tabell 6: Beräknade utsläppshalter och utsläppsmängder före exploatering.....	24
Tabell 7: Föroreningshalter och mängder efter exploatering. Fetmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.	25
Tabell 8: Föroreningshalter efter exploatering och rening i makadammagasin. Fetmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.....	26
Tabell 9: Föroreningsmängder efter exploatering och rening i makadammagasin.	27
Tabell 10: Föroreningshalter efter exploatering och rening i våt damm. Fetmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.....	28
Tabell 11: Föroreningsmängder efter exploatering och rening i våt damm	29
Tabell 12: Jämförelse av utsläppsmängder före och efter exploatering och rening med olika metoder.	30

Figurer

Figur 1. Planområdets läge i Norrköpings kommun.	3
Figur 2: Planområdet idag.	3
Figur 3 Jordartskarta över planområdet. Källa: www.sgu.se © Sveriges Geologiska undersökning. Planområdets ungefärliga utbredning är markerat i blått.	4
Figur 4 Beräknade vattennivåer vid störtregn med klimatfaktor 1,2. Blått: 0,1-0,5 m. Gult: 0,5-1 m. Rött: > 1 m.....	6

Figur 5. Gräns för markavttningsföretagen Krusenhov och Krusenhov-Malmö.....	7
Figur 6. Princip för kuvertfall. Dagvatten leds mot lokal lågpunkt (mitten).....	12
Figur 7. Exempel på grönt tak. Foto: Ramböll.	13
Figur 8. Exempel på växtbädd. Foto: Ramböll	14
Figur 9. Exempel på stuprör som leder takvatten mot växtbädd.	15
Figur 10. Förslag på huvudstråk i ledningsnät för avledning av dagvatten.	16
Figur 11. Ytbehov och lämplig placering för magasin dimensionerande för ett 2- årsregn med fluktuationsnivå 1 m och hålrumsvolym 30 %. Rosa scenario 1, grön visar scenario 2, blå visar scenario 3.	17
Figur 12. Princip för separation av dagvatten	17
Figur 13. Ytbehov och lämplig placering för magasin dimensionerande för ett 20- årsregn med fluktuationsnivå 1 m och hålrumsvolym 30 %. Rosa scenario 1, grön visar scenario 2, blå visar scenario 3.	18
Figur 14: Skyfallets rinnvägar enligt alternativ 1	20
Figur 15: Skyfallets rinnvägar enligt alternativ 2.	20
Figur 16: Förslag på höjdsättning inom utredningsområdet.	32

Dagvattenutredning Händelö 2:41

1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Stadsbyggnadskontoret i Norrköpings kommun har fått i uppdrag att upprätta en detaljplan för ett område mellan Holmens sågverk och Bråviken. Planen upprättas för att tillgodose Holmen Timber AB:s behov av industrimark för ytterligare förädlingssteg.

1.2 Uppdrag

Ramböll Sverige AB har fått i uppdrag att utföra en översiktlig dagvattenutredning för att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom planområdet.

2. Förutsättningar

2.1 Styrande dokument

- Ansvarsfördelning för dagvatten i Norrköpings kommun 2015-11-24
- Riktlinjer Dagvattenhantering i Norrköpings kommun 2009-05-26

2.2 Underlag och källor

Underlagsmaterial som använts i uppdraget:

- Markteknisk undersökningsrapport Södra Malmölandet, WSP 2015-11-13
- Dagvattenutredning Södra Malmölandet, Tyréns 2016-08-24
- Plankarta (.dwg)
- Information om statusklassning från VISS (Vatteninformation i Sverige) , (2017-05-15)
- Framtid Norrköping Översiktplan 2002 - Karta nr 5 Naturvård
- Markavattningsföretag (.shp) hämtat från Länsstyrelsernas geodatakatalog (2017-05-15)

2.3 Koordinat och höjdsystem

Gällande koordinat- och höjdsystem system för uppdraget är Sweref 99 1630 och RH2000.

2.4 Förutsättningar för dagvattenhantering

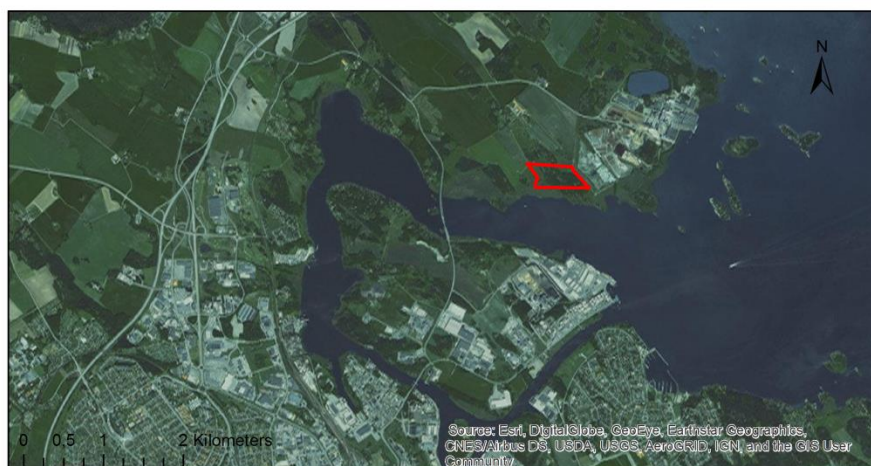
Följande förutsättningar har specificerats i förfrågningsunderlaget från Norrköpings kommun:

- Då områdets utformning ännu inte är fastlagt är en förutsättning för denna utredning att hela planområdets yta är att betrakta som en stor hårdgjord yta. Andelen asfalt och grus har fördelats på tre scenarier där andelen asfalt är satt till 100, 75 och 50% med resterande andel grus.
- För att möjliggöra byggnation kommer sannolikt området att plansprängas och lågområden att fyllas igen till en nivå av ca + 3-4.
- Norr om planområdet planeras ett järnvägsspår att anläggas på nivå ca +3,5. För att lastning ska kunna ske får markhöjden inom planområdet max ligga på +4,5 längst med järnvägen.
- Dagvattenanläggningar ska dimensioneras för ett 20-årsregn vid de tillfällen havsnivån är oförändrad (utan dämning i recipient)
- Dagvattenanläggningar ska kunna omhänderta ett 2-årsregn vid tillfällen då havsnivån når +2,38 m. Kontrollberäkningar ska genomföras för att säkerställa detta.
- Området ska klara ett kraftigt regn med återkomsttid på 100 år utan att byggnader och viktig infrastruktur skadas.
- Vid anslutning till befintliga dikningsföretag ska flödet i första hand fördröjas till naturligt vattenflöde.
- Vid utsläpp direkt till recipienten behöver ingen fördröjning av flödet ske
- Anläggningar avsedda för rening av dagvatten ska ha kapacitet att omhänderta ett 2-årsregn
- 20 mm regn per m² hårdgjord yta ska omhändertagas lokalt. Detta är ej ett skarpt krav för dimensionering av fördröjningsmagasin, dagvattenutredningen ska endast visa förslag på hur detta kan ske utifrån lokala förutsättningar.

3. Befintliga förhållanden

3.1 Beskrivning av området

Planområdet omfattar ca 15,5 ha och är beläget längs Bråvikens norra kust, norr om Händelö i Norrköpings kommun. Figur 1 visar var planområdet är beläget i förhållande till Norrköpings tätort.



Figur 1. Planområdets läge i Norrköpings kommun.

Planområdet visas i Figur 2. Norr om planområdet ligger Holmen Timbers sågverk.



Figur 2: Planområdet idag.

3.2 Topografi och markslag

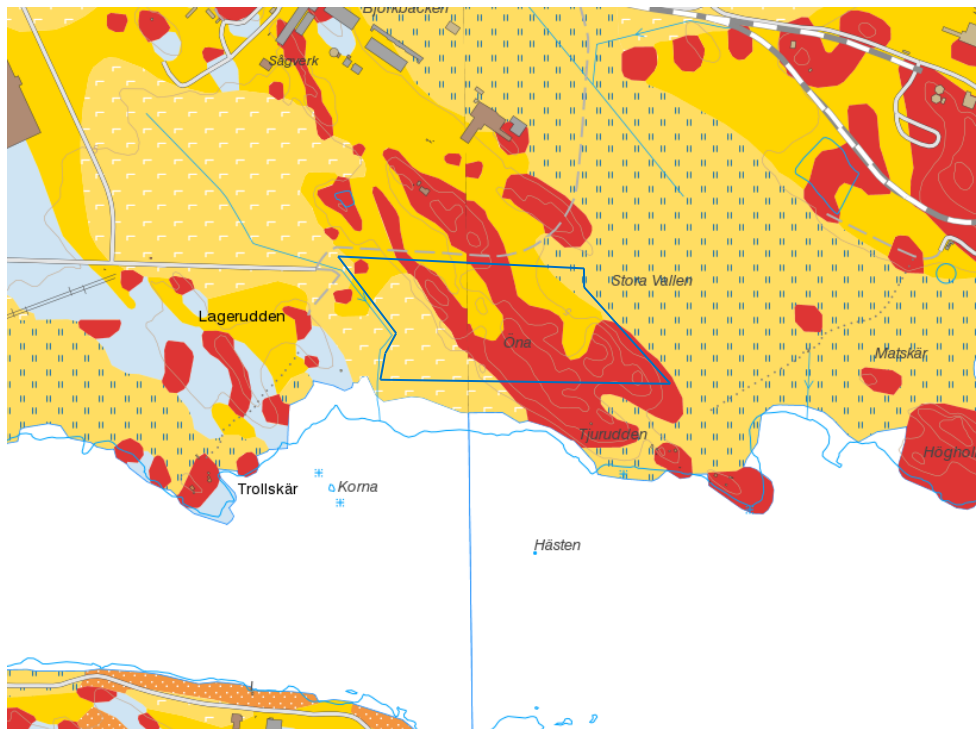
Området består idag av naturmark, med berg i dagen där det växer tall och gran. Det finns även vissa inslag av löv- och ädellövträd. De östra och västra delarna av planområdet är låglänta gamla betesmarker. Genom planområdet sträcker sig en höjdrygg i nordsydlig riktning. Höjderna i planområdet är mycket varierade och sträcker sig mellan 2 m i de låglänta områdena upp till 14 m över höjdryggen.

3.3 Natur- och kulturintressen

Norrköpings kommuns östersjökust berörs av riksintressen enligt 4 kap MB 4 §. Från Arkösund och norrut längs kusten gäller riksintressebestämmelserna "högexploaterad kust", 4 kap MB 4 §. Inom området "högexploaterad kust", gäller, förutom att natur- och kulturvärden inte påtagligt får skadas, också särskilda regler för fritidsbebyggelse och vissa typer av industrianläggningar som omfattas av regeringens tillåtlighetsprövning enligt 17 kap MB.

I kommunens översiktplan och tillhörande naturvårdsprogram klassas området som ett regionalt och lokalt intresse för naturvård.

3.4 Geologi, geoteknik och hydrologi



Figur 3 Jordartskarta över planområdet. Källa: www.sgu.se © Sveriges Geologiska undersökning. Planområdets ungefärliga utbredning är markerat i blått.

Figur 3 visar ett utsnitt ut SGU:s jordartskarta över planområdet. Det övre jordlagret består av berg i dagen (röd) och lera (gul) eller gyttjelera (gul med blå markering). Genomsläppligheten för dessa jordarter är generellt mycket låg.

Ingen geoteknisk undersökning av planområdet har genomförts. Geoteknisk undersökning av ett område väster om planområdet genomfördes under 2015. I detta område varierade grundvattenytan från ca 20 cm till 2 m under markytan.

3.5 Recipienter och miljö kvalitetsnormer

EUs vattendirektiv (ramdirektivet för vatten) infördes i den svenska lagstiftningen år 2004 och benämns i Sverige för Vattenförvaltningen. Den utgår från vattnets naturliga avrinningsområden istället för administrativa gränser i form av länder och kommuner. Vattenförekomsternas nuvarande ekologiska status bedöms enligt en femgradig skala: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig. Målet är att inga vatten ska försämrats och att alla vatten ska ha uppnått minst miljö kvalitetsnormen god status år 2015. För vissa recipienter anses dock målet vara ogenomförbart till 2015 och 2021 nämns som mer realistiskt. En miljö kvalitetsnorm uttrycker den kvalitet som en vattenförekomst ska ha uppnått vid en viss tidpunkt och har karaktären mål och framåtsyftande och är inte definitiv.

Recipient för dagvatten från planområdet är Pampusfjärden vilken är del av Bråviken. Denna vattenförekomst bedöms påverkas i hög grad av övergödning och av hamnverksamheten som bedrivs i området. I den senaste statusklassningen klassades Pampusfjärdens ekologiska status som otillfredsställande och den kemiska statusen som ej god. Miljö kvalitetsnorm för recipienten är att måttlig ekologisk status ska uppnås till år 2027. Anledningen till att ett mindre strängt krav har ställts är att de åtgärder som skulle krävas för att uppnå god status skulle påverka hamnverksamheten inom området i mycket stor utsträckning. Hamnverksamheten är ett stort samhällsintresse, och det bedöms som ekonomiskt orimligt att vidta alla de åtgärder som krävs för att uppnå god status. För de kvalitetsfaktorer som inte påverkas av hamnverksamheten ska dock åtgärder vidtas så att god ekologisk status uppnås.

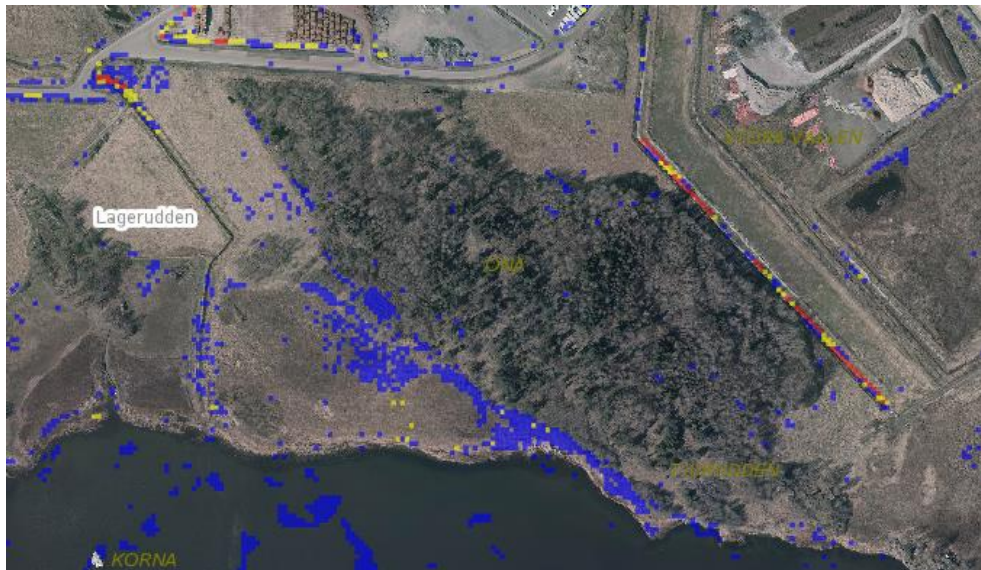
Undersökningar av Pampusfjärdens sediment visar på halter av TBT och PAH:er över gränsvärden. Mätningar i abborre från Pampusfjärden 2011 visar att EU:s gränsvärden för pentabromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver (Hg) överskrids.

3.6 Befintlig avvattnings och översvämningrisk

Planområdet avvattnas idag av naturlig avrinning från höjdpunkterna till de låglänta områdena i östra och västra delen av planområdet. Två större diken är anlagda väster och öster om planområdet. I dagsläget avvattnas området via dessa diken till recipienten Bråviken. De två diken ingår i markavvattningsföretagen som beskrivs närmare nedan. Det finns inga uppgifter om befintliga ledningar inom planområdet.

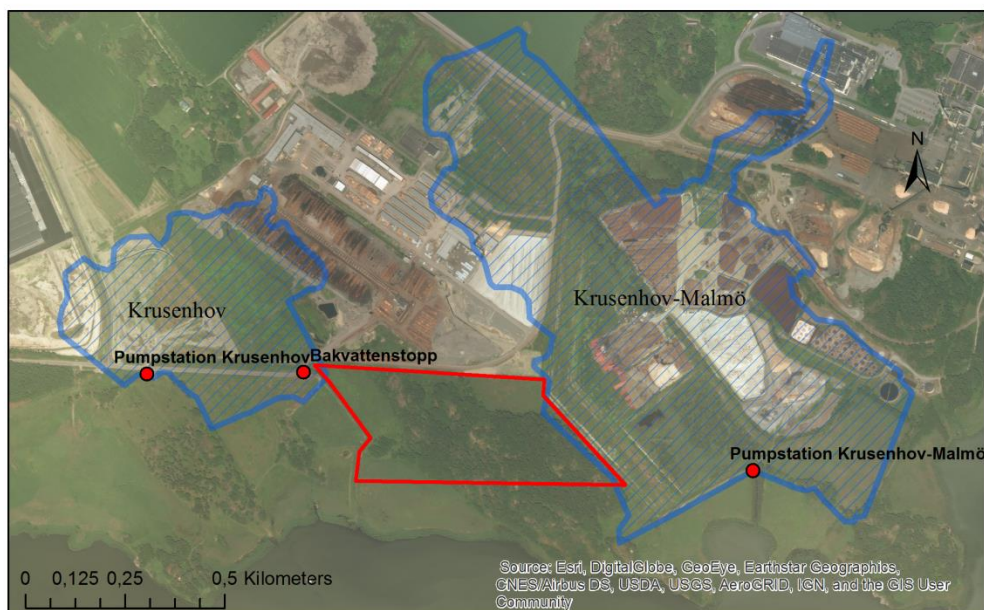
Figur 4 visar av kommunen tidigare framtagna beräkningar vattennivåer till följd av kraftigt regn inom planområdet. Då området lutar kraftigt ansamlas vatten endast i de låglänta delarna av området. Höga vattennivåer (> 1 m) uppnås endast i diken väster och öster om området.

Då området ligger kustnära är framtida havsnivåhöjningar något som måste tas hänsyn till. Enligt SMHI:s rapport "Kompletterande beräkningar havsvattenstånd Bråviken" från 2008, ligger det högsta beräknade vattenståndet, inklusive vinduppstuvningseffekt, för Bråviken år 2100 på +2,38 m. Vid planläggning har Norrköpings kommun ett krav på en lägsta grundläggningsnivå som är +2,5 m, vilket motsvarar färdigt golvnivå.



Figur 4 Beräknade vattennivåer vid störtregn med klimatfaktor 1,2. Blått: 0,1-0,5 m. Gult: 0,5-1 m. Rött: > 1 m.

I anslutning till planområdet finns två markavvattningsföretag, Krusenhov och Krusenhov-Malmö från 1944. Dessa visas i Figur 5.



Figur 5. Gräns för markavttningsföretagen Krusenhov och Krusenhov-Malmö.

Området nordväst om planområdet berörs av Krusenhovs invallningsföretag. Detta företag är till stor del ur funktion på grund av exploateringar i området. För delar av företagsytan pumpas grundvatten bort mot ett anlagt dike ca 500 m öster om planområdet, pumpstationens läge är markerat i Figur 5. Pumpkapaciteten är ca 2x270 l/s.

Krusenhovs markavttningsföretag genomskärs av Lageruddsvägen. Under Lageruddsvägen går två 800 kulvertar med utlopp till ett dike strax öster om planområdet. Kulverternas utloppsnivåer är $-0,13$ respektive $-0,23$. Utloppen är försedda med bakvattenstopp, läget för bakvattenstoppen är markerat i Figur 5. Bakvattenstoppen gör att utloppet stänger när havsnivån är högre än $-0,2$ m och är stängt till dess att trycknivån på andra sidan stoppet överskrider denna nivå. Markavrinning kan således inte lämna området för Krusenhovs invallningsföretag via dessa kulvertar när nivån i havet är högre än $-0,2$ m förrän trycknivån på landsidan överskrider denna nivå.

Nordöst om planområdet finns Krusenhov-Malmö's invallningsföretag. Diken och andra anläggningar som ingick i företaget har idag byggts om och anpassats till den industriverksamhet som bedrivs i området. Dagvattnet från området pumpas över invallningen ut i Bråviken. Information om kapacitet och läge på pumpar inom Krusenhov-Malmö invallningsföretag har ej funnits att tillgå för denna utredning. I Figur 5 visas det ursprungliga läget på pumpstationen från då företaget stiftades.

3.7 Noteringar vid platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 28/4 2017. Vid platsbesöket noterades att diket längs med området östra gräns var nyrensat och hade ett djup på ca 2 m, en bottenbredd på ca 1 m samt en toppbredd på ca 3 m. Detta dike avslutas med en pumpstation och påverkas således ej direkt av havsvattennivån.

Diket längs med den västra gränsen har en vattenyta som ligger ungefär i havsvattennivå. Diket är kraftigt bevuxet och bör rensas för en optimal vattenföring. Diket är i dagsläget ca 2 m brett och ca 1 m djupt.

I områdets nordöstra hörn finns två brunnar där, vad som bedömdes var, grundvattnet kan skyntas. Grundvattennivån låg vid detta tillfälle ca 0,5 m under markytan.

Området som gränsar till det sydvästra hörnet består av en vassbevuxen våtmark.

4. Planområdets föreslagna utformning

Planen har upprättats för att tillgodose Holmen Timber AB:s behov av industrimark för att kunna utvidga sin verksamhet. Norr om planområdes anlades under 2000-talet ett sågverk. Planförslaget skulle möjliggöra utbyggnad av sågverket med ytterligare förädlingssteg.

Området kommer sannolikt att plansprängas och lågområden att fyllas igen. Det nya industriområdet planeras att anläggas på en nivå på ca 3-4 m, vilket motsvarar markhöjden på det intilliggande sågverket. Då det ännu inte finns någon planerad utformning av området vad gäller eventuella markanläggningar och byggnader är den föreslagna utformningen för planområdet att betrakta som en stor hårdgjord yta.

Den planerade höjden på +3 till 4 m, ligger även väl över riktlinjen i kommunen på +2,5, som skydd för stigande havsnivå. Efter ombyggnationen kommer området därmed inte att vara inom riskzonen för översvämning till följd av höga vattennivåer.

Norr om området planeras ett järnvägsspår anläggas. Det nordöstra hörnet av området kommer att genomskäras av ett järnvägsspår som avviker från huvudspåret norr om området och går söderut mot havet.

5. Föreslagen dagvattenhantering

Föreslagen dagvattenhantering är baserad på förutsättningen att hela planområdet är en stor hårdgjord yta vilken har åstadkommit genom att spränga

bort stenpartier och att fylla ut ojämnheter samt fylla upp området så att önskad nivå inom området på ca 3 – 4 m uppnås. Då uppfyllnaden önskas göras med de sprängda massorna är förslaget att använda delar av denna uppfyllnad till fördröjningsmagasin för dagvatten. Dessa placeras lämpligen i den sydvästra delen av planområdet med avvattnings mot Bråviken. För att inte riskera dämning upp i området innebär förslaget att fördröjningsmagasinen placeras relativt ytligt. Genom att anlägga dagvattenbrunnar som leder till ett relativt ytligt ledningsnät kan dagvatten avledas till de föreslagna ytorna för fördröjningsmagasin. Två alternativa utloppspunkter har undersökts, dels till diket i väst och dels direkt till Bråviken.

5.1 Underlag för utformning av åtgärder

5.1.1 Dagvattenflöden

För att kunna beskriva konsekvenserna av exploateringen har befintliga och planerade dagvattenflöden beräknats.

Dagvattenflöden före och efter exploatering har beräknats med rationella metoden. Avrinningskoefficienterna är baserade på Svenskt Vattens publikation P110. Dimensionerande flöden har beräknats för regn med återkomsttider på 2, 20 och 100 år med varaktighet på 10 minuter.

5.1.1.1 Flöden före exploatering

Före exploatering består området av naturmark. Avrinningskoefficienten har antagits vara 0,1 för hela planområdet. För dessa beräkningar har ingen klimatfaktor använts. Resultaten visas i Tabell 1.

Tabell 1: Regnintensitet (l/s ha) och flöden före exploatering

	Regnintensitet (l/s ha)	Flöde (l/s)
2-årsregn	134,1	208
20-årsregn	286,7	445
100-årsregn	488,8	760

5.1.1.2 Flöden efter exploatering

Då det ännu inte är fastställt hur markanvändningen inom planområdet kommer att se ut har tre scenarion med varierande markanvändning tagits fram som underlag till flödesberäkningarna, se Tabell 2 nedan.

Tabell 2: Scenarier för flödesberäkningar.

Markanvändning	Asfalt (%)	Grus (%)
Scenario 1	100	0
Scenario 2	75	25
Scenario 3	50	50

Avrinningskoefficienterna har antagits vara 0,8 för asfaltytor och 0,3 för grusytor. För samtliga regn har en klimatfaktor på 1,25 använts. Resultaten presenteras i Tabell 3.

Tabell 3: Regnintensitet (l/s ha) och dimensionerande flöden (l/s) för de olika scenarierna

	Regnintensitet	Scenario 1 (l/s)	Scenario 2 (l/s)	Scenario 3 (l/s)
2-årsregn	167,7	2085	1759	1434
20-årsregn	358,4	4458	3762	3065
100-årsregn	611,0	7601	6413	5226

Efter exploatering ökar flödet från planområdet med en faktor 10 för scenario 1 där hela ytan är hårdgjord.

5.1.2 Fördröjningsvolym

Enligt kommunens riktlinjer ska dagvattenanläggningar dimensioneras för ett 20-årsregn utan dämning i recipient. Om flöde släpps vidare till diken tillhörande någon av invallningsföretaget ska dagvatten i första hand fördröjas till naturligt flöde. Erforderliga volymer för att fördröja ett 20-årsregn har tagits fram för de olika markanvändningsscenarierna. Resultatet presenteras i Tabell 4.

Fördröjningsvolym har tagits fram med metoden $V_{in} - V_{ut}$ (Svenskt Vatten P110). Med denna metod beräknas magasinvolymen som skillnaden mellan tillförd volym från det dimensionerande regnet (inräknat klimatfaktor) och den volym som avtappats från magasinet under regnets varaktighet. Olika regnvaraktigheter ger olika fördröjningsvolym. Den varaktighet som ger upphov till den största magasinvolymen blir den dimensionerande varaktigheten. Volymen som avtappats från magasinet bestäms av det maximalt tillåtna utflödet, som i detta fall ska motsvara naturligt flöde. Naturmarkavrinning antas normalt vara 1,5 l/s ha. Med ett så pass lågt utflöde behöver magasinen dimensioneras för regn med mycket långa varaktigheter, vilket medför att magasinen teoretiskt sett blir oändligt stora. För dessa beräkningar har därför naturligt flöde istället antagits vara det flöde som uppstår vid ett 20-årsregn med befintlig markanvändning, dvs 28,7 l/s ha.

Tabell 4: Fördröjningsvolym för olika markanvändningsscenarion beräknade med metoden $V_{in}-V_{ut}$

Scenario	Fördröjningsvolym (m ³)	Utflöde (l/s ha)	Utflöde (l/s)
Scenario 1	3400	28,7	445
Scenario 2	2650	28,7	445
Scenario 3	1990	28,7	445

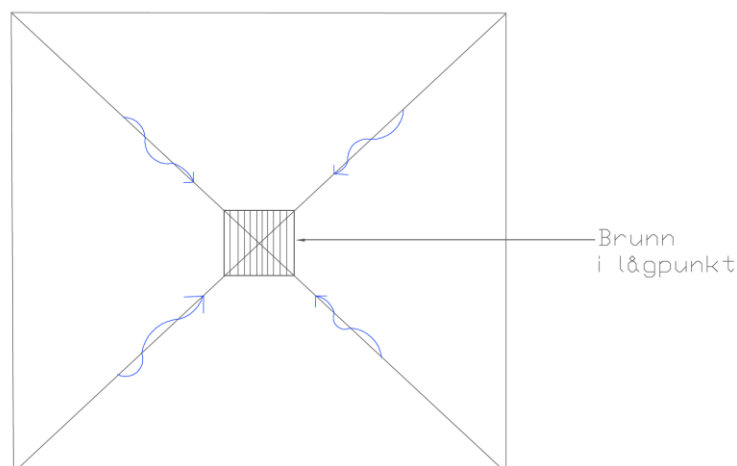
5.1.3 Förutsättningar för höjdsättning

En dagvattenanläggning ska alltid eftersträva att anslutas med självfall till en anslutningspunkt eller till en recipient. Generellt eftersträvas en lutning på en ledning eller dike på 0,5 % för att avrinningen ska fungera. Därför bör den punkt varifrån vattnet avleds, t ex en dagvattenbrunn, anpassas i nivå till den punkt som anslutning ska ske till. Detta innebär ofta att inloppsbrunnen inte kan göras så djup, medan motsatsen gäller nedströms där det finns risk att anslutning till utlopp hamnar djupt.

En ledning eller t ex ett underjordiskt fördröjningsmagasin ska ligga med överkant minst under underkanten av den hårdgjorda ytans överbyggnad. Ca 0,6m täckning brukar många leverantörer av t ex rör också rekommendera som minsta täckning. Dräneringsdjup för en överbyggnad rekommenderas till 0,3m (vattengång) under överbyggnadens underkant och en överbyggnad för en industrigata är 500-700 mm beroende på underlaget. En dagvattenbrunn byggs således ofta på minst 0,9 m djup från markytan till vattengång.

Principen vid utformning av fördröjningsmagasin är att nivån på inloppet i magasinet är densamma som den dimensionerande högvattenytan, d.v.s. till den nivån man planerar att vattenytan ska kunna stiga vid det dimensionerande regnet. Utloppsnivån är densamma som normalvattenytan och placeras ofta i botten av anläggningen. I platta områden kan det uppstå problem med nivåskillnaden mellan in- och utloppet till magasinet. Magasinet kan då utformas med in- och utlopp på samma nivå vilket medför att vattenytan stiger både i magasinet och i uppströms liggande ledningssystem upp till högvattennivån när magasinet utnyttjas.

För att kunna avleda vatten från stora relativt plana ytor till dagvattenbrunnar bör dessa utformas med kuvertfall. Kuvertfall innebär att ytan höjdsätts så att det skapas lokala lågpunkter där dagvattenbrunnar kan placeras, principen illustreras i Figur 6. Detta ger en mindre effektiv avledning vid skyfall, men är nödvändigt för att avledningen av vardagsregn ska fungera effektivt.



Figur 6. Princip för kuvertfall. Dagvatten leds mot lokal lågpunkt (mitten).

För att få en god ytavrinning på asfalt bör marklutningen ligga på ca 0,7 %. Lutningen bör inte heller överstiga 1 % då detta kan försvåra uppställning av vissa typer av objekt, t.ex. containrar och försvåra framkomligheten för truckar.

Inom det aktuella planområdet måste höjdsättningen anpassas efter en maximal höjd på +4,5 m längs den planerade järnvägen norr om området.

5.2 Utformning av dagvattenlösningar för mindre regn

Vid mindre regn kan merparten av dagvattnet som uppstår omhändertas lokalt. Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) kan utformas på olika sätt beroende på platsens specifika förutsättningar. Huvudprincipen är att dagvattnet fördröjs vid källan, och inte belastar rörledningssystemet. Då det ännu inte är bestämt hur planområdet kommer utformas med avseende på byggnaders placering etc. är det inte möjligt att utreda platsspecifika förutsättningar för LOD i detalj. Nedan presenteras ett antal exempel på dagvattenlösningar.

5.2.1 Gröna tak

Gröna tak kan anläggas för att fördröja och rena dagvatten. Enligt Svenskt Vatten P105 kan tunna gröna tak fördröja upp till 50 % av årsnederbörden, gröna tak med tjockare beläggningar kan fördröja upp till 75 %. Gröna tak ger främst effekt vid mindre regn, man uppskattar att gröna tak i princip inte ger någon avrinning för regn upp till 5 mm. Vid större regn kommer den mängd som inte kan magasineras i taken rinna av.

Gröna tak kan behöva gödslas, vilket gör att de kan läcka fosfor, kväve och andra näringsämnen.



Figur 7. Exempel på grönt tak. Foto: Ramböll.

5.2.2 Växtbäddar (rain gardens)

En växtbädd är dike/behållare/yta fyllt med makadam, sand eller grus och växtjord med inplanterade växter. Anläggningen bör förses med dränering i botten där marken inte lämpar sig för infiltration. En växtbädd kan utformas på olika sätt beroende på vilken funktion och utformning som eftersöks. Växtbäddar anläggs i första hand för att vara en estetiskt tilltalande dagvattenanläggning som fördröjer och renar dagvatten. Rening sker genom sedimentation, fastläggning, växtupptag samt genom mikroorganismer. Figur 8 visar ett exempel på en växtbädd som kan användas för magasinering av dagvatten på innergård. Dagvatten leds ytligt mot växtbädden via rännor. Figur 9 visar ett exempel från Augustenborg i Malmö där stuprör har kopplats till en växtbädd.



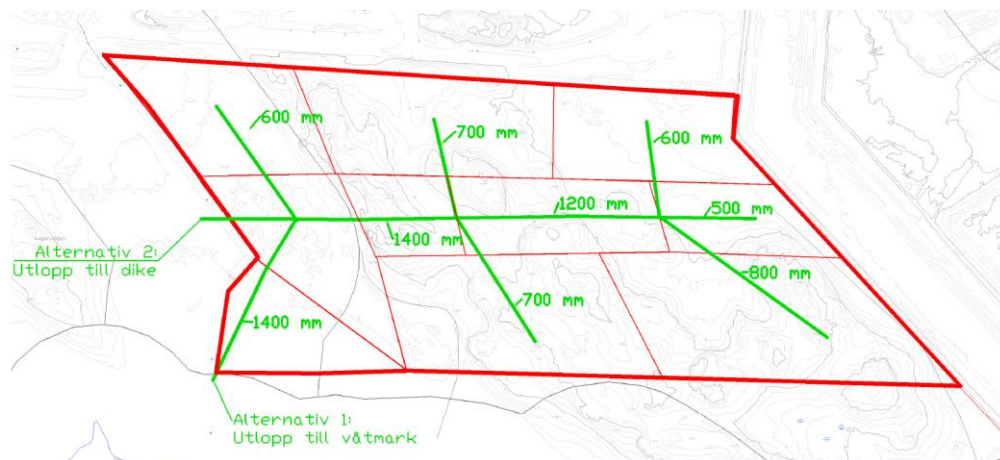
Figur 8. Exempel på växtbädd. Foto: Ramböll



Figur 9. Exempel på sturrör som leder takvatten mot växtbädd.

5.3 Utformning av dagvattenlösningar för stora regn

Dagvatten från hela planområdet föreslås samlas i dagvattenbrunnar och ledas genom ledningar till ett magasin för fördröjning och/eller rening. Det kan bli nödvändigt att spränga ledningsgravar för att avvattningen ska fungera med självfall inom hela området. Magasinet föreslås placeras i en lågpunkt inom det bebyggda området, förslagsvis vid områdets västra kant. Lågpunktens placering ger förutsättningar för hur extrema regn ska hanteras inom området. Anläggningen ska dimensioneras för att omhänderta ett 20-årsregn. Figur 10 visar ett förslag på huvudstråk av ledningar inom planområdet med två alternativa utloppspunkter.



Figur 10. Förslag på huvudstråk i ledningsnät för avledning av dagvatten.

Två alternativ har tagits fram för hur dagvatten från planområdet kan omhändertas, dels ett alternativ där dagvatten leds direkt till recipienten Bråviken, dels ett alternativ där dagvatten efter fördröjning leds till befintligt dike väster om planområdet. Oavsett vilket alternativ som väljs föreslås att magasinet placeras i områdets västra del. Placeringen i områdets västra del är fördelaktig då det inte ligger i ett område med berggrund. (Områden med berggrund är mindre sättningsbenägna och därmed mer lämpade för byggnader).

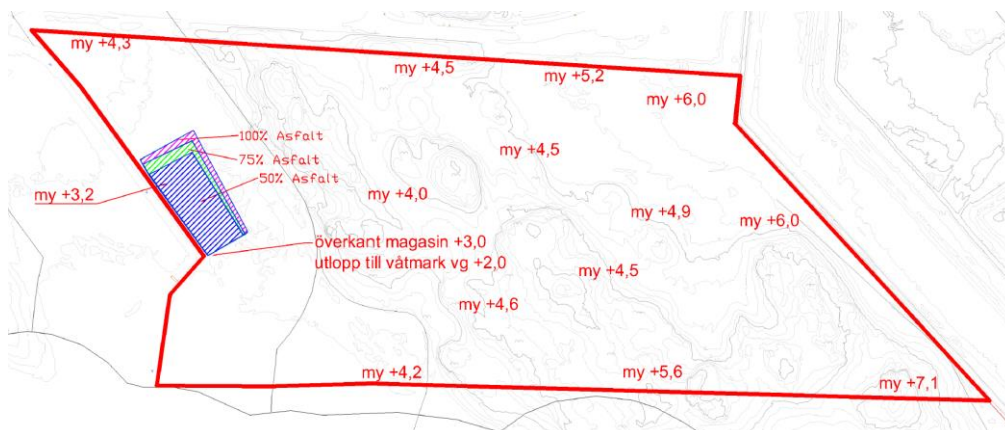
En mer detaljerad dagvattenlösning kan behöva tas fram beroende på vilka byggnader som tillkommer inom planen samt hur dessa kommer att placeras. Inom ramen för denna utredning har en schematisk skiss av ett ledningsnät med kapacitet att omhänderta ett 20-årsregn tagits fram, denna visas i Figur 10. De delavrinningsområden som beräkningarna är utförda på är markerade i rött.

5.3.1 Alternativ 1

Detta alternativ innebär att dagvatten från planområdet släpps direkt till recipienten Bråviken. Detta innebär att dagvatten från planområdet ej behöver fördröjas, dock ställs krav på rening för att planen ej ska ha negativ inverkan på miljö kvalitetsnormen för recipienten.

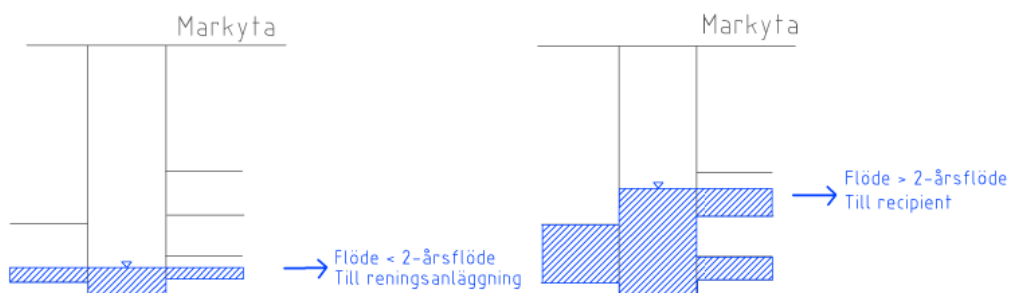
Då det troligtvis kommer finnas mycket tillgängligt krossmaterial efter sprängningen av området föreslås att ett makdammagasin byggs för att rena dagvattnet från området. Då makadamanläggningens syfte i detta fall endast är att rena dagvattnet behöver den enligt kommunens dimensioneringsprinciper kunna hantera ett 2-årsregn. Ett 2-årsregn med 10 minuters varaktighet ger upphov till en total volym på 1251 m³ för scenario 1, 1055 m³ för scenario 2 och 860 m³ för scenario 3, magasinerna bör alltså vara tillräckligt stora för att kunna omhänderta dessa volymer. För att inte riskera dämning från havet föreslås magasinet placeras relativt ytligt.

Magsinet föreslås placeras i västra sidan av planområdet precis norr om den våtmark som ligger inom området. Figur 11 visar utbredningen på ett makadammagasin dimensionerat för ett 2-årsregn för scenario 1-3. Magasinet antas ha en fluktuationsnivå på 1 m och en hålrumsvolym på 30 %. Ytbehovet blir 4170 m³ för scenario 1, 3520 m³ för scenario 2 och 2870 m³ för scenario 3.



Figur 11. Ytbehov och lämplig placering för magasin dimensionerande för ett 2-årsregn med fluktuationsnivå 1 m och hålrumsvolym 30 %. Rosa scenario 1, grön visar scenario 2, blå visar scenario 3.

Vid regn motsvarande ett 2-årsregn eller mindre leds allt dagvatten från området mot makadammagasinet för rening. Vid större regn leds dagvattnet vidare orenat till recipienten. För att detta ska kunna ske behöver vattnet separeras så att flöden större än 2-årsflödet leds direkt till recipienten. Figur 12 visar principiellt hur dagvatten kan separeras genom en brunn med två utlopp på olika nivåer.



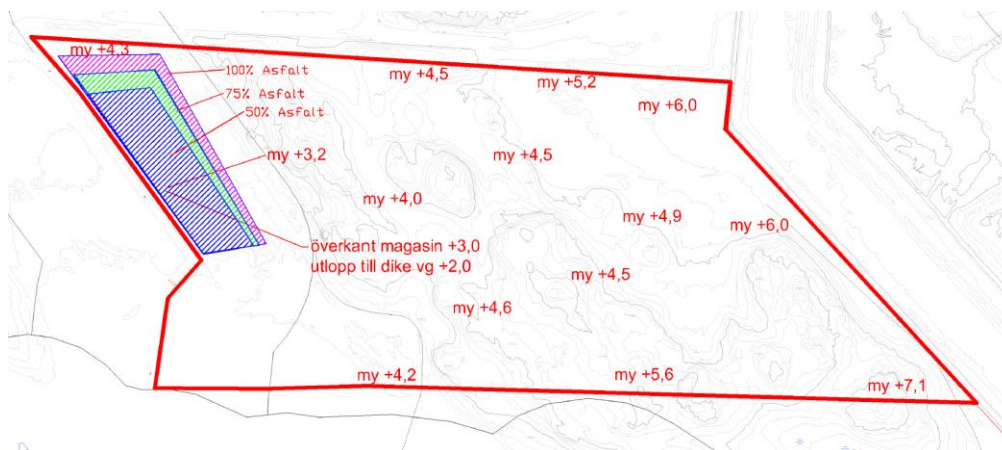
Figur 12. Princip för separation av dagvatten

5.3.2 Alternativ 2

Ett andra alternativ är att leda dagvatten från planområdet till det befintliga diket väster om planområdet, som är en del av Krusenhovs invallningsföretag. Detta

innebär att det förutom reningskraven även ställs krav på fördröjning av dagvattnet. Makadammagasin är en lämplig anläggning även för detta alternativ, då det ger såväl fördröjning som rening av dagvattnet. Fördröjningsbehovet är 3400 m³ för scenario 1, 2650 m³ för scenario 2 och 1990 m³ för scenario 3, se Tabell 4 i avsnitt 5.1.2. Efter fördröjning blir flödet till diket 445 l/s.

Magasinet föreslås placeras i anslutningen till planområdets västra gräns. Figur 13 visar utbredningen på ett makadammagasin dimensionerat för ett 20-årsregn med en fluktuationsnivå på 1 m och en hålrumsvolym på 30 %. Ytbehovet blir 11 300 m² för scenario 1, 8800 m³ för scenario 2 och 6600 m³ för scenario 3.



Figur 13. Ytbehov och lämplig placering för magasin dimensionerande för ett 20-årsregn med fluktuationsnivå 1 m och hålrumsvolym 30 %. Rosa scenario 1, grön visar scenario 2, blå visar scenario 3.

Utloppet föreslås vara placerat på nivå +2,0. Vid dämning i recipienten kan havsnivån stiga upp till + 2,38, vilket innebär att magasinets utlopp blir dämt. Vid dämning upp till +2,38 har magasinen kapacitet att omhänderta 2100 m³ för scenario 1, 1640 m³ för scenario 2, och 1230 m³ för scenario 3. Denna volym överskrider den volym som behöver omhändertas vid ett 2-årsregn, vilket innebär att den förslagna anläggningen lever upp till kommunens dimensioneringskrav.

Enligt förutsättningarna skall området anläggas på nivå +3 -4. Om den lägsta nivån vid områdets västra kant sätts till +3,2 blir avståndet mellan högsta beräknade vattenstånd (+2,38 m) och lägsta marknivå (+3,2 m) ca 0,8 m. Flödesberäkning med Mannings formel ger då ett maximalt utflöde i diket på 11,9 m³/s. De 445 l/s som tillkommer från avrinningen efter ett 20-årsregn utgör ca 4 % av det maximala flödet. Denna beräkning bygger på att även den västra dikeskanten höjs till motsvarande nivå på +3,2 m och att diket hålls relativt växtfritt och fritt från hinder.

5.3.3 Alternativa dagvattenlösningar

Ett alternativ till det föreslagna underjordiska magasinet är en öppen dagvattendamm. Dammen skulle då med fördel kunna placeras på samma plats som makadammagasinen i Figur 11 eller Figur 13. Dammen skulle kunna vara ca 0,5 m djup och då ha i princip samma utbredning som makadammagasinen för de olika scenarierna. Dammen kan förses med vattenspegel eller utformas som en torr damm, beroende på hur utloppsledningen placeras. En torr damm ger liten eller ingen rening av dagvattnet, av denna anledning skulle en våt damm vara att föredra.

Då våtmarker är väldigt effektiva på att rena vatten är ytterligare ett alternativ är att leda dagvattnet direkt ut i våtmarken istället för till ett makadammagasin. Våtmarken ligger dock i dagsläget i princip i havsnivå vilket gör det olämpligt som en permanent lösning på grund av den förväntade havsnivåhöjningen.

5.4 Utformning av lösningar för extrema regn

Beräkningarna för extrema regn/skyfall är gjorda på ett regn med återkomsttid 100 år och varaktighet 10 minuter. Detta regn ger upphov till en total volym på 4560 m³ beräknat för scenario 1.

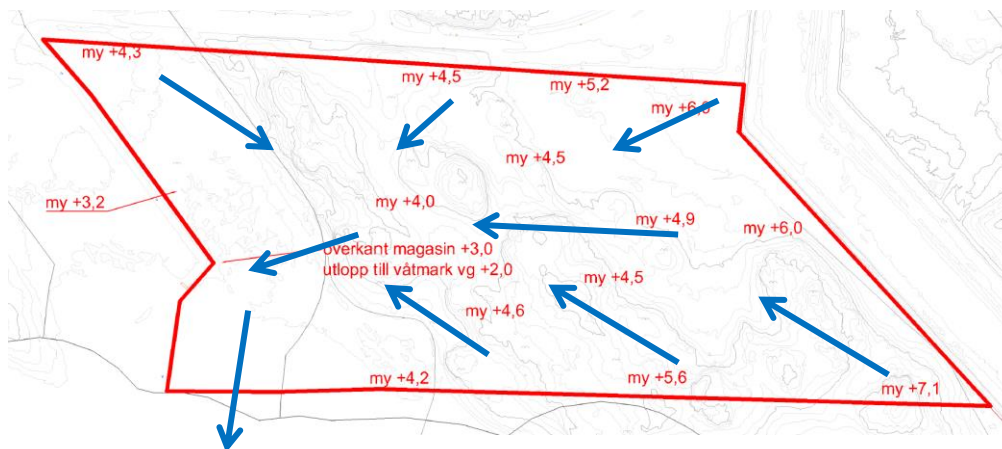
Då regnintensiteten vid ett skyfall är mycket hög kommer kapaciteten på brunnarna och ledningarna i området inte vara tillräcklig för att omhänderta den avrinning som uppstår. Det vatten som inte kan omhändertas i ledningsnätet föreslås med föreslagen höjdsättning istället få rinna av på ytan mot en lågpunkt för att sedan bräddas. Om ytan höjdsätts med kuverthöjdsättning kommer de lokala lågpunkterna fyllas upp när dagvattenbrunnarnas och ledningarnas kapacitet inte räcker till. När de lokala lågpunkterna är fyllda kommer vatten tippa över och ledas vidare mot områdets lågpunkt. Två lösningsförslag presenteras.

Breddningen av ytligt vatten kan ske på nivån +3,2 m vilket säkerställer att en framtida beräknad högsta havsnivå på +2,38 m ej hindrar utflödet, givet att det ej går höga vågor på havet.

När området bebyggs bör den generella föreslagna lutningen bibehållas (mellan 0,6 och 0,7%). Dock kommer en mer detaljerad höjdsättning då behövas tas fram för att säkerställa att skyfallsvatten ej ansamlas vid byggnaderna och skadar dessa. Generellt gäller att byggnader ej bör anläggas i direkt anslutning till områdets lågpunkt.

5.4.1 Alternativ 1

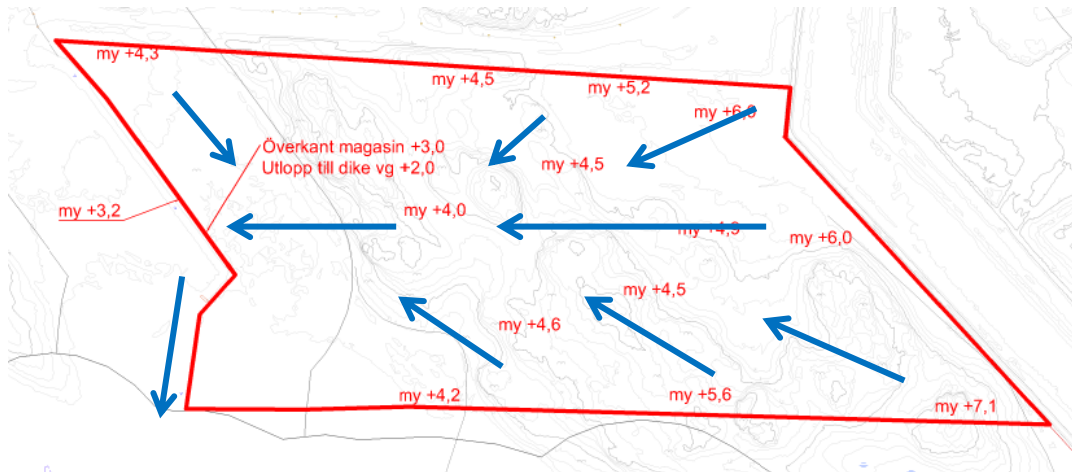
Enligt detta alternativ följer skyfallsvattnet den ytliga rinnvägen till lågpunkten i områdets västra kant. När vatten bräddar leds det direkt till våtmarken söder om området och sedan vidare till Bråviken. Figur 14 visar skyfallets ytliga avrinningsvägar.



Figur 14: Skyfallets rinnvägar enligt alternativ 1

5.4.2 Alternativ 2

Enligt alternativ 2 leds vattnet på samma sätt som i alternativ 1 via ytliga rinnvägar till områdets lågpunkt. Skillnaden mot alternativ 1 är att lågpunkten är placerad något längre norrut, och att vattnet istället bräddar mot diket väster om planområdet för att sedan ledas ut till Bråviken. Skyfallets ytliga avrinningsvägar visas i Figur 15.



Figur 15: Skyfallets rinnvägar enligt alternativ 2.

För Alternativ 2 kan följande exempel visa hur diket i väster belastas vid skyfall, dock är övriga tillkommande flöden till diket inte medtagna. Enligt scenario 1, i vilken hela ytan är asfalterad, ökar flödet i diket med ca 2200 l/s vid ett 100-årsregn efter att ett 20-årsflöde har fördröjts i systemet. Flödesberäkning med

Mannings formel ger ett maximalt flöde i diket på 11,9 m³/s. Ett 100-årsregn i området utgör alltså ca 11 % av det maximala flödet.

5.5 Påverkan på markavvattningsföretag

Såväl Krusenhov som Krusenhov-Malmös invallningsföretag stiftades 1944 för invallning mot Bråviken och torrläggning av mark. För Krusenhov berördes endast en fastighetsägare av företaget då det antogs, för Krusenhov-Malmö berördes två fastighetsägare. De båda markavvattningsföretagen är gamla och markanvändningen inom båtnadsområdena och avrinningsområdena har förändrats mycket sedan företagen antogs. Det aktuella planområdet ligger inte inom något av markavvattningsföretagens båtnadsområdet, området avvattnas dock till diken tillhörande företagen.

Den aktuella planen innebär en stor förändring av markanvändningen och därmed avrinningsförhållandena inom avrinningsområdena för markavvattningsföretagen. Det är möjligt att ompröva markavvattningsföretag i Mark- och Miljödomstolen då förhållandena för markavvattningen ändrats kraftigt. Naturvårdsverket rekommenderar i Handbok 2009:5, *Markavvattning och rensning, Handbok för tillämpning av bestämmelserna om markavvattning*, att markavvattningsföretag lämpligen omprövas i samband med planläggning i ett område med befintlig markavvattning, då ändrade planförhållanden ofta innebär förändrad markanvändning och andra behov för markavvattning. Det rekommenderas att de som deltar i markavvattningsföretaget kallas till samråd i samband med att detaljplanen upprättas.

Markavvattningssamfälligheter behandlas i 3 kap i Lagen med särskilda bestämmelser för vattenverksamhet (LSV). Av 3 kap 5§ framgår att en fastighetsägare (eller VA-huvudman om fastigheten ligger inom verksamhetsområdet) kan avleda dagvatten till ledningar avsedda för markavvattning om det innebär en väsentlig fördel. Fastighetsägaren skall då delta i markavvattningsföretaget. Kommunen kan bli delägare i markavvattningsföretaget om de har mark som ligger inom båtnadsområdet. Vill kommunen enbart släppa vatten till företaget behöver en översenskommelse slutas där det ekonomiska ansvaret reds ut. Av 6§ framgår att kostnaderna för utförande och drift av en gemensam ledning fördelas mellan markavvattningsintresset och avloppsintresset med hänsyn till den mängd och det slag av vatten som tillförs ledningen samt till vad som kan anses skäligt med hänsyn till intressenternas nytta av ledningen.

Markavvattningsföretag kan avvecklas på tre olika sätt. Ett alternativ är att avveckla samfälligheten och låta de enskilda medlemmarna sköta sin del av båtnadsområdet själva. Ett annat alternativ är att en part, till exempel kommunen, förvärvar all mark och blir ensam ägare till företaget. I detta fall behövs ingen samfällighet. I båda dessa fall kvarstår dock ansvaret att sköta avrinningen enligt de regler som finns för området. Ett tredje alternativ är att helt avveckla markavvattningsföretaget, så kallad utrivning. Detta måste godkännas av en domstol. För att kunna avveckla företaget helt behöver man kunna visa på att

området inte tar skada av att avvattningen upphör, både gällande skador på egendom och på miljö och natur. Om någon fastighet skulle ta skada av utrivningen kan domstolen på fastighetsägarens begäran förordna att ansvaret ska övergå på den fastighetsägaren enligt 11 kap 20§ MB. Det kan exempelvis vara en fastighet uppströms som är beroende av ett dike för att kunna avvattnas. Det har ingen betydelse om fastigheten ingår i markavvattningssamfälligheten eller inte. Det kan också vara staten, en kommun eller ett vattenförbund som övertar ansvaret om det behövs till skydd för allmänna intressen.

En ansökan om avveckling av markavvattningsföretag behöver innehålla en överenskommelse där det framgår att alla deltagare i företaget är överens om att företaget ska avvecklas. Det bör även bifogas en förteckning över aktuella deltagare i företaget enligt kostnadsfördelningslängden, en förteckning över fastigheter inom båtnadsområdet och andra intressenter som inte finns med i kostnadsfördelningen, kopior av protokoll, utlåtanden och förening ur förätningsakten, kopior på kartor och profiler samt en fastighetskarta med båtnadsområdet utritat. Om anläggningarna inte ska rivas behöver det framgå hur det framtida underhållet av anläggningarna ska ordnas och hur ansvaret ska fördelas.

5.5.1 Planens påverkan på flöden till markavvattningsföretag

Enligt den lösning som föreslagits som alternativ 1 kommer allt dagvatten från planområdet att ledas direkt till recipienten efter fördröjning och rening i dagvattenanläggningen. Detta förslag bedöms ha liten påverkan på de intilliggande markavvattningsföretagen. I dagsläget avvattnas området till de två dikena öster och väster om planområdet tillhörande de två intilliggande markavvattningsföretagen. Då flödet enligt alternativ 1 leds om så det går direkt till recipienten kommer flödet i dikena att minska något.

Enligt lösningsförslag 2 leds vattnet efter fördröjning till diket väster om planområdet tillhörande Krusenhovs invallningsföretag. Detta flöde är fördröjt till motsvarande naturligt flöde, men då höjderna inom området ändras kommer en något större yta avvattnas till detta dike än tidigare, vilket gör att flödet kommer att öka något. Enligt den uppskattning som gjorts av diket kapacitet kommer cirka 4 % av diket totala kapacitet tas i anspråk efter att ett 20-årsregn fördröjts i systemet, givet att diket är rensat och underhållet. Detta lösningsförslag påverkar därmed Krusenhovs invallningsföretag, men diket bedöms ha kapacitet att omhänderta det flöde som uppstår till följd av exploateringen. Diket öster om planområdet tillhörande Krusenhov-Malmös invallningsföretag kommer att påverkas. Då områdets höjdsättning görs om så att inget vatten från planområdet leds till detta dike kommer flödet i detta dike minska något jämfört med i dagsläget.

5.6 Reningsbehov – skydd av recipienter

Recipienten för dagvatten från planområdet är Pampusfjärden, som är en del av Bråviken. Enligt den senaste statusklassningen bedöms Pampusfjärden ej uppnå god kemisk status. Recipientens känslighet har klassats utifrån Norrköpings

kommuns riktlinjer för dagvattenhantering. Då Bråvikens ekologiska och kemiska ytvattenstatus är otillfredsställande klassas den som en känslig recipient. Utifrån kommunens riktlinjer har risken för påverkan av dagvattenkvaliteten till följd av den planerade industriverksamheten klassats som hög. Detta gör att det utifrån riktlinjerna ställs krav på rening av dagvatten. Tabell 5 visar kommunens matris för bedömning av reningskrav. Riktvärden för utsläpp är hämtade ur kommunens riktlinjer.

Tabell 5: Matris för bedömning av reningskrav, hämtat från Norrköpings riktlinjer för dagvattenhantering. Röd markering visar det reningskrav som tillämpats.

Risk för påverkan (se tabell 6)	Recipientens känslighet (se tabell 5)		
	3. Mindre känslig	2. Känslig	1. Mycket känslig
3. Låg	Ej rening	Ej rening	Ej rening
2. Måttlig	Ej rening	Enklare rening eller välj mindre känslig recipient	Enklare rening eller välj mindre känslig recipient
1. Hög	Enklare rening	Rening eller välj mindre känslig recipient	Rening eller välj mindre känslig recipient

För planområdet föreslås rening ske i makadammagasin alternativt i våt damm. För dessa två reningsalternativ har föroreningsberäkningar gjorts med beräkningsverktyget StormTac. Ytterligare ett förslag för dagvattenhantering är en torr damm. Då denna lösning inte ger någon nämnvärd rening av dagvatten har inga föroreningsberäkningar utförts för denna lösning.

5.6.1 Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningarna är utförda med beräkningsverktyget StormTac. StormTac (2017-05-16) är en programvara som används för föroreningsberäkningar i dagvatten. En årsmedelnederbörd på 880 mm (inkluderat klimatfaktor på 1,25) har använts för hela planområdet. I StormTac finns resultat från samlad forskning gällande vilka typer av dagvattenföroreningar som uppkommer vid olika markanvändningar. StormTac är inget exakt beräkningsverktyg och bör endast användas för att få en generell bild av hur föroreningssituationen efter ombyggnad kan se ut. Antaganden om framtida marktyper inom planområdet påverkar beräkningsresultatet.

5.6.1.1 Föroreningar före exploatering

Före exploatering består planområdet av naturmark, vilket gör att föroreningsbelastningen från området i dagsläget är låg. För beräkningen i StormTac har hela planområdet klassats som "Skogsmark".

Tabell 6: Beräknade utsläppshalter och utsläpsmängder före exploatering.

Ämne	Beräknade utsläppshalter (µg/l)	Beräknade utsläpsmängder (kg/år)
Totalfosfor	31	1,4
Totalkväve	710	33
Bly (Pb)	1,6	0,073
Koppar (Cu)	4,4	0,20
Zink (Zn)	11	0,50
Kadmium (Cd)	0,055	0,0025
Krom (Cr)	0,41	0,019
Nickel (Ni)	0,50	0,023
Kvicksilver (Hg)	0,0041	0,00019
SS	6300	290
Olja	74	3,4
PAH16	0	0
Bens(a)pyren	0	0
Bensen	1,3	0,060
TBT	0,0013	0,000061
Arsenik (As)	4,1	0,19
TOC	5000	230
PCB7*	0,01263	5.86*10 ⁻⁴

* PCB7 beräknas som den sammanvägda belastningen av PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB 153 och PCB180.

5.6.1.2 Föroreningar efter exploatering

Efter exploatering planeras planområdet bestå av industrimark. Industriområden antas bestå främst av hårdgjorda ytor, med byggnader och viss trafik. I StormTac finns tre alternativ för beräkning av föroreningshalter från industrimark, där området klassas som mer eller mindre förorenat beroende på hur stor andel av ytan som antas vara hårdgjord samt vilken typ av industriverksamhet som bedrivs. Föroreningsbelastningen kan antas vara låg, medel eller hög. För beräkningen har hela området klassats som "Industrimark" och det har antagits att området har en medelhög föroreningsbelastning.

Tabell 7 visar beräkningsresultat för föroreningshalter och föroreningsmängder efter exploatering, samt kommunens riktlinjer för föroreningshalter. Kommunen har ej riktvärden för alla ämnen för vilka föroreningsberäkningar utförts. För de ämnen där riktvärden ej finns tillgängliga har kolumnen lämnats blank.

Tabell 7: Föroreningshalter och mängder efter exploatering. Fetmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Föroreningshalt efter exploatering (µg/l)	Riktvärden för utsläpp till recipient (µg/l)	Föroreningsmängd efter ombyggnad (kg/år)
Totalfosfor	250	160	22
Totalkväve	1700	2000	160
Bly (Pb)	23	8	2,1
Koppar (Cu)	37	18	3,4
Zink (Zn)	220	75	21
Kadmium (Cd)	1,2	0,4	0,11
Krom (Cr)	11	10	1,0
Nickel (Ni)	14	15	13
Kvicksilver (Hg)	0,059	0,03	0,0054
SS	81000	40000	7400
Olja	1900	400	170
PAH16	0,77	-	0,070
Bens(a)pyren	0,12	0,03	0,011
Bensen	0,46	-	0,042
TBT	0,22	-	0,020
Arsenik (As)	4	-	0,37
TOC	19000	-	1700
PCB7	0,0538	-	0,00569

Efter exploatering överskrids kommunens riktvärden för fosfor, bly, koppar, zink, kadmium, krom, kvicksilver, suspenderat material, olja och bensapyren. För att exploatering inte ska ha negativ påverkan på MKN för recipienten är det därför nödvändigt med ett reningssteg.

För alternativ 1 beräknas rening av dagvatten ske för regn med återkomsttid upp till 2 år, större regn bräddar till recipienten utan att renas. För alternativ är en anläggning föreslagen som ger fördröjning och rening för regn med en återkomsttid på upp till 20 år. Detta innebär att även större regn kommer att renas för detta alternativ.

5.6.1.3 Rening i makadammagasin

I Tabell 8 och Tabell 9 visas beräkningsresultat för föroreningsmängder och föroreningshalter efter exploatering och rening i makadammagasin. Schablonvärden för reningseffekten är hämtade från StormTacs databas.

Tabell 8: Föroreningshalter efter exploatering och rening i makadammagasin. Fetmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Förorenings- halt efter exploatering (µg/l)	Reduktion makadam -magasin (%)	Föroreningsshalt efter exploatering och rening (µg/l)	Riktvärden för utsläpp till recipient (µg/l)
Totalfosfor	250	60	100	160
Totalkväve	1700	55	765	2000
Bly (Pb)	23	85	3,45	8
Koppar (Cu)	37	85	5,55	18
Zink (Zn)	220	85	33	75
Kadmium (Cd)	1,2	85	0,18	0,4
Krom (Cr)	11	85	1,65	10
Nickel (Ni)	14	90	1,4	15
Kvicksilver (Hg)	0,059	45	0,03245	0,03
SS	81000	90	8100	40000
Olja	1900	90	190	400
PAH16	0,77	60	0,308	-
Bens(a)pyren	0,12	60	0,048	0,03
Bensen	0,46	50	0,23	-
TBT	0,22	50	0,11	-
Arsenik (As)	4	60	1,6	-
TOC	19000	50	9500	-
PCB7*	0,0538	50	0,0269	-

Efter rening i makadammagasin uppnås riktvärdet för utsläpp för samtliga ämnen utom kvicksilver och bens(a)pyren, kvicksilverhalten ligger precis över gränsen till kommunens riktvärde.

Tabell 9: Föroreningsmängder efter exploatering och rening i makadammagasin.

Ämne	Föroreningsmängd efter exploatering (kg/år)	Reduktion makadammagasin (%)	Föroreningsmängd efter exploatering och rening (kg/år)
Totalfosfor	22	60	8,8
Totalkväve	160	55	72
Bly (Pb)	2,1	85	0,315
Koppar (Cu)	3,4	85	0,51
Zink (Zn)	21	85	3,15
Kadmium (Cd)	0,11	85	0,0165
Krom (Cr)	1,0	85	0,15
Nickel (Ni)	13	90	1,3
Kvicksilver (Hg)	0,0054	45	0,00297
SS	7400	90	740
Olja	170	90	17
PAH16	0,070	60	0,028
Bens(a)pyren	0,011	60	0,0044
Bensen	0,042	50	0,021
TBT	0,020	50	0,01
Arsenik (As)	0,37	60	0,148
TOC	1700	50	850
PCB7*	0,00569	50	0,002845

Beräkningsresultaten visar att mängden av samtliga föroreningar från planområdet minskar efter rening i makadammagasin.

5.6.1.4 Rening i våt damm

I Tabell 11 och Tabell 10 visas beräkningsresultat för föroreningshalter och föroreningsmängder efter exploatering och rening i våt damm. Schablonvärden för reningseffekten är hämtade från StormTacs databas.

Tabell 10: Föroreningshalter efter exploatering och rening i våt damm.
Fetmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Föroreningshalt efter exploatering (µg/l)	Reduktion våt damm (%)	Föroreningshalt efter exploatering och rening (µg/l)	Riktvärden för utsläpp till recipient (µg/l)
Totalfosfor	250	55	112,5	160
Totalkväve	1700	35	1105	2000
Bly (Pb)	23	75	5,75	8
Koppar (Cu)	37	60	14,8	18
Zink (Zn)	220	55	99	75
Kadmium (Cd)	1,2	80	0,24	0,4
Krom (Cr)	11	60	4,4	10
Nickel (Ni)	14	85	2,1	15
Kvicksilver (Hg)	0,059	30	0,0413	0,03
SS	81000	80	16200	40000
Olja	1900	80	380	400
PAH16	0,77	70	0,231	-
Bens(a)pyren	0,12	75	0,03	0,03
Bensen	0,46	50	0,23	-
TBT	0,22	50	0,11	-
Arsenik (As)	4	38	2,48	-
TOC	19000	-20	22800	-
PCB7*	0,0538	68-94	112,5	-

Efter reningssteget uppnås riktvärdet för samtliga ämnen utom kvicksilver och zink. Kvicksilver reducerar mindre effektivt i våt damm jämfört med vid rening i makadammagasin. Då kvicksilver är ett av de ämnen som pekats ut särskilt i MKN för recipienten är makadammagasin ett bättre alternativ ur reningsynpunkt.

Tabell 11: Föroreningsmängder efter exploatering och rening i våt damm

Ämne	Föroreningsmängd efter exploatering (kg/år)	Reduktion våt damm (%)	Föroreningsmängd efter exploatering och rening (kg/år)
Totalfosfor	22	55	9,9
Totalkväve	160	35	104
Bly (Pb)	2,1	75	0,525
Koppar (Cu)	3,4	60	1,36
Zink (Zn)	21	55	9,45
Kadmium (Cd)	0,11	80	0,022
Krom (Cr)	1,0	60	0,4
Nickel (Ni)	13	85	1,95
Kvicksilver (Hg)	0,0054	30	0,00378
SS	7400	80	1480
Olja	170	80	34
PAH16	0,070	70	0,021
Bens(a)pyren	0,011	75	0,00275
Bensen	0,042	50	0,021
TBT	0,020	50	0,01
Arsenik (As)	0,37	38	0,2294
TOC	1700	-20	2040
PCB7*	0,00569	68-94	0,000581

Beräkningsresultaten visar att mängden av samtliga föroreningar minskar efter rening i våt damm.

5.6.2 Skillnad i föroreningsmängd före och efter exploatering

I Tabell 12 visas beräknade utsläppsmängder (kg/år) före exploatering och efter exploatering och rening med olika reningsmetoder. Mängden föroreningar ökar efter exploatering för samtliga studerade ämnen, även efter att vattnet genomgått föreslaget reningssteg.

Tabell 12: Jämförelse av utsläppsmängder före och efter exploatering och rening med olika metoder.

Ämne	Föroreningsmängd före exploatering (kg/år)	Föroreningsmängd efter exploatering och rening i makadammagasin (kg/år)	Föroreningsmängd efter exploatering och rening i våt damm (kg/år)
Totalfosfor	1,4	8,8	9,9
Totalkväve	33	72	104
Bly (Pb)	0,073	0,315	0,525
Koppar (Cu)	0,20	0,51	1,36
Zink (Zn)	0,50	3,15	9,45
Kadmium (Cd)	0,0025	0,0165	0,022
Krom (Cr)	0,019	0,15	0,4
Nickel (Ni)	0,023	1,3	1,95
Kvicksilver (Hg)	0,00019	0,00297	0,00378
SS	290	740	1480
Olja	3,4	17	34
PAH16	0	0,028	0,021
Bens(a)pyren	0	0,0044	0,00275
Bensen	0,060	0,021	0,021
TBT	0,000061	0,01	0,01
Arsenik (As)	0,19	0,148	0,2294
TOC	230	850	2040
PCB7*	5.86*10 ⁻⁴	0,002845	0,000581

Ur tabellen framgår att makadammagasinet överlag ger en mer effektiv rening. Makadammagasinet ger även en mer effektiv rening av kvicksilver. Då kvicksilver är särskilt utpekat i VISS är makadammagasinet ett bättre val ur reningssynpunkt jämfört med våt damm.

5.6.3 Påverkan på miljö kvalitetsnormer (MKN)

Enligt beräkningar med schablonvärden från StormTac klarar samtliga ämnen förutom kvicksilver och BaP kommunens riktvärden för föroreningsutsläpp efter rening i makadammagasin. Kvicksilverhalten ligger precis på gränsvärdet, och halten BaP överskrider gränsvärdet något.

Beräkningarna pekar på god reningen av fosfor och kväve, dessa ämnen bedöms därför inte hota den ekologiska statusen i recipienten.

Gällande den kemiska ytvattenstatusen är kvicksilver och BaP speciellt utpekad i VISS. Resultaten från föroreningsberäkningarna visar att kvicksilverhalten i dagvatten från området kommer öka efter exploateringen. Med föreslagen rening

minskar såväl halten som mängden kvicksilver, efter rening i makadammagasin ligger kvicksilverhalten precis på gränsvärdet. Resultatet från föroreningsberäkningarna visar även att halten BaP överskrider gränsvärdet såväl före som efter rening. Det finns stora osäkerheter kring beräknade halter och mängder av föroreningar, de genomförda föroreningsberäkningarna ger endast en grov uppskattning av hur föroreningsbelastningen från området kan komma att se ut. Vidare framgår det i kommunens riktlinje för dagvattenhantering att det inte bör utgöra beslutsunderlag om endast riktvärdet för kvicksilver och/eller BaP överskrider. Detta på grund av att det finns ett dåligt dataunderlag för dessa föroreningar. Då föreslagen rening enligt beräkningarna ger en minskning av halterna av kvicksilver och BaP jämfört med att inte rena dagvattnet, samtidigt som halten av samtliga övriga föroreningar bedöms underskrida gränsvärdet, blir den samlade bedömningen att föreslaget reningssteg är tillräckligt för att dagvatten från planområdet ej ska ha negativ påverkan på MKN för vatten. En mer detaljerad utredning av föroreningsbelastningar från området kan behöva göras längre fram i planskedet, då en mer detaljerad plan för markanvändningen inom området är framtagen.

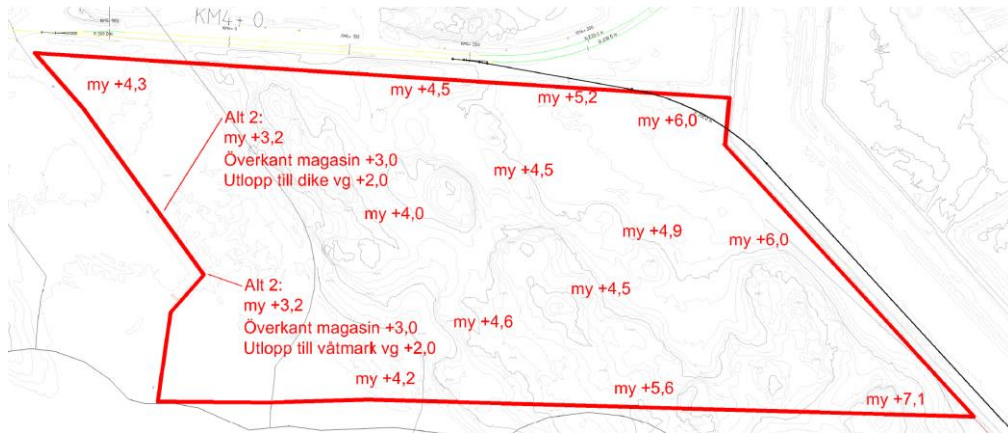
6. Åtgärder utifrån föreslagna lösningar

6.1 Placering och höjdsättning av bebyggelse, vägar etc.

I och med att placering av byggnader, genomfartsvägar etc. inom utredningsområdet ännu ej är fastställt kan inga specifika råd och förslag kring detta ges. Dock föreslås att själva ytan över lågpunkten ej bebyggs med permanenta byggnader då det ej finns utrymme för överbyggnad med föreslagen höjdsättning. Permanenta byggnader placeras i stället med fördel i de högre delarna av området.

Generellt kan sägas att vägar inom området är positivt då de kan fungera som skyfallsleder. Beroende på hur området höjdsätts kommer avrinningsmönstret se annorlunda ut efter ombyggnationen. Vid höjdsättning av området måste flödesstråk för yttlig avrinning tas i beaktning för att planområdet ska vara skyddat från översvämningar till följs av extrema regn.

Figur 16 visar föreslagen höjdsättning inom utredningsområdet. Enligt den föreslagna höjdsättningen sluttar marken från öster till väster, den högsta punkten föreslås ligga på ca +7,1 m i det sydöstra hörnet, lågpunkten på +3,2 m föreslås ligga i det sydvästra delena av området. För att möjliggöra yttlig avrinning vid kraftiga regn föreslås ett lågstråk i mitten av området.



Figur 16: Förslag på höjdsättning inom utredningsområdet.

I områdets norra del har höjdsättningen anpassats med hänsyn till det planerade järnvägsspåret. Områdets nordöstra hörn kommer att genomsöras av ett järnvägsspår. Denna sträcka av järnvägen föreslås luta något för att motsvara planområdets höjdsättning och möjliggöra ytlig avrinning av vatten vid kraftiga regn. Eftersom järnvägen utgör en barriär för den lilla del av planområdet som ligger nordöstra om järnvägen kan det dock behöva ses över huruvida avvattningen från denna del kan hanteras österut eller i diket österut.

7. Kostnader, ansvar, drift och underhåll

Kostnader för investering, drift och underhåll för dagvattensystemet är i detta läge mycket svårt att uppskatta då en stor del av detta beror på hur ytan till slut bebyggs och används. En översiktlig uppskattning av kostnaderna har gjorts utifrån schablonkostnader.

7.1 Investeringskostnader

Förutsatt att området plansprängs och att material från sprängningen kan användas till makadamfyllnad till magasinet blir kostnaderna för en makadamanläggning relativt låg. Detta då materialet i så fall kan produceras på plats och dessutom vara en biprodukt av borttagandet av höjdryggen. Dessutom kommer den grävning/utfyllnad som krävs att behöva utföras. Det är alltså möjligt att kostnaderna för magasinen överskattats.

Kostnadsberäkningen är baserad på strukturskissen för ledningsnät som visas i Figur 10, som omfattar ca 1200 m ledning. Skissen visar dock endast ett ledningsnät utan anslutningar till fastigheterna, det faktiska ledningsnätet kommer troligtvis bli längre. Detta är något som behöver utredas mer ingående i ett senare skede när det är känt hur byggnaderna inom området kommer placeras. Schaktkostnaderna är baserade på antagandet att ca 250 m av ledningsnätet kommer att anläggas i bergsschakt, anläggningstiden för ledningsnätet uppskattas bli ca 120 dagar med 2 heltidsarbetande personal.

Av kostnadsberäkningen framgår att den stora kostnaden blir anläggning av ledningsnätet. Makadammagasin och öppen dagvattendamm ger ungefär lika stora anläggningskostnader.

Tabell 13. Uppskattning av investeringskostnader dagvattenlösning med ledningsnät och makadammanläggning.

Anläggning	Antal	Pris	Totalt
Dagvattenbrunn	12 st	25000 kr /st	300 000 kr
Dagvattenledning	1200 m	1100 kr/m	1 320 000 kr
Schakt	950 m	150 kr/m	142 500 kr
Bergsschakt	250 m	600 kr/m	150 000 kr
Grävmaskin	1 st, 120 dagar	1000 kr /h	960 000 kr
Dumper	1 st, 120 dagar	800 kr/h	768 000 kr
Personalkostnader	2 pers, 120 dagar	450 kr/h	864 000 kr
Makadammagasin	2650-10530 m ³	450 kr/m ³	1 192 500-4 470 000 kr
Totalt			5,7 – 9,0 miljoner kr

Tabell 14. Uppskattning av investeringskostnader för dagvattenlösning med ledningsnät och öppen dagvattendamm.

Anläggning	Antal	Pris	Totalt
Dagvattenbrunn	12 st	25000 kr /st	300 000 kr
Dagvattenledning	1200 m	1100 kr/m	1 320 000 kr
Schakt	950 m	150 kr/m	142 500 kr
Bergsschakt	250 m	600 kr/m	150 000 kr
Grävmaskin	1 st, 120 dagar	1000 kr /h	960 000 kr
Dumper	1 st, 120 dagar	800 kr/h	768 000 kr
Personalkostnader	2 pers, 120 dagar	450 kr/h	864 000 kr
Dagvattendamm	795-3160 m ³	1200 kr/m ³	954 000-3 792 000kr
Totalt			5,5 – 8,3 miljoner kr

7.2 Drift- och underhållsaspekter

Även kostnader och övriga drift- och underhållsaspekter är väldigt svåra att uppskatta då även detta beror mycket på hur användningen av ytan kommer att se ut. Ser man enbart på makadammagasinet samt de brunnar som behövs går det att föra ett resonemang kring drift och underhåll.

Generellt är drift- och underhållsinsatsen måttlig för makadam/krossfyllda magasin. Dagvatten innehåller mycket partiklar (suspenderat material) som, om de inte avskiljs, kan orsaka igensättning av de underjordiska magasinen på sikt. Det är därför extra viktigt att vattnet alltid passerar en brunn med sandfång, eller

en särskild brunn som ökar avskiljningen av partiklar före magasinet. Eventuella sandfång slamsugs regelbundet så att dess funktion bibehålles. Även eventuella dräneringsrör i anläggningen bör genomspolas regelbundet. Att sopa asfaltsytor regelbundet hjälper också till att minska mängden partiklar som vid regn sköljs med dagvattnet ner till magasinet och minskar på så vis risken för igensättning. Livslängden för ett makadammagasin uppskattas till några årtionden men i och med att det är igensättningsrisken som är den största avgörande faktorn ökar livslängden om anläggningen sköts regelbundet. I detta fall finns även en sådan överkapacitet i fördröjningsvolymen om man tittar på hela makadamlagret att livslängden bör öka markant.

Drifts- och underhållskostnaden består av att spola rent/slamsuga brunnar och eventuella dräneringsledning. Den uppskattade kostnaden för detta är ca 10 000 kr/per spolningstillfälle.

Reinvesteringsinsatsen för ett makadammagasin beror helt på om krossmaterial finns att tillgå eller om detta måste köpas in. I övrigt är reinvesteringkostnaden i princip samma som nyanläggningskostnaden då det existerande materialet byts ut. Reinvestering för makadammagasin behöver normalt ske ca vart 15-30:e år, vilket motsvarar dess livslängd. Med god skötsel kan dock livslängden förväntas öka till ca 40 år.

En dagvattendamm behöver inspekteras minst 2 gånger per år (vår och höst) för att säkerställa den renande funktionen. In- och utlopp kan behöva rensas och eventuella växter kan behöva rensas/skötas om. Total tidsåtgång för drift och skötsel av en öppen dagvattendamm är 4-7 mandagar per år, den uppskattade kostnaden för detta är ca 62 000 kr/år. Ca vart 10:e-20:e år kan sediment behöva avlägsnas från dammen.

8. Sammanvägd bedömning av lösningar

Nedan presenteras en sammanvägd bedömning av fördelar och nackdelar med de olika alternativen som presenterats. De två alternativen för avledning (direkt till recipient eller till dike) kan kombineras med de olika alternativen lösningsalternativen damm eller makadammagasin

Tabell 15. Sammanställning av för- och nackdelar med föreslagna dagvattenlösningar.

	Fördelar	Nackdelar
Alternativ 1 – utlopp till recipient	<ul style="list-style-type: none"> • Planen påverkar ej markavattningsföretag • Inga krav på fördröjning av flöde • Mindre ytor behöver avsättas för dagvattenhantering 	<ul style="list-style-type: none"> • Dagvatten släpps orenat till recipient för regn större än 2-årsregn
Alternativ 2 – utlopp till dike	<ul style="list-style-type: none"> • Ger rening av regn med återkomsttid upp till 20 år 	<ul style="list-style-type: none"> • Påverkar markavattningsföretag • Större ytor behöver avsättas för fördröjning
Makadammagasin	<ul style="list-style-type: none"> • Ger god rening av dagvattnet • Något högre avskiljning av kvicksilver • Krossmaterial finns tillgängligt på plats efter sprängning 	<ul style="list-style-type: none"> • Stort ytbehov pga. låg hålrumsvolym • Kräver skötsel
Dagvattendamm	<ul style="list-style-type: none"> • Ger god rening av dagvattnet • Estetiskt tilltalande, pedagogisk dagvattenlösning 	<ul style="list-style-type: none"> • Säkerhetsaspekt, åtgärder kan behövas för att minska risken att någon person faller i • Kräver skötsel

9. Fortsatt arbete

Denna dagvattenutredning syftar till att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom planområdet. Längre fram i planeringsprocessen föreslås att en mer detaljerad dagvattenutredning alternativt en förprojektering utförs, då den slutgiltiga dagvattenlösningen måste utformas med hänsyn till planerade byggnader inom området. Detta gäller både flödes- och föroreningsberäkningar, då dessa beror på planerad bebyggelse.

Då hela området planeras att fyllas upp med makadam från bortsprängt berg kommer detta lager att vara ojämnt vilket kommer att utgöra en förutsättning för placering av dräneringsledningar inom planområdet. För att klargöra de geotekniska förutsättningarna inom området bör en geoteknisk undersökning utföras. Då mycket stora massor kommer sprängas och flyttas inom området kommer även en utredning av massbalanser behöva göras.

För att klargöra förutsättningarna för val av alternativ dagvattenlösning bör även noggrannare undersökningar genomföras av eventuella begränsningar i kapacitet för diket väster om planområdet.