

Bilaga 2

Skyfall PM

Bälinge nya skola

2026-05-18

Reviderad -

Structor

Beställare: In3prenör AB

Konsultbolag: Structor Mark Uppsala AB

Uppdragsnamn: Bälinge nya skola

Uppdragsnummer: 2954

Datum: 2026-05-18

Senast reviderad: -

Uppdragsledare: Tobias Nylander

Handläggare: Sandra Zaff

Granskare: Tobias Nylander

Status: Slutgiltig handling

Versionshistorik:

Datum	Version	Typ av förändring	Utförd av	Förändring på sida/sidor

1. INLEDNING

Uppsala kommun skol- och omsorgsfastigheter AB arbetar med att ta fram en detaljplan för fastigheten Bälinge-Ekeby 1:3 (benämns härnäst planområdet) för en ny skola i Bälinge.

Bjerking har tidigare tagit fram en dagvattenutredning¹ som detta PM kompletterar med skyfallsberäkningar och framtagna lösningar för hantering av skyfall inom planområdet.

Nedströms planområdet ligger fastigheterna Bälinge-Ekeby 1:2 (som också är under arbete för en detaljplan) och Hämringe 1:1, samt ett befintligt Krondike. I exploateringen av planområdet är det viktigt att anlägga säkra sekundära skyfallsvägar och fördröjningsåtgärder som säkerställer att skyfallsvattnet inte ökar jämfört med befintlig situation samt säkert kan ledas bort utan att försämma situationen för nedströms fastigheter.

1.1. FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR SKYFALLSBERÄKNINGAR

Vid skyfall kommer högintensiv nederbörd under en kort tid. Avrinningskoefficienterna för planområdets markanvändningar har därför ökat för att simulera mer mättad mark. Hårdgjorda ytor har därför givits avrinningskoefficient 1,0 och genomsläppliga ytor har givits avrinningskoefficient 0,5.

För beräkning av nederbördsvolym vid ett skyfall används ett CDS-regn med 100 års återkomsttid, varaktighet 6 timmar och klimatfaktor 1,3 (enligt Uppsala kommuns principer för hantering av skyfall²). Detta motsvarar ett nederbördsdjup på 79 mm (för sydöstra Sverige) enligt SMHI:s statistik³. CDS-regnet används också för skyfallsmodellering utförd i Scalgo DynamicFlood.

2. HANTERING AV SKYFALL PLANERAD SITUATION

2.1. YTOR, FLÖDEN OCH VOLYM

2.1.1. MARKANVÄNDNING

I dagsläget består planområdet till större delen av naturmark, men det finns även mindre ytor av asfalterade ytor, tak och en grusad plan. I planerad situation ändras markanvändningen till skolområde där ungefär halva ytan antas vara genomsläpplig (grus,

¹ Dagvattenutredning Bälinge nya skola. Bjerking AB. 2026-02-04.

² Riktlinje för klimatanpassning vid ny-, till- och ombyggnation. Uppsala kommun. Diarienummer: KSN-2025-02459. Under remiss 2026-03-13.

³ Extremregn i nuvarande och framtida klimat – Analyser av observationer och framtidsscenarioer. Olsson et. al. 2017

gräs, plantering, etc.). I Tabell 1 redovisas markanvändningen för planområdet. Observera att avrinningskoefficienterna är justerade efter ett skyfallsscenario där marken redan är delvis mättad.

Tabell 1. Markanvändning med korrelerande avrinningskoefficienter.

Markanvändning	Avrinningskoefficient [-]	Area [ha]	
		Befintlig situation	Planerad situation
Grönyta/naturmark	0,5	2,30	-
Grus	0,5	0,79	-
Asfalt	1,0	0,04	-
Tak	1,0	0,05	-
Skolområde	0,75	-	3,18
Total area [ha]		3,18	3,18
Sammanvägd avrinningskoefficient ⁽¹⁾		0,51	0,75
Total reducerad area [ha]		1,61	2,38

2.1.2. BERÄKNADE FLÖDEN

Beräkning av flöden vid ett 100-årsregn i befintlig och planerad situation har genomförts med rationella metoden enligt Ekvation 1.

$$Q_{dim} = A \cdot \phi \cdot i \cdot Kf \quad \text{Ekv 1}$$

där Q_{dim} är dimensionerande dagvattenflöde (l/s), A är area (ha), ϕ är avrinningskoefficient (-), i är regnintensitet (l/s ha) och Kf är klimatfaktor (-). Regnintensiteten har satts till 10 minuter, och klimatfaktorn till 1,3 enligt Uppsala kommuns riktlinjer för skyfall.

Tabell 2. Flöden vid ett 100-årsregn, exklusive respektive inklusive klimatfaktor 1,3.

	100-årsflöde, exkl. klimatfaktor [l/s]	100-årsflöde, inkl. klimatfaktor 1,3 [l/s]
Befintlig situation	780	1010
Planerad situation	1160	1500

2.1.3. FÖRDRÖJNINGSVOLYM VID SKYFALL

Den erforderliga volymen vid ett 100-årsregn har beräknats på 79 mm nederbörd över planområdets reducerade area. Volymerna redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Beräknade volymer för planområdet vid ett skyfall med 100-års återkomsttid.

	Volym vid ett 100-årsregn, varaktighet 6 h och klimatfaktor 1,3 [m³]
Befintlig situation	1290
Planerad situation	1880

Skillnaden mellan de genererade skyfallsvolymerna är erforderlig fördröjningsvolym för planområdet i planerad situation. Detta resulterar i en nettovolym på **590 m³** som behöver

omhändertas inom planområdet för att detaljplanen inte ska öka risken för skador nedströms till följd av exploateringen.

2.2. ANLÄGGNINGAR FÖR HANTERING AV SKYFALL

Anläggningar som föreslås för hantering av skyfallsvolymen inom planområdet är en större översvämningssyta, nedsänkta grönytor samt ett avledande och fördröjande dike. Översvämningssytan anläggs i en större grönyta, och kan med fördel ha dubbla användningsområden, t.ex. översvämningssyta och lek område. Samtliga grönytor anläggs så att de ytligt kan fördröja minst 2 cm skyfallsvatten (ex. regnbäddar, svackdiken och skålade gräsytor). Längs planområdets östra gräns (mot detaljplaneområde Bälinge-Ekeby 1:2) anläggs ett avskärande dike i ungefär samma utsträckning som ett befintligt, igenvuxet dike för att agera både skyfallsväg och fördröjningsåtgärd. Det avskärande diket anläggs för att minimera andelen skyfallsvatten som leds in på grannfastigheten. Diken bör anläggas med slänt 1:3 eller flackare för att möjliggöra drift.

Uppsala Vatten planerar att anlägga en torrdamm i grönytan framför skolbyggnadens entré. Denna ska ha kapacitet att fördröja dagvattnet från planområdet ner till befintligt flöde vid ett 10-årsregn (inklusive klimatfaktor 1,25). Om torrdammen anläggs med en flödesregulator motsvarar detta 200 m³. Denna volym kan inte utnyttjas för skyfallsfördröjning, men då första delen av ett skyfall avleds genom ledningsnätet kan volymen i dammen räknas av från den totala skyfallsvolymen. Detta innebär att volymen som behöver fördröjas för skyfall inom planområdet är **390 m³**.

Planområdet kan delas upp i tre delavrinningsområden. Ungefärlig fördelning av yta och fördröjningsvolym för respektive delområde redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Fördelning av area och fördröjningsvolym per delområde inom planområdet.

Delavrinningsområde	Area (ha)	Fördröjningsvolym vid skyfall (m ³)
Norr	0,87	105
Öst	0,25	30
Syd	2,06	255

För delområde Norr föreslås nedsänkta grönytor för att fördröja delar av skyfallsvolymen, samt ytlig avledning till det avskärande diket.

Skyfallsvatten inom delområde Öst fördröjs primärt i avskärande dike längs planområdets östra gräns, men även i nedsänkta gräsytor där det går. Med modellerad utformning har det avskärande diket en kapacitet upp till 85 m³. Detta kan dock komma att ändras i framtida detaljprojektering.

Skyfallsvatten inom delområde Syd föreslås primärt fördröjas i en översvämningssyta i den stora grönytan i södra delen av planområdet. Denna översvämningssyta har kapacitet att fördröja drygt 310 m³ med ett djup på ca 0,3 meter. Utöver denna yta kan även omkringliggande gräsytor sänkas och det avskärande diket utnyttjas för fördröjning och avledning av skyfallsvattnet. Det avskärande diket leder skyfallsvattnet söderut mot ett

befintligt dike som går längs med den södra fastighetsgränsen (mot Hämringe 1:1) och vidare österut.

Genom att fördröja skyfallsvolymen på 390 m³ i de föreslagna anläggningarna bedöms planområdet att ha mycket goda förutsättningar för att inte negativt påverka områden nedströms planområdet, i linje med Uppsala Kommuns ställda krav på skyfallshantering. Om fördröjningskapaciteten i någon av anläggningarna minskas måste detta kompenseras med att öka fördröjningskapaciteten i en annan anläggning så att den totala volymen fördröjs.

2.2.1. UTFORMNINGSPRINCIPER FÖR AVSKÄRANDE DIKE

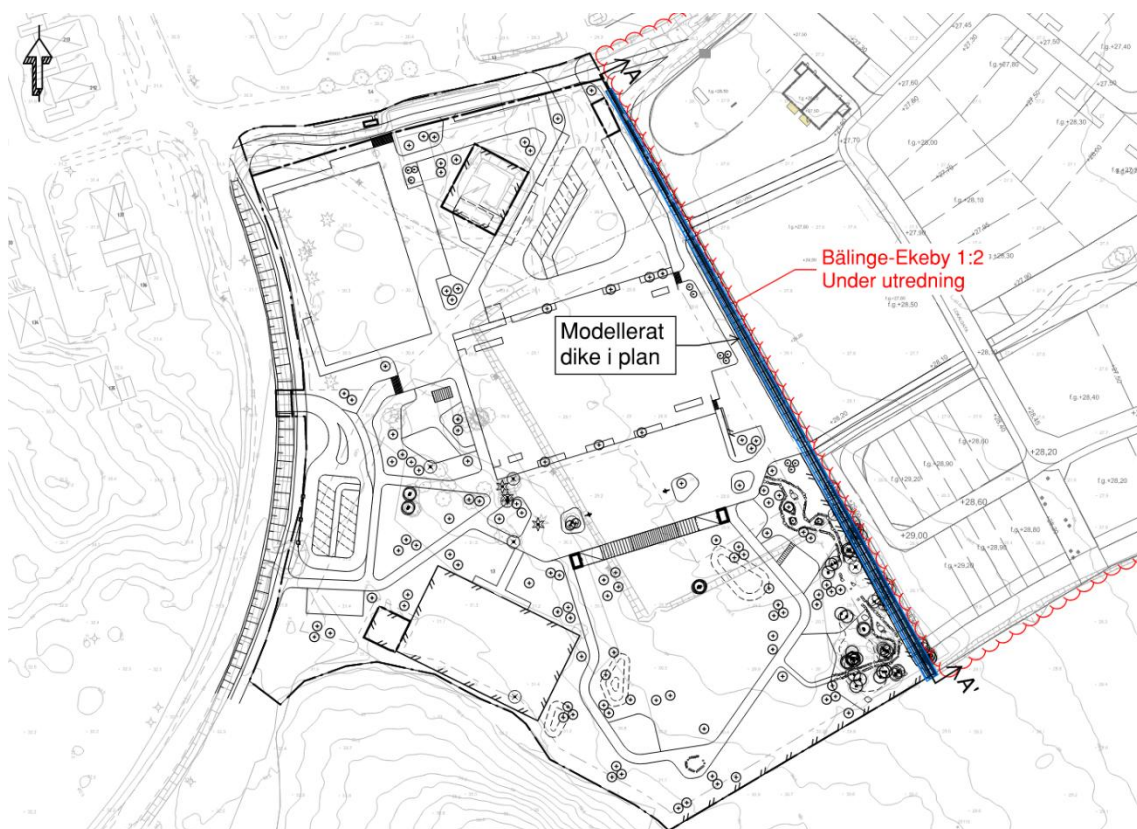
Extremflöden som överstiger magasineringskrav leds vidare via avskärande dike vid fastighetsgräns till Bälinge-Ekeby 1:2 för att säkerställa att nedströms detaljplaneområde inte påverkas negativt.

Det avskärande diket föreslås utformas enligt följande:

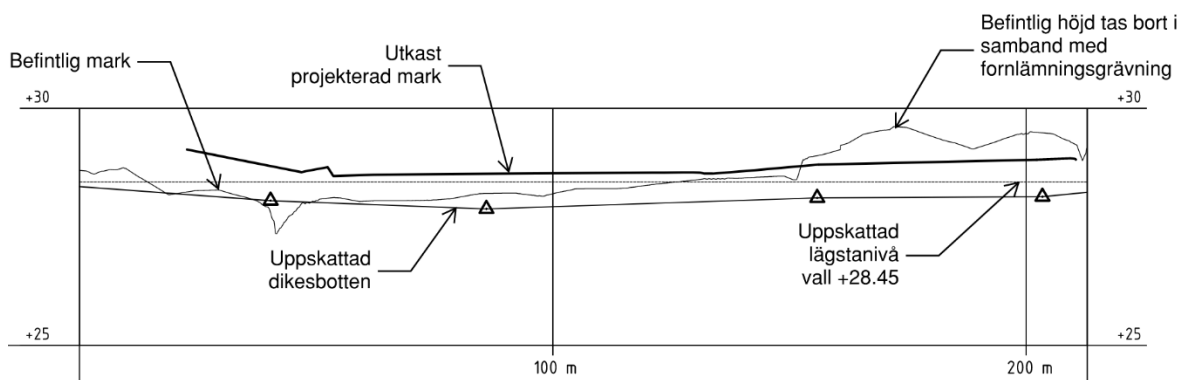
- Diket rensas längs hela dess sträckning så att ursprunglig bottennivå återställs.
- Diket anläggs med lutning norrut, mot befintligt dagvattenutlopp från planområdet.
- Vid extremregn och höga vattennivåer avvattnas diket primärt söderut mot befintligt avtappningsdike mellan Bälinge-Ekeby 1:3 och 1:2 och Hämringe 1:1.
- Bräddnivån för avtappning söderut anläggs på lägre nivå än dikeskanten mot Bälinge-Ekeby 1:2 för att säkerställa att skyfallsvattnet primärt leds runt fastigheten i stället för igenom.
- För att säkerställa ett mindre flöde mot detaljplaneområde Bälinge-Ekeby 1:2 kan en vall eller stödmur anläggas som skydd vid extremregn.

Detaljutformning av det avskärande diket kvarstår, går det därtill att samordna dikesutformningen med intilliggande detaljplaneområde finns stora möjligheter att arbeta in diket i en rekreativ miljö som kan bidra med höga naturvärden.

I Figur 1, 2 och 3 redovisas preliminär utformning av det avskärande diket.



Figur 1. Modellerat avskärande dike för avledning av skyfall.



Figur 2. Dikesprofil (A-A) för avskärande dike.



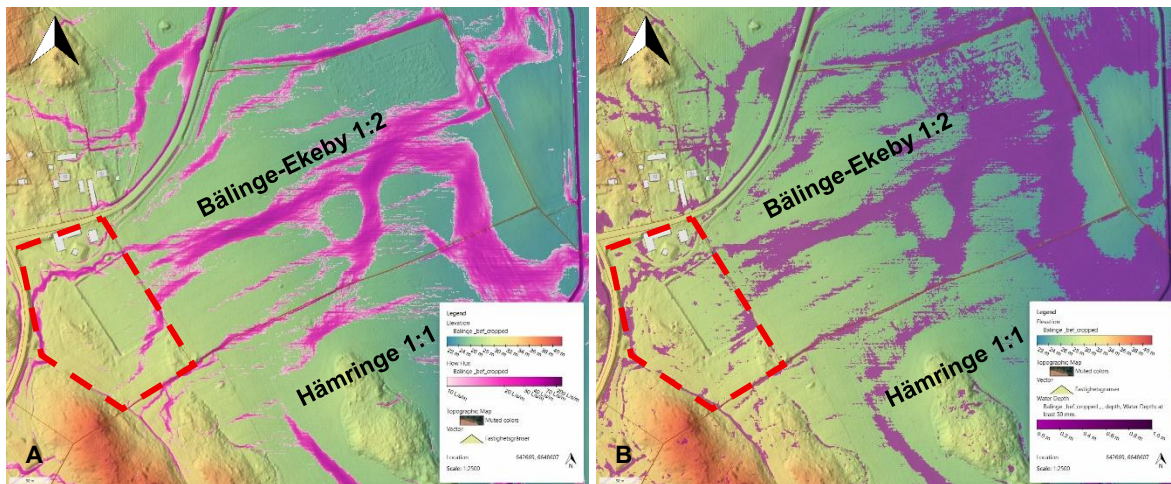
Figur 3. Principsektion för diket sett söderifrån. Projekterad mark gäller för planområdet. Ungefärlig befintlig marknivå visas för fastigheten Bälinge-Ekeby 1:2 till höger om plangräns.

3. SKYFALLSMODELLERING

En översiktlig skyfallsmodell har skapats i Scalgo och körts med DynamicFlood. Modellen har körts för ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet och klimatfaktor 1,4 för att jämföra mot skyfallsmodelleringen som är gjord för Bälinge-Ekeby 1:2, och för ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet och klimatfaktor 1,3 för att redovisa flöden enligt Uppsala kommuns riktlinjer för skyfall.

3.1. BEFINTLIG SITUATION

Skyfallsmodellen visar att skyfallsflödet i befintlig situation leds nordost mer eller mindre rakt igenom grannfastigheten Bälinge-Ekeby 1:2, se Figur 4A. Mindre ansamlingar av skyfallsvatten finns inom planområdet med större översvämmade områden i östra delen av Bälinge-Ekeby 1:2 och i den intilliggande fastigheten Hämringe 1:1, se Figur 4B.



Figur 4. Skyfallsflöden i befintlig situation (100-årsregn med varaktighet 6 timmar och $k_f = 1,3$). Flödesvägar (A) och översvämningsutbredning (B). Planområdet markerad med röd streckad polygon.

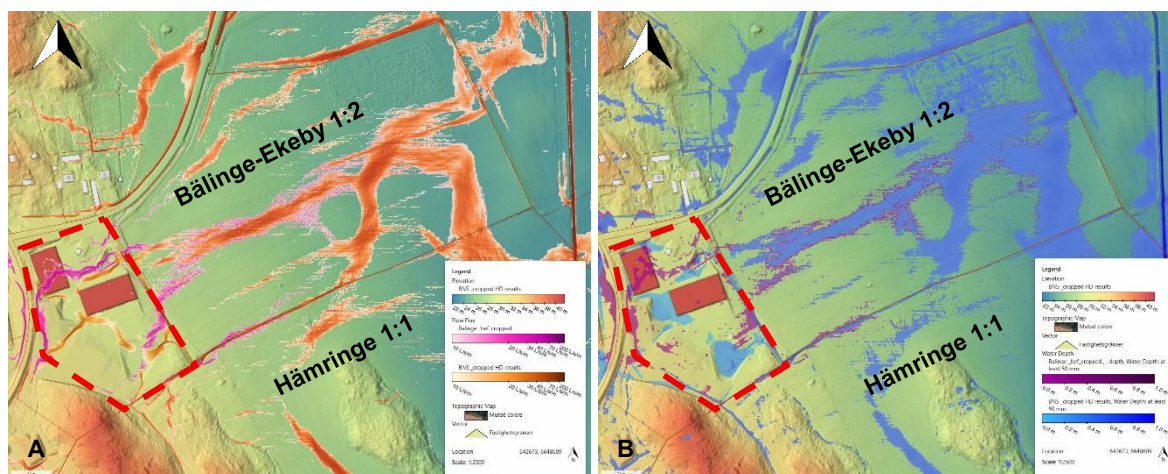
3.2. PLANERAD SITUATION

Två scenarier har analyserats för planerad situation: ett där endast planområdet exploateras och ett där både planområdet och Bälinge-Ekeby 1:2 exploateras. Detta görs för att visa på effekten av planområdets exploatering oavsett exploatering av nedströms fastighet. Resultaten från modellkörningarna redovisas nedan.

3.2.1. SCENARIO 1: EXPLOATERING AV BÄLINGE-EKEBY 1:3

Vid exploatering ändras flödesvägarna inom planområdet och även ut mot nedströms fastighet. En översvämningsyta har placerats i den södra delen av planområdet och ett avskärande dike har placerats längs med planområdets östra fastighetsgräns. Med detta följer att mängden skyfallsvatten som ansamlas inom planområdet ändras till följd av ny höjdsättning och de föreslagna åtgärderna. I Figur 5A redovisas det ändrade flödesmönstret efter exploatering av planområdet (orange) jämfört med befintlig situation

(rosa). I Figur 5B redovisas översvämningssutbredningen för planerad exploatering (blå) och befintlig situation (lila).



Figur 5. Resultat för dynamisk skyfallsanalys av planerad exploatering för planområdet jämfört med befintlig situation. Flödesvägar (A) och översvämningssutbredning (B). Planområdet markerad med röd streckad polygon.

Från Figur 5 syns att både skyfallsflödets avrinningsvägar och översvämningssutbredning ändras efter exploatering av planområdet. Vid analys av en profil längs med fastighetsgränsen mellan Bälinge-Ekeby 1:2 och 1:3 syns att flödet från planområdet minskar efter exploatering. Skyfallsflöde och avrunnen volym redovisas i Tabell 5.

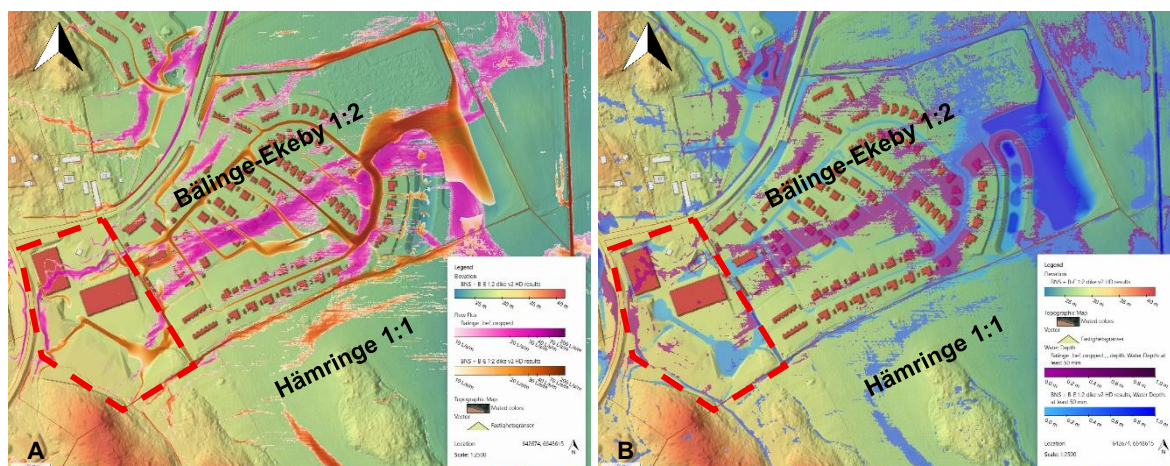
Tabell 5. Skyfallsflöde och volym från exploaterat planområde över fastighetsgräns till icke exploaterat Bälinge-Ekeby 1:2 vid ett 100-årsregn med varaktighet 6 timmar och klimataktor 1,3.

	100-årsflöde [l/s]	Avrunnen volym [m ³]
Befintlig situation	1040	1430
Planerad situation	640	1040

Resultatet visar på att ny höjdsättning med föreslagna översvämningssytor beräknas minska flödet och den avrunna volymen ut från planområdet. Det är dock viktigt att observera att dessa flöden och volymer är teoretiska och endast är till för jämförelse mellan situationerna och inte för dimensionering av skyfallsåtgärder. Skyfallet nedströms planområdet följer samma flödesriktning som i befintlig situation, det vill säga över Hämringe 1:1 till Krondiket.

3.2.2. SCENARIO 2: EXPLOATERING AV PLANOMRÅDET OCH BÄLINGE-EKEBY 1:2

För att säkerställa att den planerade exploateringen av planområdet inte riskerar att negativt påverka den planerade exploateringen av nedströms fastighet Bälinge-Ekeby 1:2 görs en kombinerad modell av planområdets skyfallsmodell och en tidigare utförd skyfallsmodell för Bälinge-Ekeby 1:2 (Structor, 2026). Skyfallsflöde och översvämningssutbredning för den kombinerade modellen redovisas i Figur 6.



Figur 6. Resultat för dynamisk skyfallsanalys av planerad exploatering av planområdet och Bälinge-Ekeby 1:2 jämfört med befintlig situation. Flödesvägar (A) och översvämningsutbredning (B). Planområdet markerad med röd streckad polygon.

I resultatet syns att både flödesvägar och översvämningsutbredning i planerad situation följer gatumönstret inom Bälinge-Ekeby 1:2. Modellerat flöde över fastighetsgränsen mellan planområdet och Bälinge-Ekeby 1:2 efter exploatering minskar jämfört med befintlig situation, se Tabell 6. Både flöde och avrunnen volym är i samma storleksordning som i Scenario 1, med en liten ökning vilket förklaras av en högre hårdgörandegrad inom Bälinge-Ekeby 1:2 efter exploatering.

Tabell 6. Skyfallsflöde och volym från exploaterat planområde över fastighetsgräns till exploaterat Bälinge-Ekeby 1:2 vid ett 100-årsregn med varaktighet 6 timmar och klimatfaktor 1,3.

	100-årsflöde [l/s]	Avrunnen volym [m³]
Befintlig situation	1040	1430
Planerad situation inkl exploatering av Bälinge-Ekeby 1:2	670	1060

I högra delen av Figur 6B syns en antydning till att översvämnningen nedströms Bälinge-Ekeby 1:2 (inom Hämringe 1:1 och ner till Krondiket) minskar i utbredning. Detta är tack vare de översvämningsytor som planeras inom planområdet och Bälinge-Ekeby 1:2 för att fördröja skyfallsflödet. Till följd av detta beräknar modellen att maxflödet från planområdet och Bälinge-Ekeby 1:2 till Krondiket minskas med nästan 700 l/s jämfört med befintlig situation.

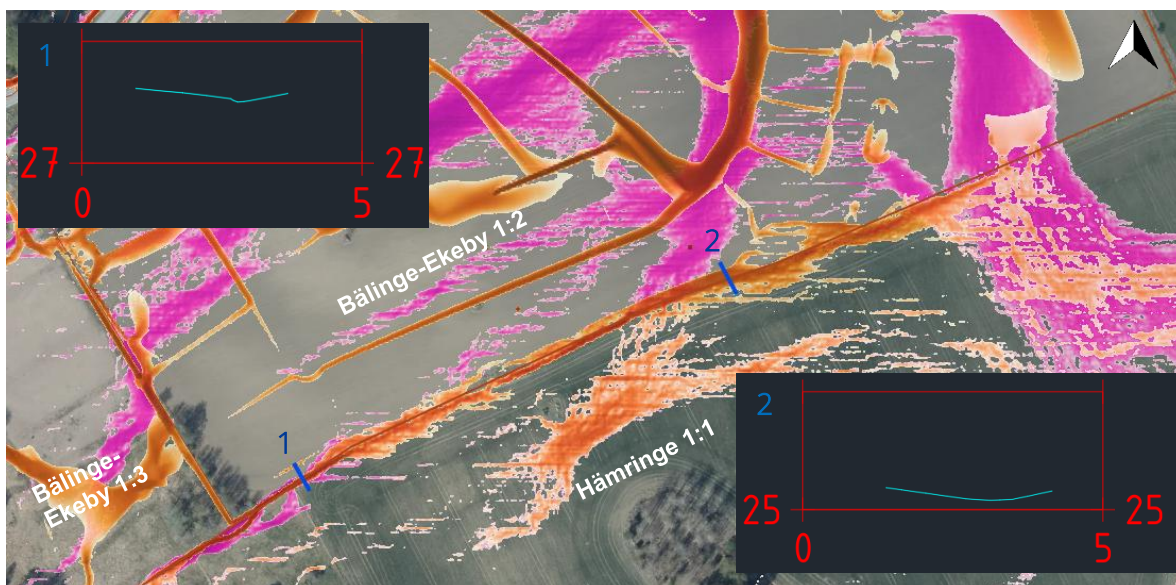
3.2.3. FLÖDE TILL DIKE MELLAN BÄLINGE-EKEBY 1:2 OCH HÄMRINGE 1:1

Det avskärande diket mellan planområdet och Bälinge-Ekeby 1:2 planeras utformas med brädd vid skyfallsflöden mot befintligt dike längs fastighetsgränsen mellan Bälinge-Ekeby 1:2 och Hämringe 1:1. På grund av detta beräknas flödet i det befintliga diket öka.

Det befintliga diket (hädanefter hänvisat till som skyfallsdiket) kommer rensas och få en mindre justering där planområdet planerar att ansluta sitt avskärande dike, men i övrigt behålla nuvarande utformning i bredd och djup. Enligt skyfallsmodellen räcker detta för att agera skyfallsväg utan att riskera planerad framtida bebyggelse i Bälinge-Ekeby 1:2 eller nedströms fastigheter.

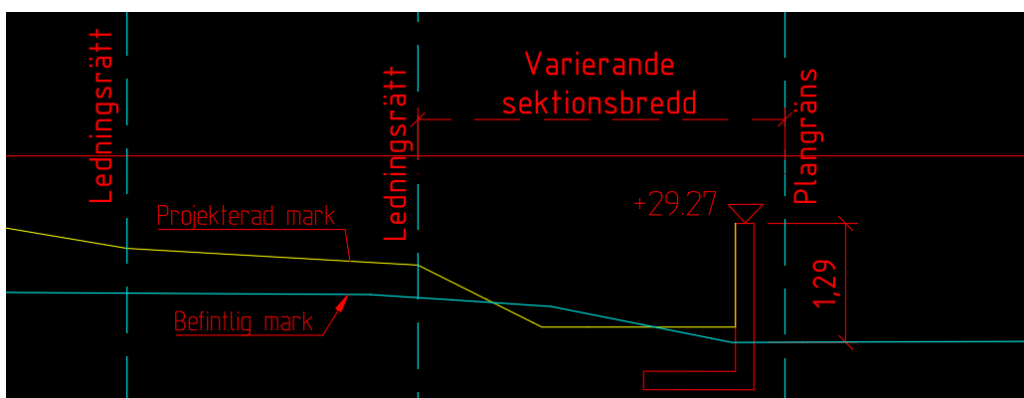
Skyfallsmodellen visar på att maxflödet i skyfallsdiket är större i planerad situation jämfört med befintlig, som följd av det ändrade avrinningsområdet. Modellen visar dock också att det totala flödet till Krondiket från planområdet och Bälinge-Ekeby 1:2 minskar i planerad situation till följd av de implementerade skyfallsåtgärderna som fördröjer en stor andel av skyfallsvattnet.

Enligt skyfallsmodellen bidrar planområdet med ett maxflöde på cirka 130 l/s till skyfallsdiket. En mindre andel av Bälinge-Ekeby 1:2 avrinner också till diket som följd av den nya höjdsättningen. Detta sker endast vid skyfall med ett beräknat flöde på cirka 200 l/s.



Figur 7. Modellerat maxflöde för skyfallsdiket vid ett 100-årsregn. Sektioner för diket markerat med 1 och 2.

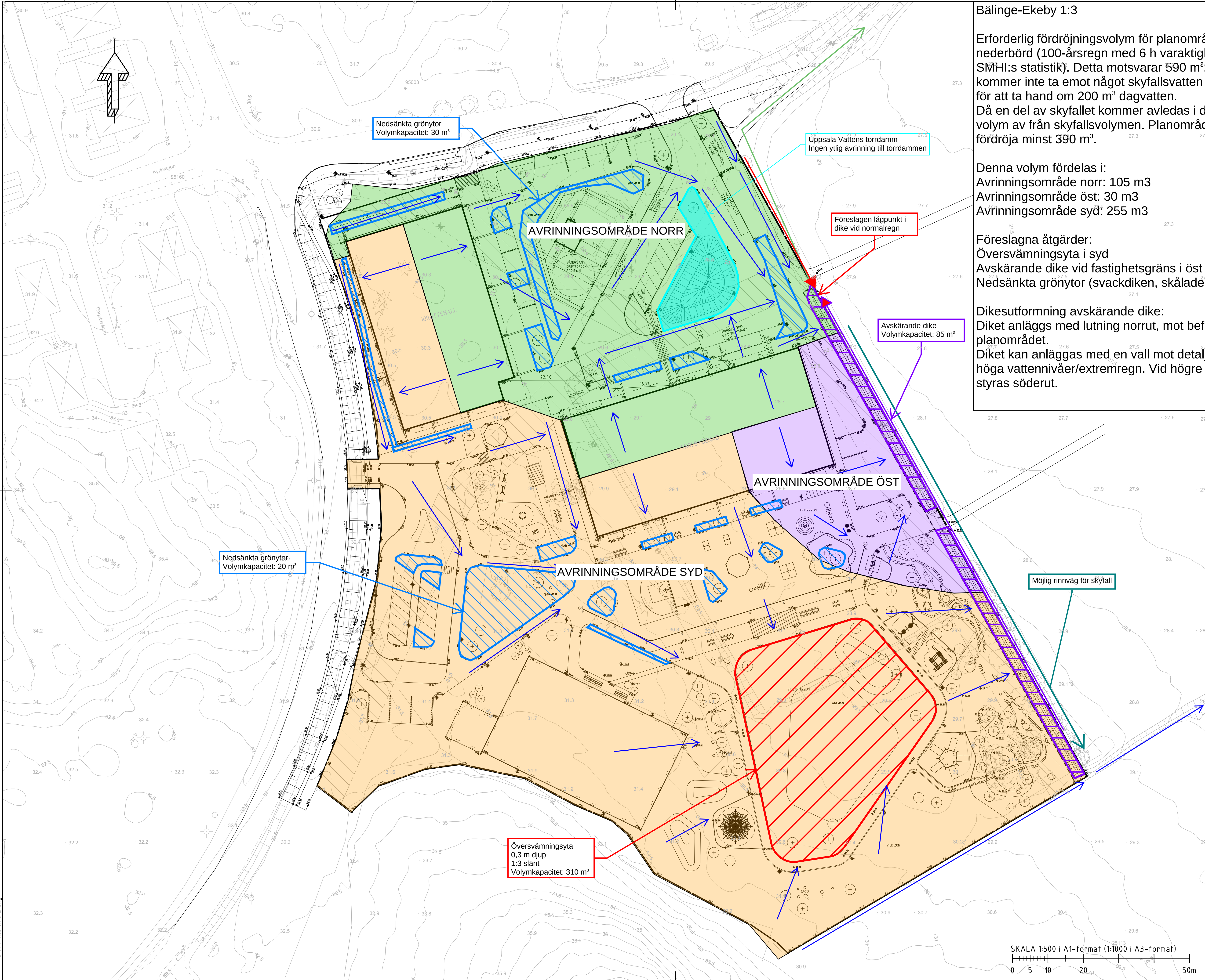
I ett scenario där allt skyfallsflöde från planområdet leds söderut till skyfallsdiket skulle maxflödet från planområdet vara cirka 420 l/s. Det är dock osannolikt att detta scenario blir verklighet då modellen visar på att det behövs en vall eller stödmur som är 1+ meter över planerad marknivå längs fastighetsgräns mellan planområdet och Bälinge-Ekeby 1:2 (se Figur 8).



Figur 8. Principsektion för diket med hög stödmur. Projekterad mark gäller för planområdet. Ungefärlig befintlig marknivå visas för fastigheten Bälinge-Ekeby 1:2 till höger om plangräns.

4. SLUTSATS

- Skyfallsflöden för ett 100-årsregn beräknas öka med ca 500 l/s efter exploatering.
- För att fördröja ett 100-årsregn ner till befintlig situation krävs en erforderlig fördröjningsvolym på cirka 590 m³.
- Uppsala Vattens planerade torrdamm har kapacitet att fördröja 200 m³ dagvatten. Denna volym får räknas av från den erforderliga fördröjningsvolymen till en total fördröjningsvolym på 390 m³.
- Föreslagna anläggningar för fördröjning av skyfallsvatten är ett avskärande dike vid fastighetsgränsen mot Bälinge-Ekeby 1:2, en större översvämningsyta på den södra gårdsytan, samt nedsänkta grönytor (regnbäddar, svackdiken och skålade gräsytor).
- Skyfallsmodellering av befintlig situation, planerad exploatering för planområdet samt en kombinerad modell där både planområdet och Bälinge-Ekeby 1:2 exploateras har gjorts. Denna visar på att total avledning av skyfallsflödet från planområdet till Bälinge-Ekeby 1:2 inte är möjligt utan en hög vall, men att skyfallsflödet ändå minskar jämfört med befintlig situation till följd av föreslagna skyfallsanläggningar.
- Planområdets skyfallsflöde till skyfallsdike mellan Bälinge-Ekeby 1:2 och Hämringe 1:1 ökar det totala flödet i diket. Utöver en mindre justering av anslutningen av det avskärande diket till skyfallsdiket visar modellen på att den befintliga utformningen av diket är tillräckligt för att inte orsaka risk för skada från översvämnningar.
- Skyfallsflödet och översvämningsutbredningen över nedströms fastighet Hämringe 1:1 minskar totalt sett efter exploatering av både planområdet och Bälinge-Ekeby 1:2 till följd av skyfallsanläggningar. Mindre översvämnningar samt högre flöde i befintligt dike (skyfallsdiket), men mindre flöde samt översvämningsutbredning i nordöstra till östra delen av Hämringe 1:1.



Balinge-Ekeby 1:3

Erforderlig fördröjningsvolym för planområdet har beräknats för 79 mm nederbörd (100-årsregn med 6 h varaktighet och klimattakt 1,3, enligt SMHI:s statistik). Detta motsvarar 590 m³. Uppsala Vattens torrdamm kommer inte ta emot något skyfallsvatten ytleddes, men är dimensionerad för att ta hand om 200 m³ dagvatten. Då en del av skyfallet kommer avledas i dagvattensystem skrivs denna volym av från skyfallsvolymen. Planområdet ska därför ha kapacitet att fördröja minst 390 m³.

Denna volym fördelas i:
Avrinningsområde norr: 105 m³
Avrinningsområde öst: 30 m³
Avrinningsområde syd: 255 m³

Föreslagna åtgärder:
Översvåmningsyta i syd
Avskärande dike vid fastighetsgräns i öst
Nedsänkta grönytor (svackdiken, skåladé gräsytor, regnbäddar)

Dikesutformning avskärande dike:
Diket anläggs med lutning norrut, mot befintligt dagvattenutlopp från planområdet.
Diket kan anläggas med en vall mot detaljplanen österut som skydd mot höga vattennivåer/extremregn. Vid högre vattennivåer kan skyfallsflödet styras söderut.

- Nedsänkta grönytor
- Avskärande dike
- Översvåmningsyta

STATUS						ARBETSMATERIAL											
HANDLING																	
DATUM			2026-05-18			GODKÄND AV			T NYLANDER			ÄNDRINGS PM			-		
BESTÄLLARE																	

SKALA 1:500 i A1-format (1:1000 i A3-format)