Handläggare
Skarsgård, Hedda
Mobil
072-205 85 11
E-post
hedda.skarsgard@afry.com

Datum
2025-01-23
Projekt ID
D0093793

Kund
Marcus Borg, Karlskrona kommun

Dagvattenutredning Torstäva

Innehållsförteckning

1 Inledning 6
1.1 Bakgrund 6
1.2 Uppdragsbeskrivning 6

2 Förutsättningar 7
2.1 Underlag 7
2.2 Koordinatsystem 7
2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder 8
2.3.1 Flöden 8
2.3.2 Magasinsvolym 8
2.4 Karlskrona kommuns dagvattenplan 9
2.5 Miljökrav på recipient för dagvatten 9
2.5.1 Statusklassificering av Östra fjärden 10
2.6 Riktvärden dagvatten 12

3 Områdets förutsättningar 13
3.1 Planbeskrivning 13
3.2 Geotekniska förhållanden 13
3.3 Topografi 17
3.4 Markavvattningsföretag 18

4 Rinnvägar och skyfallsanalys 19
4.1.1 Befintlig situation 19
4.1.2 Framtida situation 20

5 Kustöversvämning 23

6 Flödesberäkningar 26
6.1 Befintlig situation 27
6.2 Planerad situation 30
6.3 Magasinsvolym 32

7 Dagvattenhantering 33
7.1 Sammanställning dammutformning 34
7.2 Generell beskrivning av dagvattendammar 34
7.3 Delområde 1 36
7.4 Delområde 2 37
7.5 Delområde 3,4,7 38
7.6 Delområde 5 39
7.7 Delområde 6 41

8 Föroreningsberäkning 43
8.1 Delområde 1 43
8.2 Delområde 2 44

8.3 Delområde 5 45
8.4 Delområde 6 46
8.5 Delområde 3, 4, 7 47
8.6 Hela planområdet 48
8.7 Bedömning om påverkan på MKN 50

9 Slutsats och rekommendationer 51

10 Referenser 52

Bilaga 1: Dammutformning 53

Bilaga 2: Ledningsplan och profiler 58

Sammanfattning

En ny detaljplan ska upprättas i Torstäva i Karlskrona kommun. Planområdet uppgår till ca 70 ha och består idag av främst åker- och naturmark och ska i framtiden utgöras av framför allt bostäder och samhällsservice. Den dominerande jordarten i området är sandig morän med medelhög genomsläpplighet. Det skattade jorddjupet i planområdet varierar mellan 0–30 meter och grundvattennivån har mätts upp till mellan 0,19–1,84 under markytan i planområdets norra halva. Ingen grundvattenmätning har gjorts för planområdets södra halva.

Markhöjderna i planområdet varierar mellan ca 0,5–27,5 m.ö.h. Planområdet sluttar söderut vilket gör att rinnvägarna i området har en huvudsaklig sydlig riktning. Båtnadsområdet för Torstäva-Berntorps dikningsföretag tangerar planområdet. Utifrån rinnvägsanalysen bedöms planområdets exploatering inte påverka dikningsföretaget negativt.

Enligt resultaten från skyfallsanalysen uppstår inga större vattenansamlingar för befintlig situation. Efter exploatering uppstår en större vattenansamling i planområdets sydöstra hörn vid i den planerade parken.

Strax söder om planområdet ligger Torstävaviken och mellan viken och planområdet går Torsnäsvägen vilken i framtiden kan komma att höjas till 3 m.ö.h. för att inte översvämmas vid högvattenhändelser. En kustöversvämningsanalys visar att södra delen av planområdet översvämmas vid en havsnivåhöjning på tre meter trots höjningen av vägen. Detta då vägtrummorna gör att vattnet kan flöda fritt in till planområdet vid högvattenhändelser varpå backventiler bör installeras i vägtrummorna.

Planområdet har delats in i delområden utifrån rinnvägar och fördröjningsbehovet har beräknats för respektive delområde, För delområde 1 och 2 har fördröjningsvolymen beräknats för att kunna fördröja ett framtida 20-årsregn till det befintliga 20-årsflödet. Fördröjningsbehovet för delområde 1 uppgår till 1150 m^3 och 1140 m^3 för delområde 2.

Då delområdena 5, 6 och 7 inte har någon bebyggelse nedströms så har fördröjningen för delområdena beräknats för ett framtida 2-årsregn med en strypning till delområdets befintliga 2-årsflöde. Fördröjningsbehovet för delområde 5 uppgår till 456 m^3 och 1430 m^3 för delområde 6.

Då det finns begränsade ytor för fördröjning i delområde 3 och 4 har kommunen beslutat att flödet från dessa delområden leds till delområde 7 för fördröjning. Fördröjningsbehovet för de sammanslagna delområdena uppgår till 1240 m^3. Fördröjningsvolymen är beräknad för avrinningen från delområde 3,4 och 7 för ett framtida 2-årsregn och utloppet är begränsat till det befintliga 2-årsflödet för delområde 7 för att bibehålla flödesbalansen. Fördröjningen för samtliga delområden föreslås skapas genom anläggning av våtdammar.

Föroreningsberäkningar har gjorts för planområdet för befintlig markanvändning samt planerad markanvändning med och utan rening från våtdammarna. Resultaten visar att samtliga beräknade föroreningshalter för planerad markanvändning med rening underskrider riktvärdena och befintliga halter. Flera föroreningsmängder ökar dock på grund av den ökade volymavrinningen som är en följd av den ökade hårdgörningen. Då mängderna ökar och det inte finns några uppmätta halter från recipienten att tillgå går det inte att utesluta att exploateringen kan påverka MKN negativt, även om det

bedöms osannolikt då halterna minskar så pass mycket. Det bedöms däremot inte vara resurseffektivt att rena vattnet från planområdet ytterligare eftersom de föreslagna lösningarna uppnår en god reningseffekt. Resurser bör istället läggas på att minska utsläppen från andra delar av avrinningsområdet.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Karlskrona kommun är i arbete med att ta fram två intilliggande detaljplaner i Torstäva varpå AFRY har fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för planområdena. Planområdena uppgår till ca 70 ha och består idag främst av natur- och åkermark och ska i framtiden innehålla bostäder och samhällsservice. Strax söder om planområdena ligger Torstävaviken och mellan viken och planområdena går Torsnäsvägen vilken i framtiden kommer höjas till 3 m.ö.h. för att inte översvämmas vid högvattenhändelser.

1.2 Uppdragsbeskrivning

I den här rapporten kommer AFRY enligt uppdraget att redovisa:

- En redogörelse av områdets markförutsättningar utifrån SGU:s databas och eventuella geotekniska undersökningar.
- Redogörelse av avrinningsområden, vattendelare och avvattningsvägar i planområdet.
- Lågpunktskartering och skyfallsanalys före och efter exploatering
- Redovisning av eventuella markavvattningsföretag som påverkar/ påverkas av detaljplanen och förslag på hur de ska hanteras.
- Beräkning av dimensionerande dagvattenflöde och erforderlig fördröjningsvolym för planområdet.
- Identifiering av recipient och föroreningsberäkning för dagvattnet.
- Lösningsförslag för dagvattenhantering, rening och fördröjning.
- Förslag till ledningsdragning för dagvatten samt kontroll om självfall kan uppnås.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i den här utredningen:

Underlag	Datum*
Planförslag Torstäva	2022-12-19
Primärkarta Torstäva	2022-12-19
Ledningsunderlag	2022-12-19
Ortofoto	2022-12-19
Höjddata	2022-12-19
Dagvattenplan utkast	2022-12-19
Resultat från geoteknisk undersökning	2023-01-17
Koordinater för geotekniska mätpunkter	2023-01-24
Inmätning av vägtrummor under Torsnäsvägen	2023-03-03
Uppdaterad plankarta	2024-10-22
Grov höjdsättningsskiss för gator (arbetsmaterial)	2024-09-30

**Underlag erhållet angivet datum*

Underlag	Utgivare	Publikationsår
P110	Svenskt Vatten	2019
Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp	Regionplane- och trafikkontoret	2009
Genomsläpplighetskarta	SGU	Besökt 2022-12
Jordartskarta	SGU	Besökt 2022-12
Jorddjupskarta	SGU	Besökt 2022-12
Scalgo Live	Scalgo	Besökt 2024-11
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelserna	Besökt 2024-11
Stormtac Web	Stormtac AB	Besökt 2024-11
Vattenweb	SMHI & HaV	Besökt 2024-11

2.2 Koordinatsystem

I den här rapporten kommer samtliga resultat visas i koordinatsystemet SWEREF 99 15 00 och höjdsystemet RH2000.

2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar görs för dimensionerande 2- och 20-årsregn i samråd med Karlskrona kommun. Vid jämförelse med ett framtida scenario tas hänsyn till ökade flöden till följd av framtida klimatförändringar. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5–30% vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05-1,30, enligt Svenskt vatten P110. I denna rapport används 1,25 enligt överenskommelse med Karlskrona kommun.

2.3.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation från Svenskt Vatten P110 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{Å} = 190 * \sqrt[3]{Å} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:
$i_{Å} = regnintensitet\ [l/s, ha]$
$T_R = regnvaraktighet\ [minuter]$
$Å = återkomsttid\ [månader]$

Den dimensionerande regnvaraktigheten beräknas som längsta rinnsträckan delat med rinnhastigheten vilken beror av hur vattnet avleds.

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel.

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

Där:
$q_{dim} = dimensionerande\ flöde\ [l/s]$
$A = avrinningsområdets\ area\ [ha]$
$\varphi = avrinningskoefficient\ [-]$
$i_{Å} = regnintensitet\ [l/s, ha]$
$k = klimatfaktor$

2.3.2 Magasinsvolym

Erforderlig magasinsvolym beräknas med regnenvelopp-metoden, som räknar ut den varaktighet som ger störst skillnad på ingående och utgående volym för ett visst utflöde genom att variera varaktigheten på regnet. Det ger då den dimensionerande fördröjningsvolymen för en given återkomsttid.

$$V = Max\ [V_{in} - V_{ut}]$$

2.4 Karlskrona kommuns dagvattenplan

Karlskrona kommun har en dagvattenplan i vilken följande mål för dagvattenhantering listas:

1. Är funktionell vid både mindre och extrema regn.
2. Skapar mervärden i den urbana miljön.
3. Bidrar till renare innanhav, sjöar, vattendrag renare mark och förbättrad grundvattenkvalitet.

Dessa mål har i sin tur delmål vilka är listade nedan:

Mål 1:

- *Vi ska arbeta för att minska mängden dagvatten som behöver hanteras för att minska belastningen på dagvattenanläggningen.*
- *Vi ska alltid överväga möjligheterna till öppen dagvattenhantering.*
- *Vi ska dimensionera rörbunden och öppen dagvattenhantering för ökande regnmängder enligt branschpraxis.*
- *Vi ska vid ny- och ombyggnation anpassa bebyggelse och infrastruktur till nivåer och lutningar i landskapet samt till ett förändrat klimat.*
- *Vi ska eftersträva att höjdsätta gaturum så att gata och parkmark ligger lägre än husen.*
- *Vi ska skapa sekundära avrinningsvägar och tillfälliga översvämningsytor för stora och extrema regn.*

Mål 2:

- *Vi ska låta dagvattenhantering ta plats.*
- *Vi ska eftersträva att bibehålla eller återskapa en lokal vattenbalans.*
- *Vi ska eftersträva att utforma dagvattenanläggningar som kan tillföra estetiska värden i det offentliga rummet.*
- *Vi ska eftersträva växtval och utformning av dagvattenanläggningar som främjar ekosystemtjänster och biologisk mångfald.*
- *Där det är möjligt och lämpligt ska dagvattenhanteringen utformas så att det främjar rekreation och lek.*

Mål 3:

- *Vi ska i första hand arbeta för att begränsa föroreningarna vid källan.*
- *Vi ska rena dagvattnet så att det inte medför negativa miljökonsekvenser för recipienten, vilken kan vara både ytvatten och grundvatten.*
- *Skyddsanordningar ska finnas vid ytor med risk för olyckor med utsläpp av miljöskadliga ämnen.*
- *Stora parkeringsplatser (> 100 platser) samt större trafikleder (> 10 000 fordon per dygn) ska förses med oljeavskiljare.*
- *Dagvattenanläggningar ska utformas så att utlakning från förorenad mark undviks i samband med avledning av dagvatten och infiltration.*

2.5 Miljökrav på recipient för dagvatten

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer. Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma till rätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor. Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst

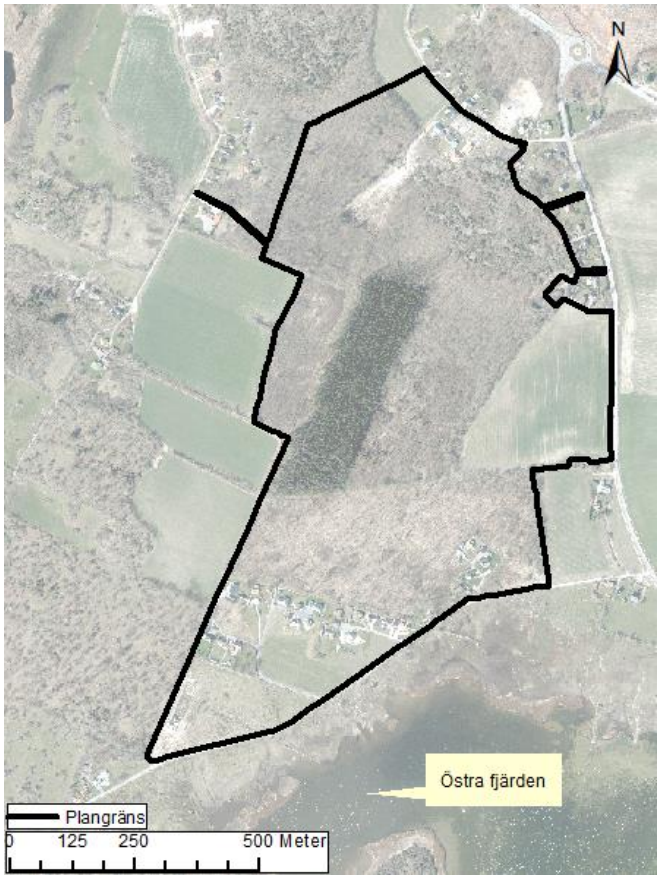
ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god kvalitet. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status.

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven på att vattenkvaliteten inte får försämras samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås skärpts. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämras. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

I enlighet med bilaga 6 i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter har ett undantag i form av mindre stränga krav för kvicksilver och PBDE utfärdats. Skälet till undantaget är att halterna för båda föroreningarna bedöms överskridas i fisk i samtliga svenska vattenförekomster. Dock får inte de nuvarande halterna av kvicksilver och PBDE överskridas.

2.5.1 Statusklassificering av Östra fjärden

Planområdets recipient är Östra fjärden som är belägen ca 150 meter söder om området, vilket kan ses i Figur 1. Recipienten överlappar dessutom med Knösö skyddsområde som är ett Natura 2000 område vilket medför ett kvalitetskrav på gynnsam bevarandestatus.



Figur 1. Planområdet i förhållande till dess recipient.

Vattenförekomster klassas regelbundet i VISS och statusklassificeringen för Östra fjärden gjordes senast i maj 2023. Resultaten från denna kan ses i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. VISS statusklassificering av Östra fjärden från 2023.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status dagsläge	**MKN** framtida mål	**Status** dagsläge	**MKN** framtida mål
Östra fjärden: SE560810-153980	Måttlig	God ekologisk status 2039	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus

Den ekologiska statusen bedöms vara måttlig då recipienten är påverkad av övergödning samt att de hydrografiska villkoren visar på måttlig status. Övergödningen beror enligt VISS av påverkan från omgivande vatten och är således beroende av statusförbättringar kopplat till omgivande kustvattenförekomster. Därav har en tidsfrist för uppnående av god ekologisk status satts till år 2039.

Recipienten uppnår i dagsläget inte god kemisk ytvattenstatus då ett eller flera prioriterade ämnen ej uppnår god status. Inga mätvärden redovisas på VISS men den kemiska statusen klassas ändå som *uppnår ej god* med hänvisning till kvicksilver och PBDE, som bedöms överskridas i samtliga svenska vattenförekomster

De diffusa källor som bedöms ha betydande påverkan på recipienten är båt- och fartygstrafik, atmosfärisk deposition samt näringsämnesbelastning från omgivande vatten. Recipienten bedöms även påverkas betydligt av förändring av hydrologisk regim från jordbruk, sjöfart, transport samt turism och rekreation.

2.6 Riktvärden dagvatten

Naturvårdsverkets miljökvalitetsnormer för vattenförekomster går inte att direkt tillämpa på föroreningshalter i dagvattnet då halterna varierar under och mellan regntillfällen. I Sverige finns idag inga nationella riktvärden för utsläppshalter i dagvattnet men Riktvärdesgruppen (en del av Regionala dagvattennätverket i Stockholms län) har tagit fram riktvärden i form av årsmedelhalter för att kunna bedöma dagvattens reningsbehov. Dessa riktvärden ska enligt Karlskrona kommuns utkast till dagvattenplan användas vid bedömning av reningsbehov tillsammans med recipientens känslighet. Årsmedelhalter kan beräknas för olika områden med hjälp av modelleringsverktyg såsom Stormtac och kan således jämföras med Riktvärdesgruppens riktvärden.

Riktvärdena skiljer sig beroende på utsläppspunkt och recipientens känslighet. I denna utredning kommer de beräknade årsmedelhalterna jämföras mot riktvärdena för nivå 1M som avser direktutsläpp i mindre sjöar, vattendrag eller havsvikar. Riktvärdena kan ses i Tabell 2 nedan.

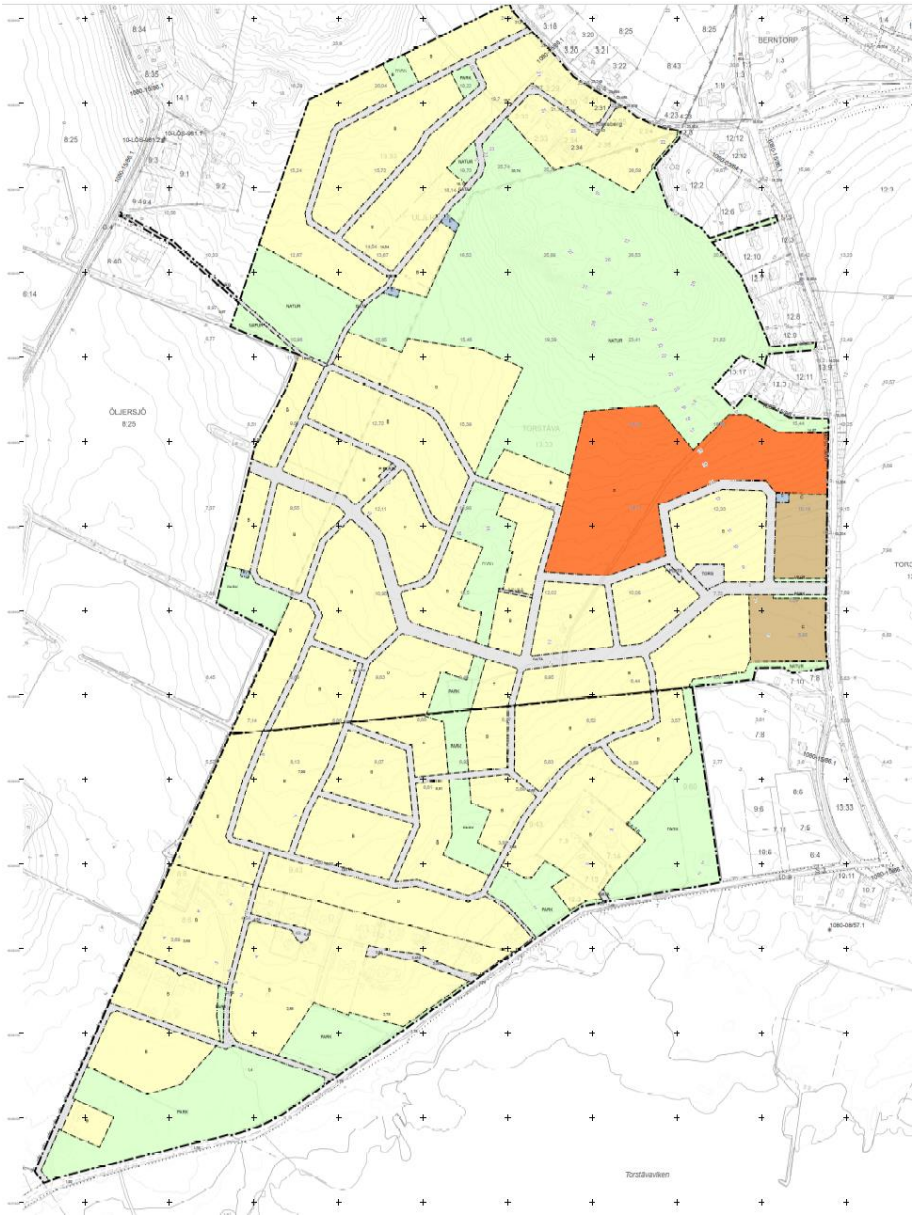
Tabell 2. Föreslagna riktvärden för dagvattenutsläpp från Riktvärdesgruppen för direktutsläpp i havsvik (utsläppsnivå 1M)

Ämne	Enhet	Riktvärde (årsmedelhalt)
Fosfor (P)	µg/l	160
Kväve (N)	mg/l	2,0
Bly (Pb)	µg/l	8
Koppar (Cu)	µg/l	18
Zink (Zn)	µg/l	75
Kadmium (Cd)	µg/l	0,4
Krom (Cr)	µg/l	10
Nickel (Ni)	µg/l	15
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,03
Suspenderad substans (SS)	mg/l	40
Oljeindex (Olja)	mg/l	0,4
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,03

3 Områdets förutsättningar

3.1 Planbeskrivning

Planområdet föreslås i framtiden innehålla ett flertal bostadsområden samt samhällsservice i form av bland annat skola och centrumverksamhet. En stor del av naturområdet i norr kommer bevaras och ett flertal parker föreslås anläggas inom planområdet. Planskissen kan ses i Figur 2 nedan.

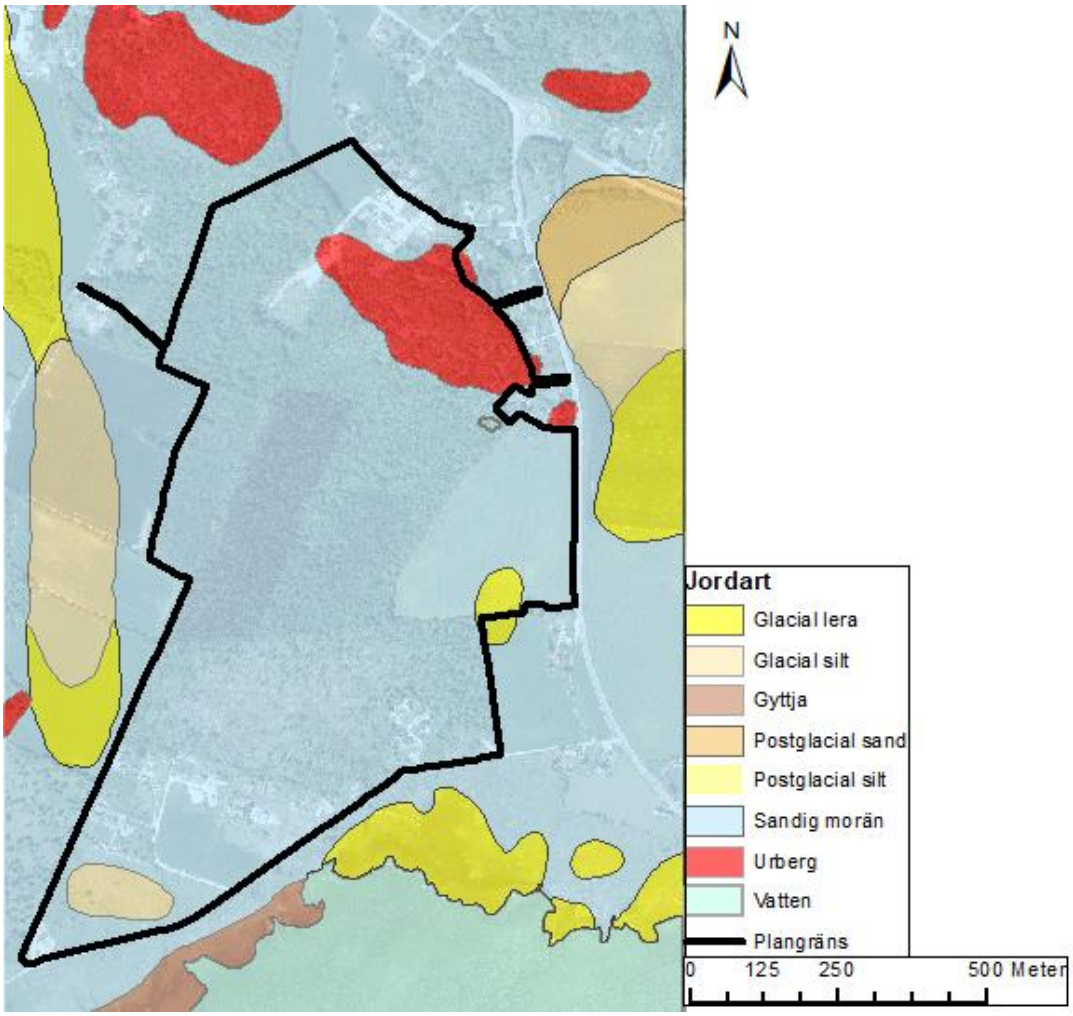


Figur 2. Planskiss över planerad markanvändning. Gul representerar bostadsområden, brunt centrumverksamhet, orange skola, ljusblå teknisk anläggning och grönt naturmark eller park.

3.2 Geotekniska förhållanden

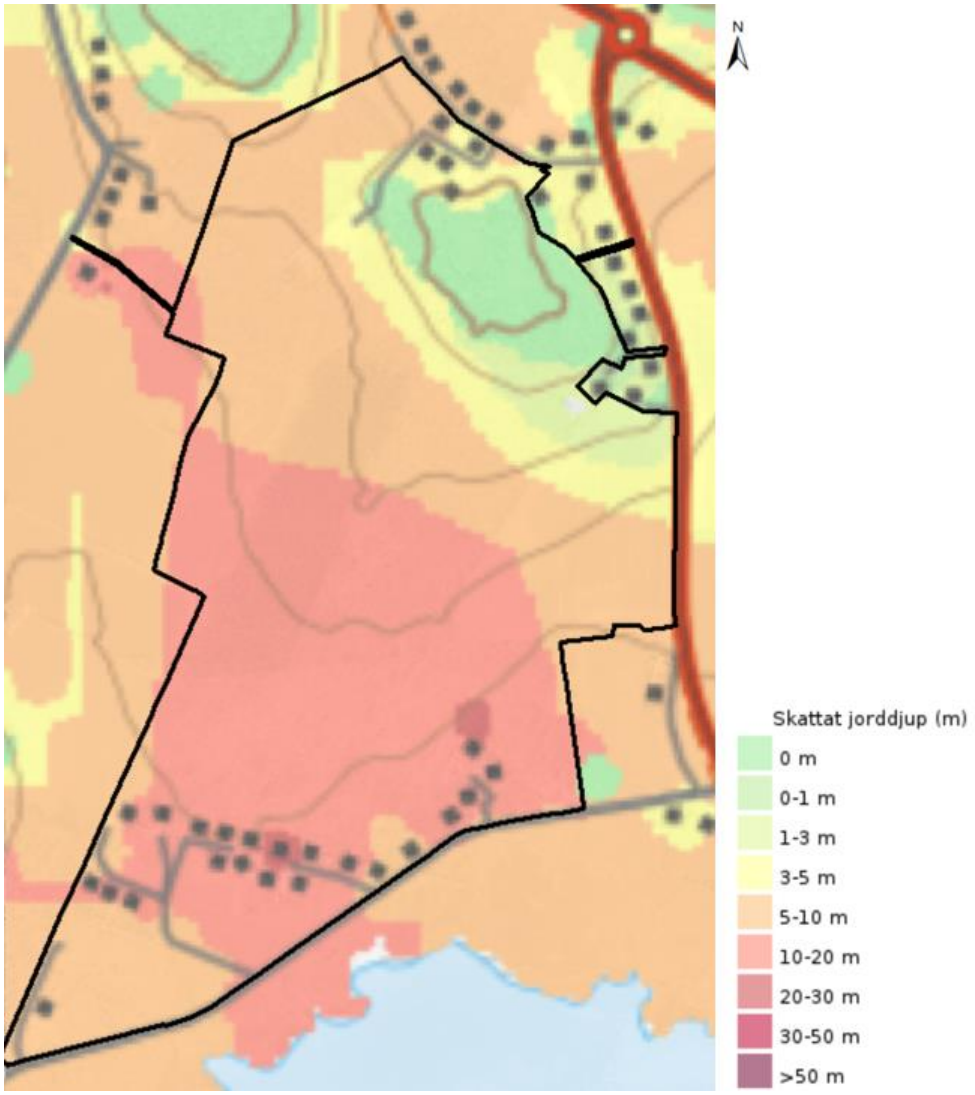
Planområdet utgörs enligt SGU:s jordartkarta övervägande av sandig morän med inslag av glacial lera, silt och urberg. Detta stämmer väl överens med den geotekniska undersökningen där samtliga mätpunkter påvisar sandig morän i kombination med andra jordarter. Området har enligt SGU:s genomsläpplighetskarta en medelhög

genomsläpplighet med undantag för området med glacial lera vilken har en låg genomsläpplighet.



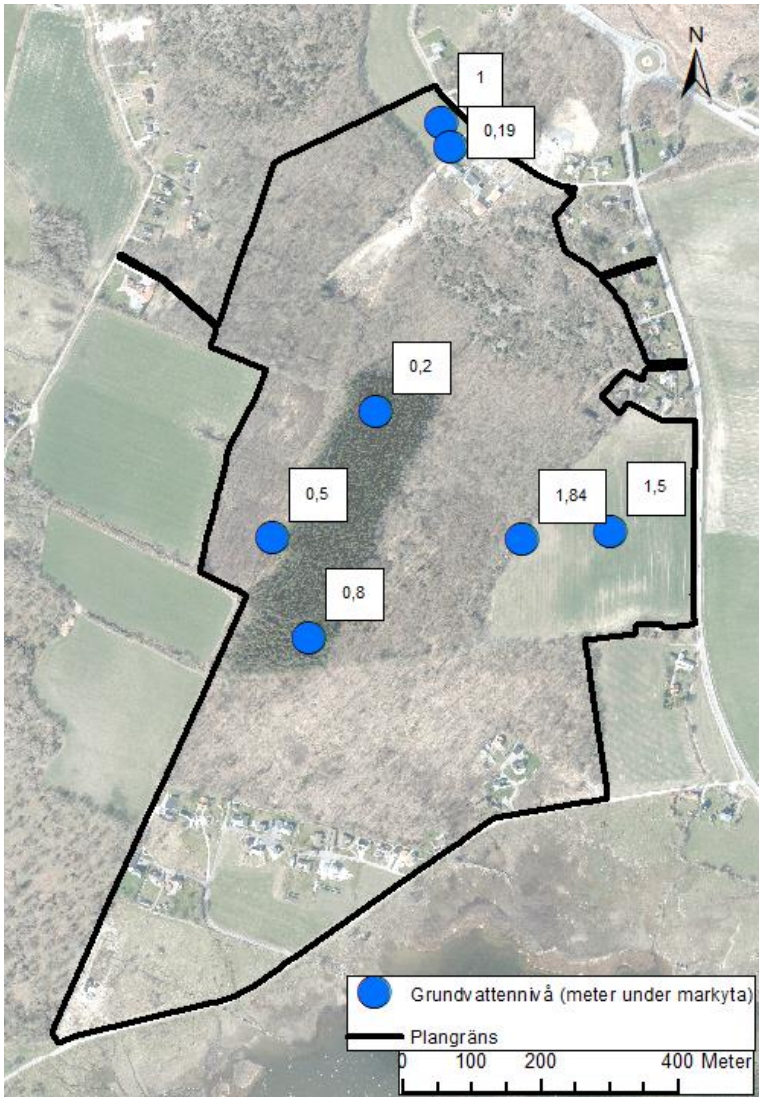
Figur 3. Karta över jordarter i och kring planområdet.

Enligt SGU:s jorddjupskarta varierar jorddjupet mellan 0-30 meter, se Figur 4.



Figur 4. Skattat jorddjup i planområdet från SGUs jorddjupskarta.

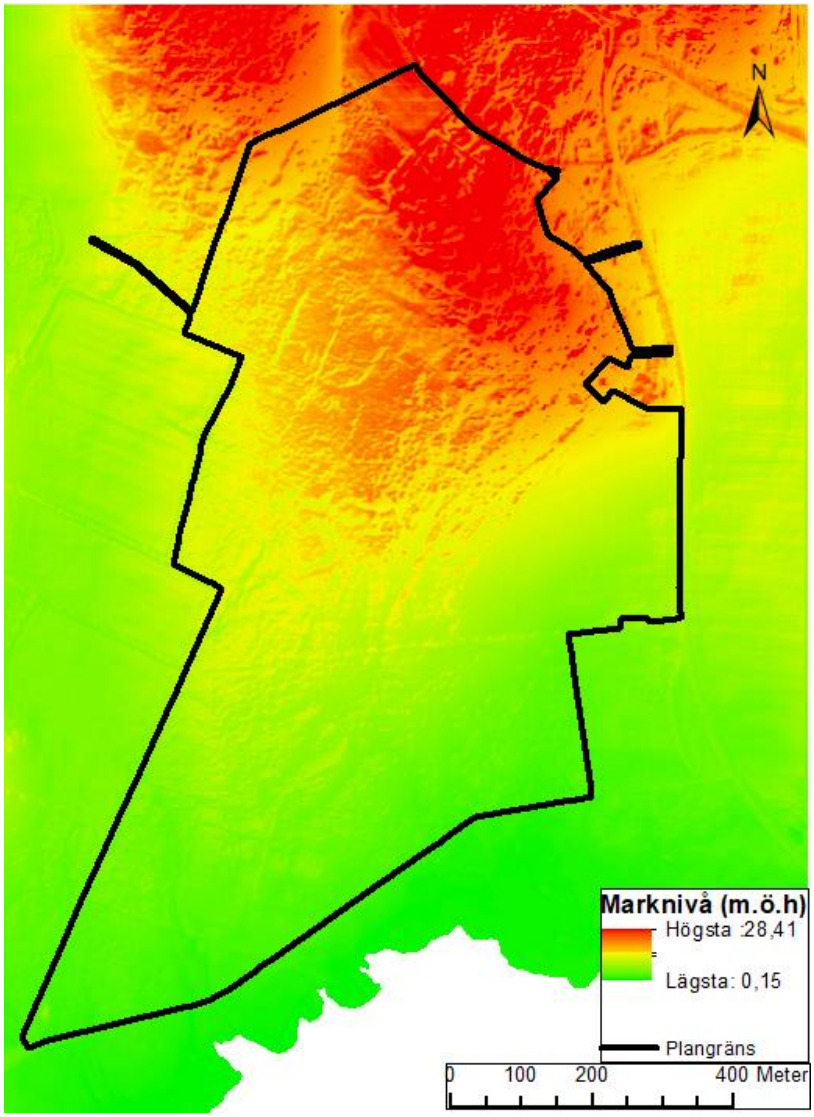
Grundvattenytans avstånd från markytan kan ses i Figur 5. Grundvattenytans avstånd till markytan varierade mellan 0,19 och 1,84 m för de olika mätpunkterna i den geotekniska undersökningen genomförd januari 2023. Grundvattennivån kan förväntas variera beroende på väder och årstid.



Figur 5. Grundvattenytans avstånd till markytan i inmätta punkter.

3.3 Topografi

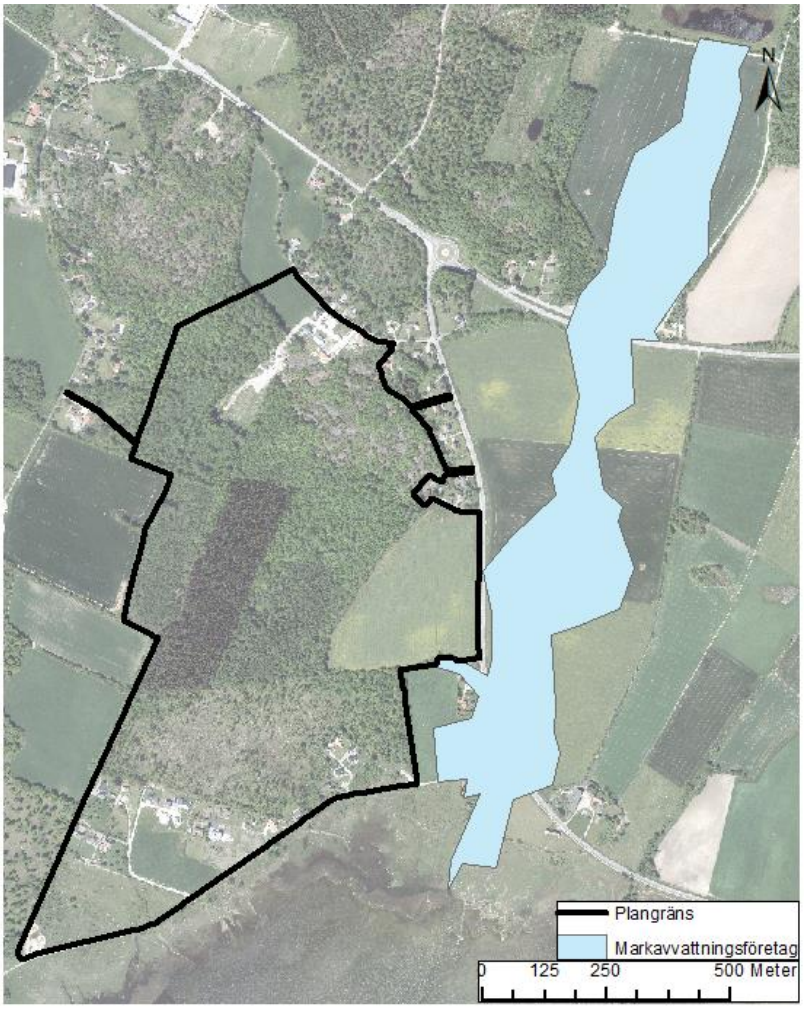
Planområdets högsta punkt påträffas den i nordöstra delen av området och uppgår till ca 27,5 meter över havet. Området har en sydlig sluttning och den lägsta punkten återfinns i söder och har en höjd på ca 0,5 meter över havet. Områdets topografi kan ses i Figur 6.



Figur 6. Höjdkarta över området.

3.4 Markavvattningsföretag

Planområdet tangerar båtnadsområdet för Torstäva-Berntorps dikningsföretag upprättat 1952, vilket kan ses i Figur 7. I synehandlingarna står det att upprättandet av dikningsföretaget avser igenläggning av befintligt öppet dike som ersätts med rör dimensionerade för ett flöde på 1 l/s·ha. Rören är placerade öster om väg 738, utanför planområdet, och då inga rinnvägar korsar vägen bedöms planförslaget inte påverka markavvattningsföretaget negativt.



Figur 7. Båtnadsområde för markavvattningsföretaget "Torstäva-Berntorps dikningsföretag" i förhållande till planområdet.

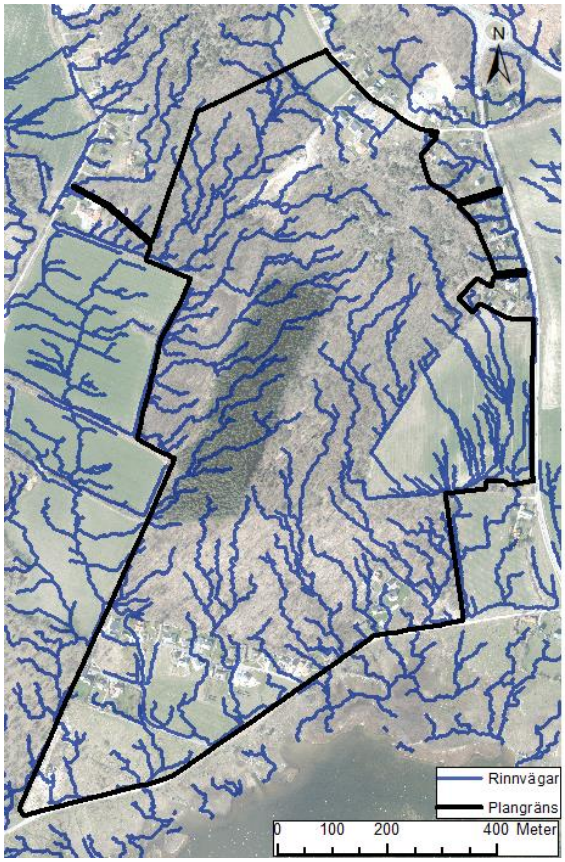
4 Rinnvägar och skyfallsanalys

I följande kapitel presenteras en rinnvägsanalys för befintliga höjder i planområdet samt en skyfallsanalys för planområdet innan och efter exploatering. Analyserna är gjord i Scalgo Live. Scalgo Live beräknar hur vatten rinner i ett område enbart baserat på markhöjderna och hur mycket regn som behövs för att fylla upp de lågpunkter som finns i området. Regnet anges inte utifrån varaktigheter eller återkomsttider, utan enbart som en regnmängd uttryckt i mm. Antaganden behöver då göras kring vilken regnmängd som representerar det regn som ska studeras. I den här utredningen har en inställning på 106 mm antagits, vilket motsvarar ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet enligt Svenskt vatten P110. Scalgo Live tar hänsyn till infiltration utifrån markanvändning och underliggande jordart genom tilldelning av ett kurvnummer som beskriver avrinningskoefficienten som en funktion av nederbördsmängden.

I modellen har de inmätta vägtrummorna lagts in. I Scalgo anges inga dimensioner på trummor eller kulvertar då modellen är statisk och endast beskriver vart vattnet rinner och samlas. Detta innebär att vatten kan rinna obehindrat genom trummorna och begränsas inte av flödeskapaciteten hos trumman.

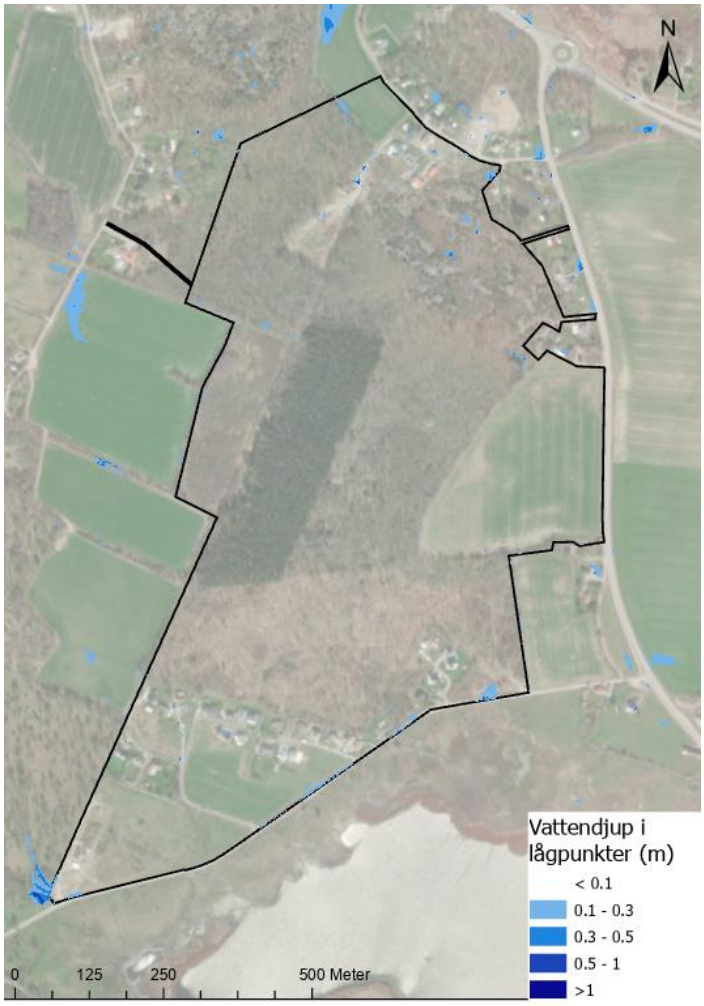
4.1.1 Befintlig situation

I Figur 8 ses rinnvägarna i planområdet för befintliga höjder. Generellt rinner vattnet i en sydlig riktning men det finns även en vattendelare i mitten av planområdet som gör att rinnvägarna går sydväst eller sydöst. En indelning av delområden utifrån rinnvägarna har gjorts och kan ses i kapitel 6.



Figur 8. Rinnvägar i planområdet.

En skyfallsanalys för befintlig markanvändning kan ses i Figur 9. Inga större vattenansamlingar uppstår inom planområdet utan vattnet samlas enbart i små lokala lågpunkter i området.

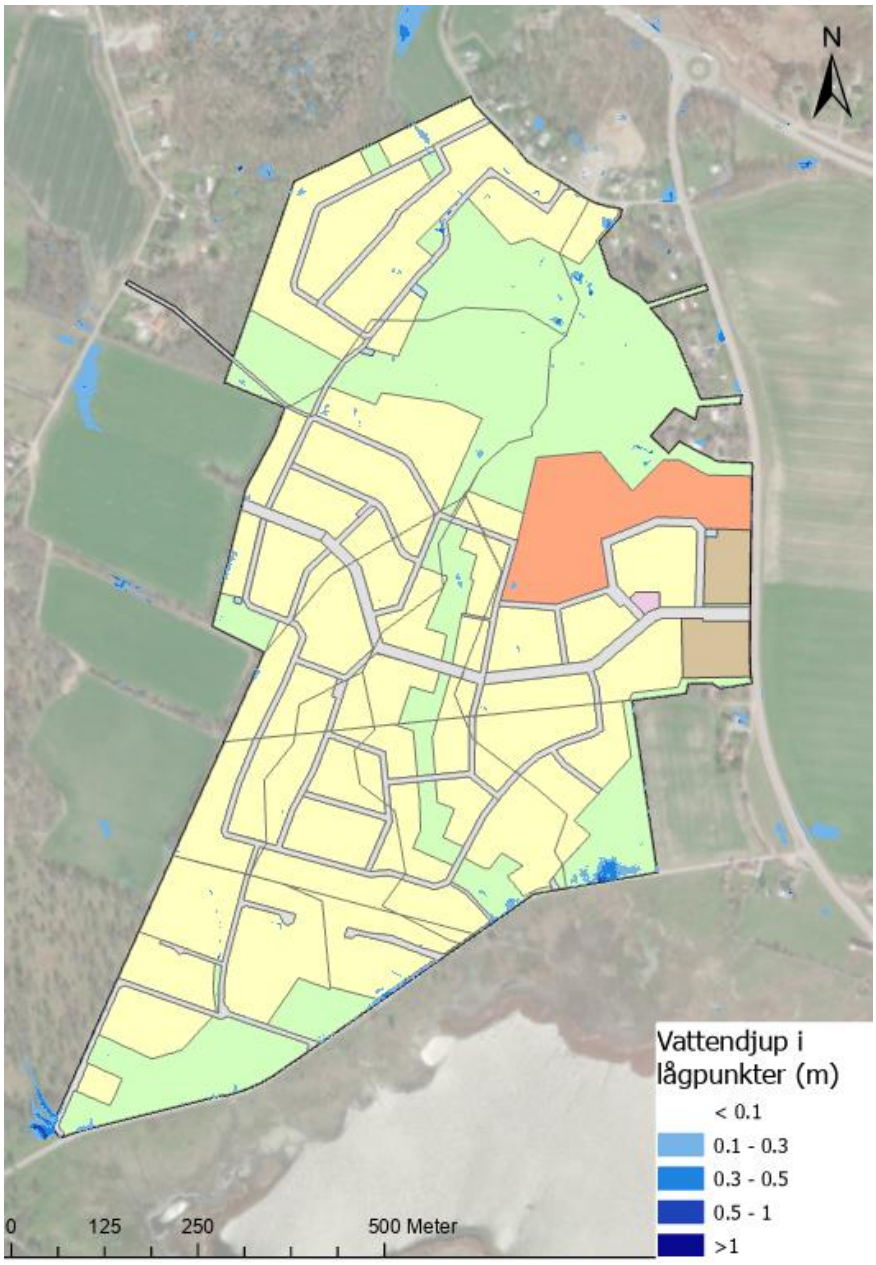


Figur 9. Översvämningar i området vid ett 100-årsregn för befintlig situation. Inställning 106 mm i Scalgo Live.

4.1.2 Framtida situation

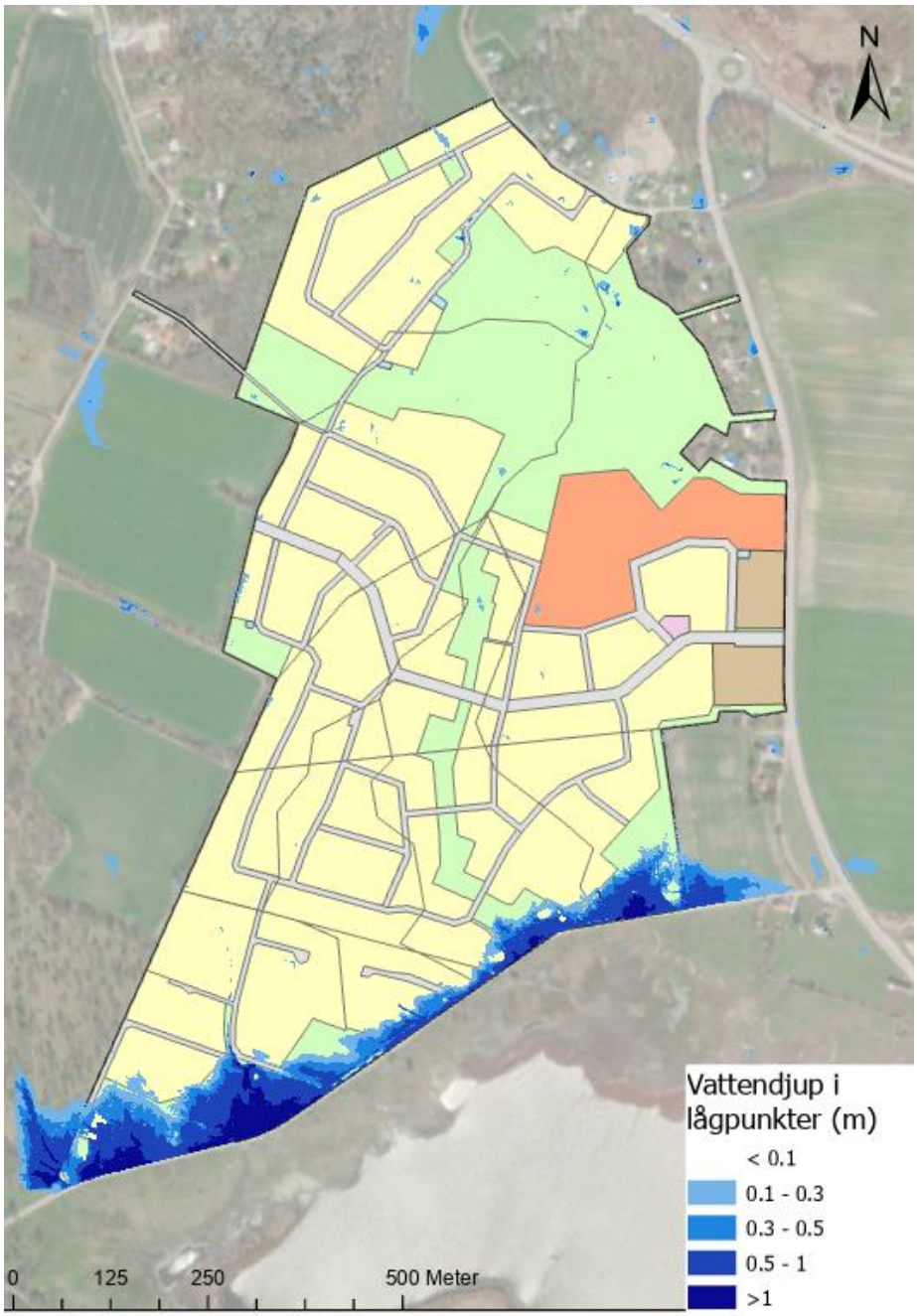
I Figur 10 nedan syns en skyfallsanalys för planområdet efter exploatering. I analysen har Torsnäsvägen höjts till 3 meter och markanvändningen har ändrats enligt plankartan och kartering i kapitel 6. Inga övriga förändringar har gjorts i områdets höjdsättning för analysen. I Scalgo Live beskrivs infiltration med kurvnummermetoden vilket innebär att andelen avrunnen nederbörd beror av regnmängden. Då placeringen av hus och hårdgörningen inom kvartersmarken, centrumområde och skola inte är känd skapades en egen markanvändningsklass där avrinningen beskrivs enligt rationella metoden, det vill säga med en konstant avrinningskoefficient. Avrinningskoefficenten för dessa sattes till 0,4, respektive 0,5 likt vid flödesberäkningen i kapitel 6.

Inga större översvämningar uppstår i planområdet med undantag för i det sydöstra hörnet där en större ansamling uppstår inom området för parkmark. När planområdet höjdsätts bör det säkerställas att inga instängda områden skapas där vatten kan samlas och skada byggnader och infrastruktur.



Figur 10. Översvämningsdjup i lågpunkter vid 100-årsregn med planerad markanvändning och Torsnäsvägen upphöjd till 3 m.ö.h. Regninställning 106 mm i Scalgo Live

I Figur 11 nedan ses samma regnmängd belasta området under samma förutsättningar som i Figur 10 med undantaget att vägtrummorna under Torsnäsvägen är borttagna. Detta illustrerar vikten av att trummorna fungerar som dem ska så att vattnet kan lämna planområdet.

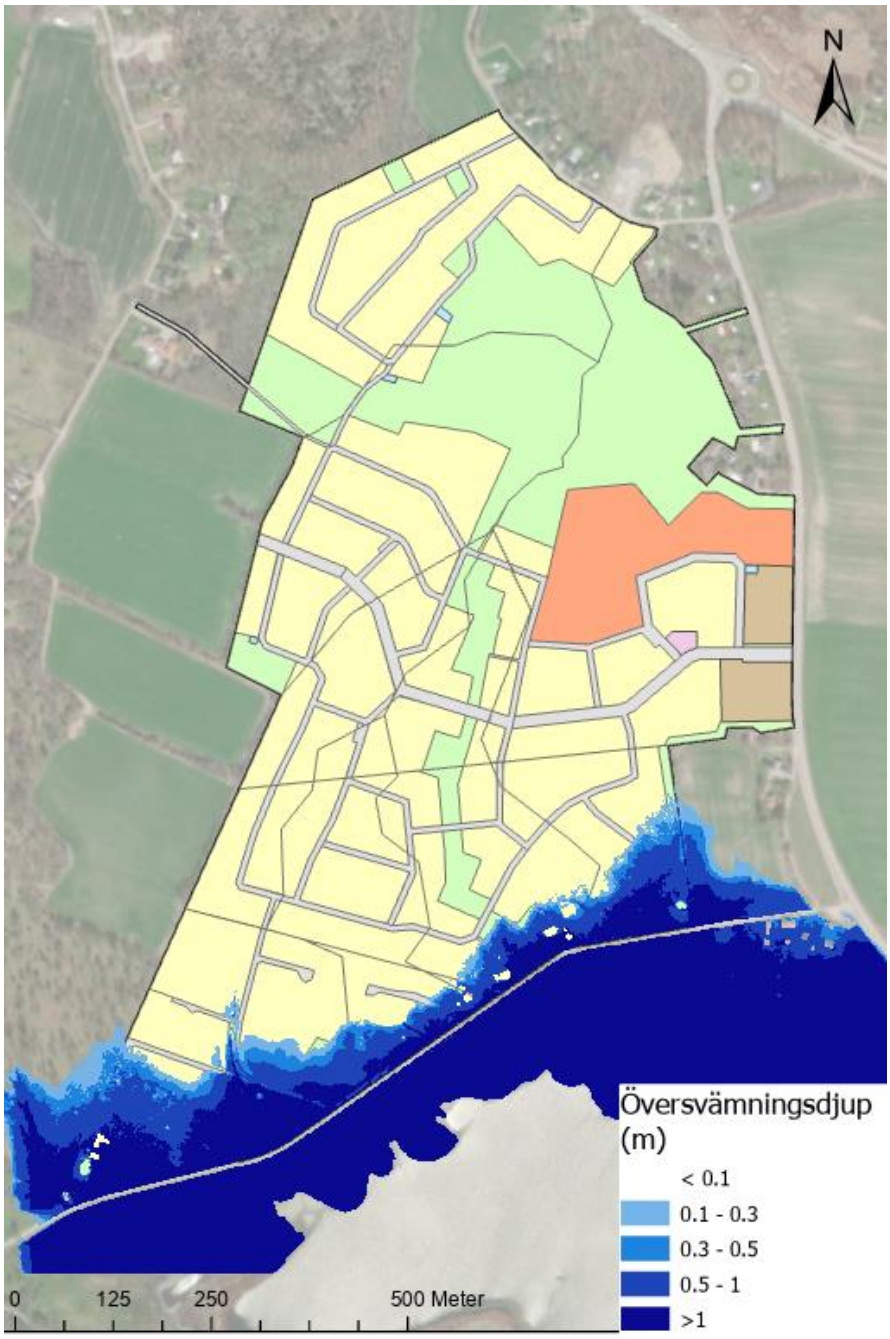


Figur 11. Översvämningsdjup i lågpunkter vid 100-årsregn med planerad markanvändning. Torsnäsvägen upphöjd till 3 m.ö.h. och vägtrummor borttagna. Regninställning 106 mm i Scalgo Live

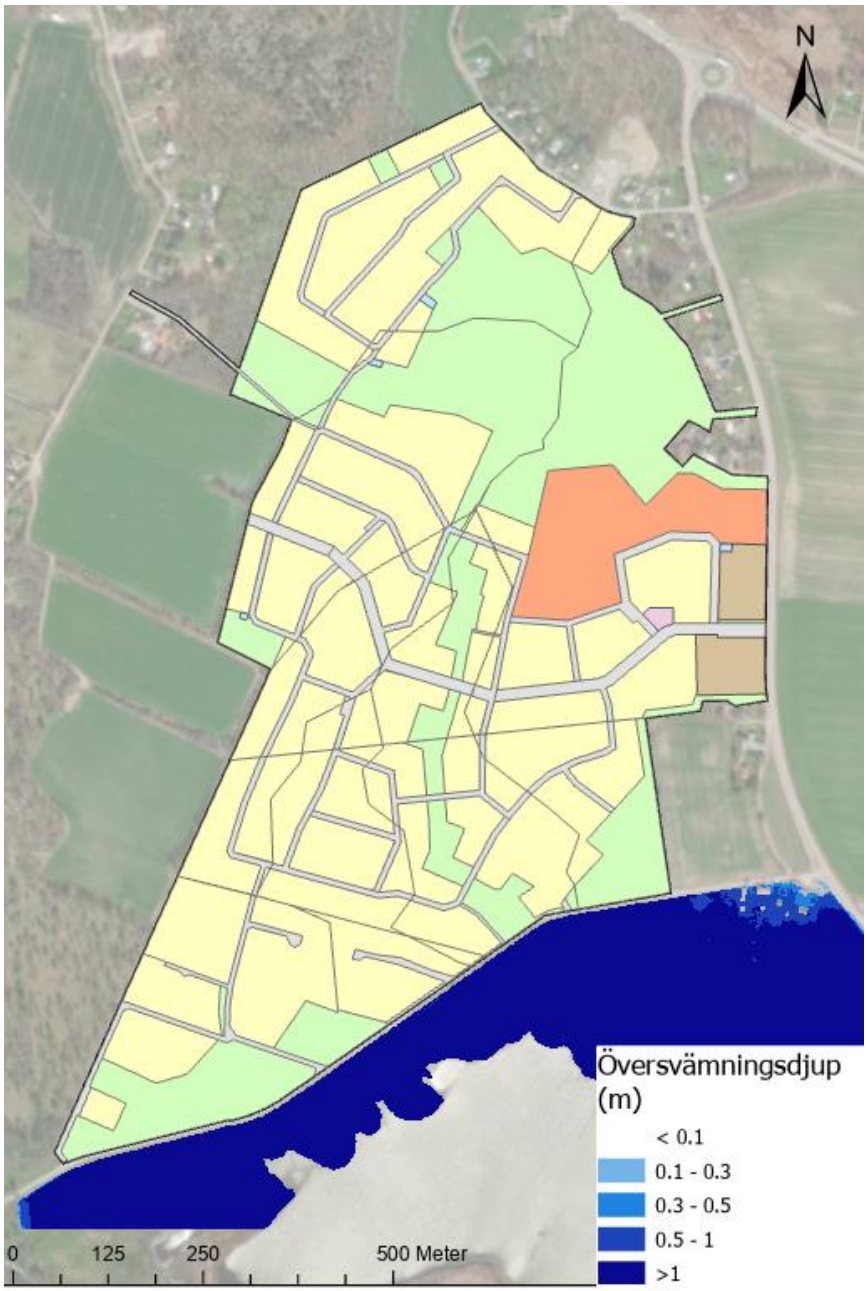
5 Kustöversvämning

Direkt söder om planområdet ligger Torsnäsvägen och söder om den ligger Torstävaviken. För att skydda vägen från kustöversvämning kommer den i framtiden höjas till 3 m.ö.h. AFRY har erhållit underlag över inmätta vägtrummor under Torsnäsvägen vilka är inlagda i kustöversvämningsanalysen. I Scalgo anges inga dimensioner på trummor eller kulvertar då modellen är statisk och enbart beskriver vart vattnet rinner och samlas. Detta innebär att vattnet kan flöda fritt genom trummorna och beror inte av flödeskapaciteten hos trumman. Analysen är gjord i Scalgo Live för en havsnivå på 3 m.ö.h.

Nedan redovisas översvämningen vid en havsnivåhöjning på 3 meter med och utan trummor inlagda i modellen. Figur 12 visar analysen med vägtrummor inlagda och Figur 13 visar analysen utan. Då vägen har höjts till 3 meter agerar den som en barriär (förutsatt att konstruktionen är tät) vid höga havsnivåer när trummorna är borttagna men med trummor strömmar havsvattnet in och översvämmar nedre delen av planområdet. För att förhindra kustöversvämning i planområdet bör därför trummor och dagvattenutlopp förses med backventil så att havsvattnet inte kan tränga in i området vid höga havsnivåer.



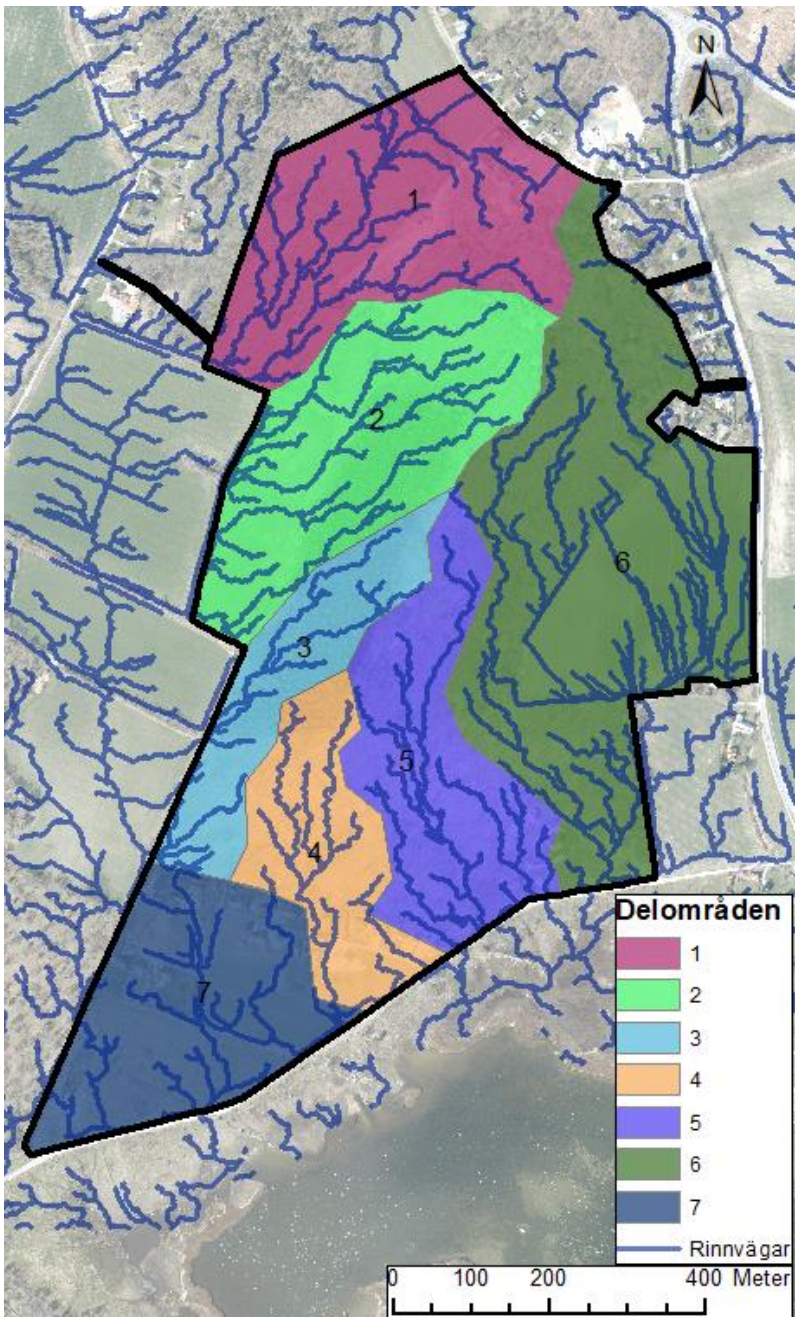
Figur 12. Kustöversvämningsanalys för en havsnivåhöjning på 3 m.ö.h. med inmätta vägtrummor inlagda.



Figur 13. Kustöversvämningsanalys för en havsnivåhöjning på 3 m.ö.h. utan vägtrummor.

6 Flödesberäkningar

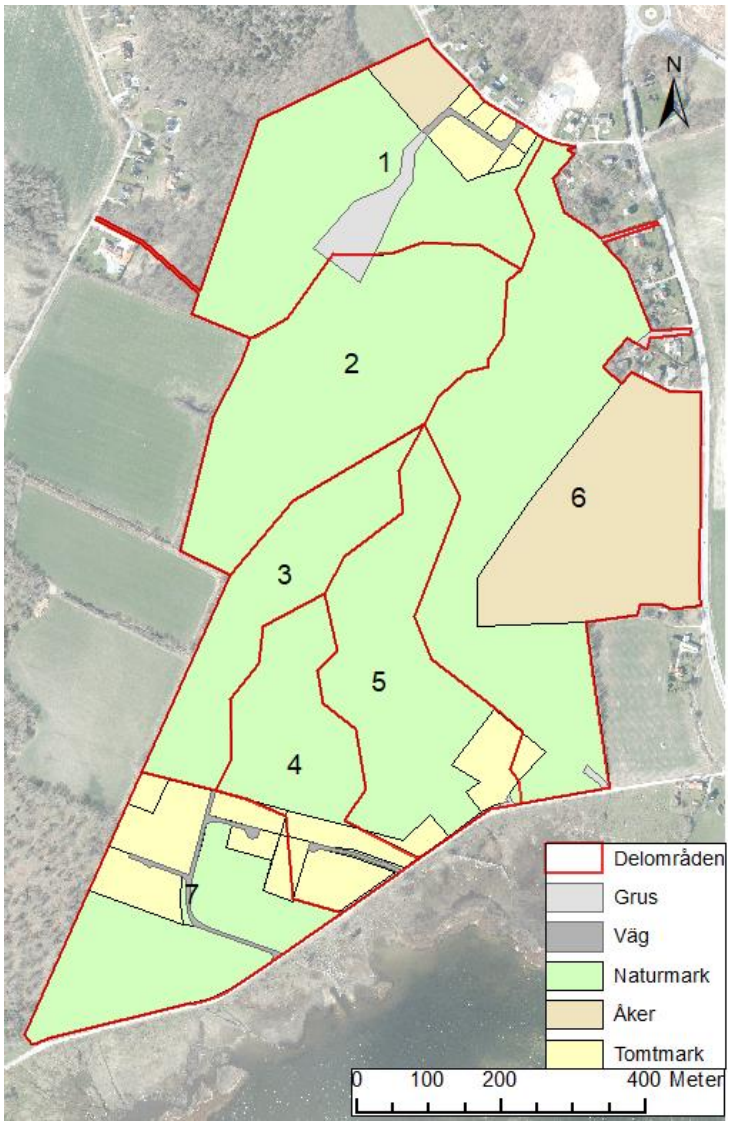
Dagvattenflödet från området har beräknats enligt ekvationer från avsnitt 2.3.1 för ett 2- och 20-årsregn. Planområdet har delats in i sju delområden baserat på rinnvägar, indelningen kan ses i Figur 14. Vid beräkning av erfordrad fördröjningsvolym har en återkomsttid på 20 år använts för delområde 1 och 2 och en återkomsttid på 2 år för resterande delområden i samråd med kommunen.



Figur 14. Indelning i delområden utifrån rinnvägar.

6.1 Befintlig situation

Planområdets befintliga markanvändning kan ses i Figur 15 och utgörs till största del av naturmark och åkermark. Markanvändningsfördelningen kan även ses i Tabell 3 tillsammans med avrinningskoefficienterna som använts för att beräkna den reducerade arean. Avrinningskoefficienterna är tagna ur Svenskt vatten P110.



Figur 15. Befintlig markanvändning i planområdet.

Tabell 3. Beräkning av reducerad area för befintlig markanvändning.

Markanvändning	φ	Delområde						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Väg	0,8	0,13	-	-	0,07	-	-	0,30
Grusväg	0,4	0,79	0,14	-	-	0,02	0,16	
Naturmark	0,1	8,04	10,49	5,12	3,99	7,19	12,27	5,63
Åker	0,1	0,92	-	-	-	-	7,46	
Tomtmark	0,4	1,01	-	-	1,44	1,0	0,15	2,84
Totalt		**10,89**	**10,63**	**5,12**	**5,50**	**8,20**	**20,04**	**8,77**
Reducerad dim. area (ha_{red})		**1,72**	**1,10**	**0,51**	**1,03**	**1,13**	**2,10**	**1,94**

Den längsta rinnsträckan för varje delområde är i kombination med rinnhastigheten styrande för vilken varaktighet som är dimensionerande för varje delområde. Rinnhastigheten för avledning på mark kan enligt P110 uppskattas till 0,1 m/s vilket ger rinntider enligt Tabell 4.

Tabell 4. Dimensionerande regnvaraktighet för delområdena.

Delavrinningsområde	Rinnsträcka (m)	Rinnhastighet (m/s)	Dimensionerande regnvaraktighet (min)
1	690	0,1	115
2	460	0,1	77
3	420	0,1	70
4	580	0,1	97
5	605	0,1	101
6	950	0,1	158
7	503	0,1	84

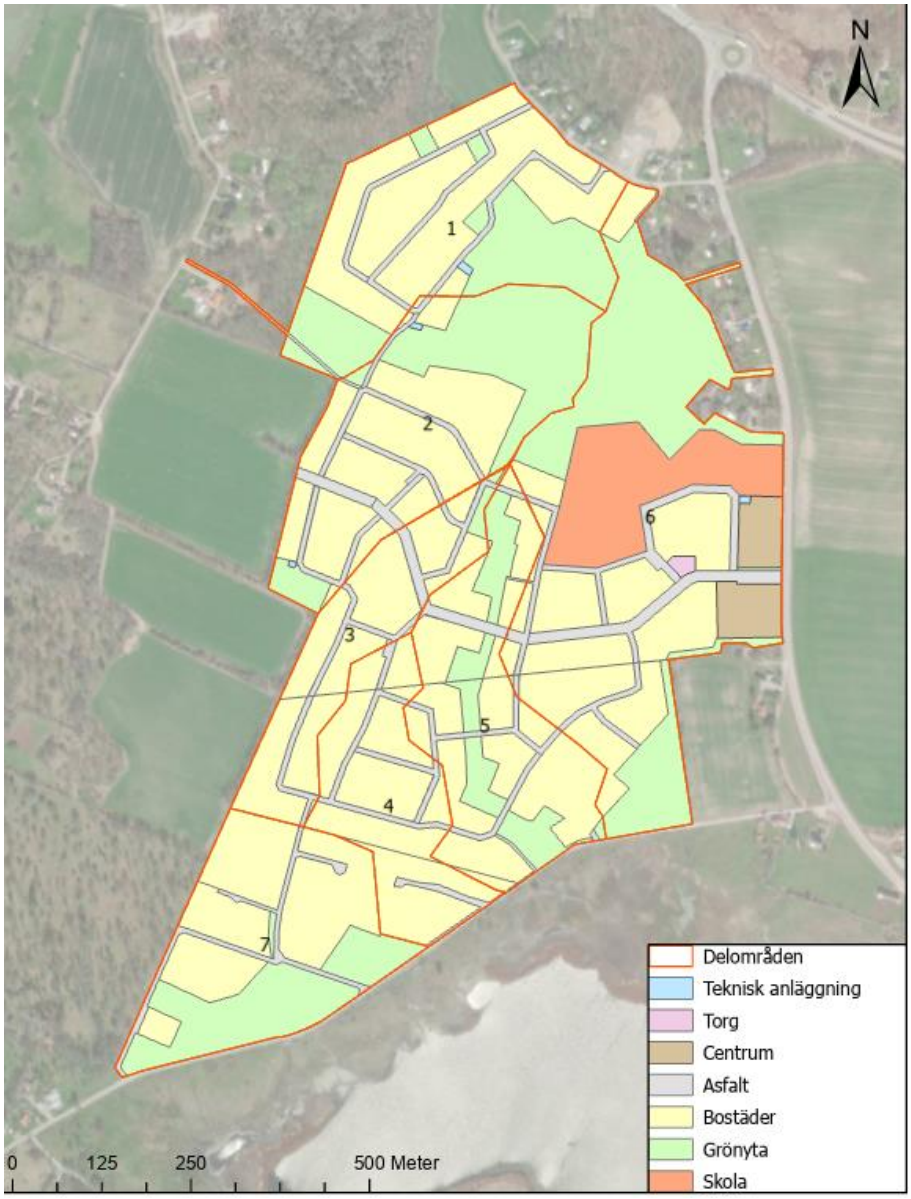
Flödesberäkningarna har utförts enligt ekvationer beskrivna i avsnitt 2.3.1 samt reducerade ytor enligt Tabell 3. Regnintensitet har beräknats utan klimatfaktor för ett 2- och 20-årsregn med en regnvaraktighet enligt Tabell 4.

Tabell 5. Beräkning av dimensionerande dagvattenflöde för befintlig markanvändning.

Delavrinningsområde	$I_{20år}$ (l/s·ha)	Flöde 20-årsregn (l/s)	$I_{2år}$ (l/s·ha)	Flöde 2-årsregn (l/s)
1	55,6	96	26,9	46
2	74,7	83	35,7	40
3	80,0	41	38,2	20
4	63,0	65	30,3	31
5	61,2	69	29,5	33
6	43,9	92	21,4	45
7	70,1	141	33,6	68

6.2 Planerad situation

Den planerade markanvändningen kan ses i Figur 16 nedan samt Tabell 6.



Figur 16. Planerad markanvändning för planområdet.

Markanvändningen och beräkning av reducerad area kan ses i Tabell 6 nedan. Avrinningskoefficienterna är tagna ur Svenskt vatten P110 utom koefficienten för teknisk anläggning som har uppskattas till 0,6.

Tabell 6. Beräkning av reducerad area för planerad markanvändning.

Markanvändning	φ	Delområde						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Väg	0,8	0,97	1,06	0,74	0,67	0,69	1,66	0,58
Torg	0,7	-	-	-	-	-	0,09	-
Grönyta	0,1	3,52	3,81	0,14	-	2,00	6,53	3,14
Centrum	0,5	-	-	-	-	-	1,29	-
Skola	0,5	-	-	-	-	-	3,63	-
Bostäder	0,4	6,40	5,70	4,23	4,85	5,56	6,78	5,02
Teknisk anläggning	0,6	0,02	0,03	-		-	0,02	-
Totalt		**10,92**	**10,60**	**5,12**	**5,52**	**8,25**	**19,99**	**8,74**
Reducerad dim. area (ha_{red})		**3,70**	**3,53**	**2,30**	**2,48**	**2,98**	**7,22**	**2,79**

För beräkning av dimensionerande regnvaraktighet görs ett antagande om att dagvattenledningar som följer den planerade gatusträckningen kommer att anläggas. Enligt P110 kan en rinnhastighet på 1,5 m/s antas för ledningar vilket ger dimensionerande regnvaraktighet enligt Tabell 7.

Tabell 7. Beräkning av dimensionerande regnvaraktighet.

Delavrinningsområde	Rinnsträcka (m)	Rinnhastighet (m/s)	Dimensionerande regnvaraktighet (min)
1	477	1,5	5
2	463	1,5	5
3	403	1,5	4
4	260	1,5	3
5	307	1,5	3
6	565	1,5	6
7	410	1,5	5

Då Svenskt vatten P110 anger 10 minuter som den kortaste dimensionerande regnvaraktigheten ansätts 10 minuter för samtliga delområden vilket med en klimatfaktor på 1,25 ger dimensionerande regnintensitet och flöden enligt Tabell 8.

Tabell 8. Dimensionerande flöden för delområdena efter exploatering.

Delavrinningsområde	$I_{20år, kf 1,25}$ (l/s·ha)	Flöde 20-årsregn (l/s)	$I_{2år, kf 1,25}$ (l/s·ha)	Flöde 2-årsregn (l/s)
1	358,4	1328	167,7	621
2	358,4	1264	167,7	591
3	358,4	824	167,7	386
4	358,4	888	167,7	415
5	358,4	1066	167,7	499
6	358,4	2589	167,7	1211
7	358,4	999	167,7	468

6.3 Magasinsvolym

Fördröjningsbehovet kan ses i Tabell 9 och är framtaget med hjälp av regnenveloppmetoden beskriven i avsnitt 2.3.2.

För delområde 1 och 2 har fördröjningsvolymen beräknats för att kunna fördröja ett framtida 20-årsregn till det befintliga 20-årsflödet i samråd med kommunen.

Då delområdena 5, 6 och 7 inte har någon bebyggelse nedströms så har fördröjningen för delområdena beräknats för ett framtida 2-årsregn med en strypning till delområdets befintliga 2-årsflöde. Detta för att kunna hantera och rena den så kallade ”first flush” vilket är det första flödet vid ett avrinningstillfälle som har en högre föroreningskoncentration. För att kunna jämföra föroreningshalterna från respektive delområde beräknas skillnaden mellan ett framtida 2- och 20-årsflöde och redovisas som ett bypassflöde.

Då det finns begränsade ytor för fördröjning i delområde 3 och 4 har kommunen beslutat att flödet från dessa delområden leds till delområde 7 för fördröjning. Fördröjningsvolymen är beräknad för avrinningen från delområde 3,4 och 7 för ett framtida 2-årsregn och utloppet är begränsat till det befintliga 2-årsflödet för delområde 7 för att bibehålla flödesbalansen. Likt för delområde 5 och 6 så betraktas skillnaden mellan det dimensionerande inflödet och ett framtida 20-årsflöde som bypassflöde vid föroreningsberäkningarna.

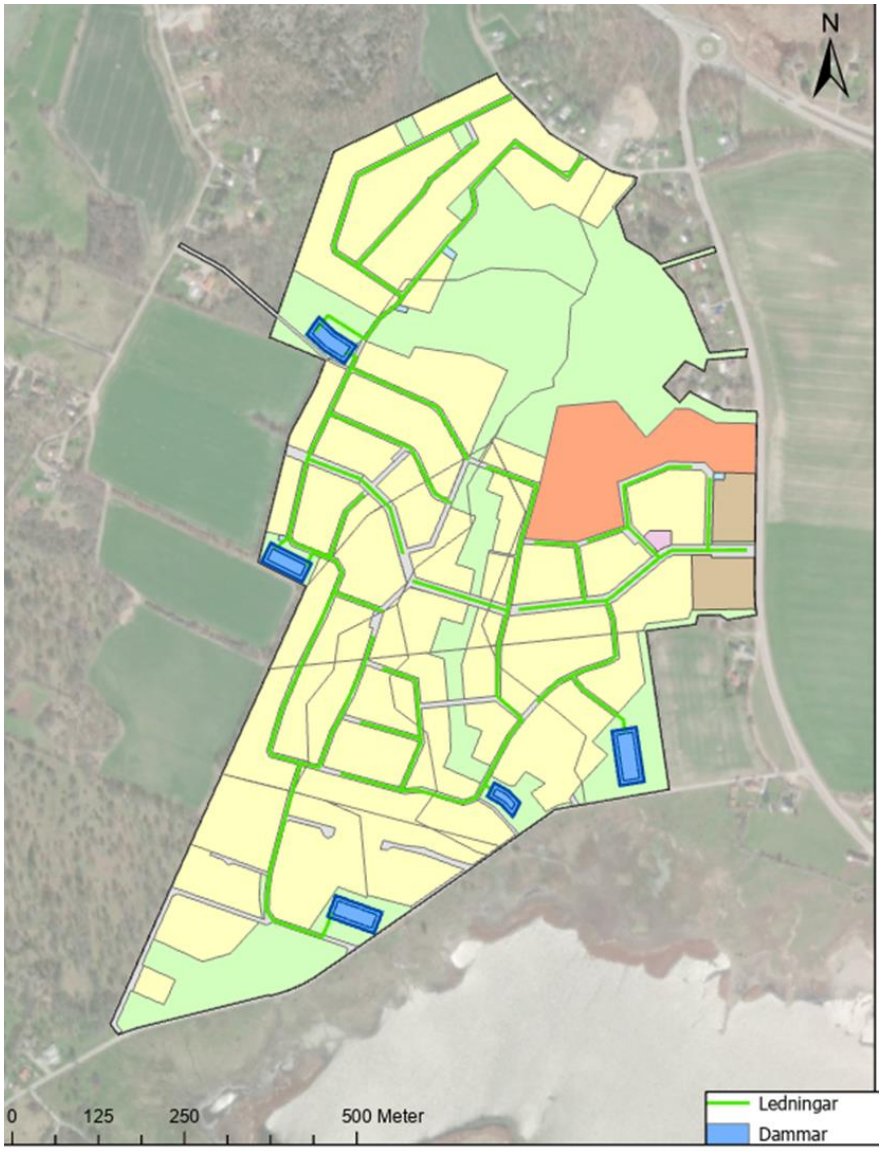
Tabell 9. Fördröjningsbehov efter exploatering.

Delområde	Erfordrad fördröjningsvolym (m^3)	Utflöde (l/s)	Bypass (l/s)
1	1150	96	-
2	1140	83	-
5	465	33	567
6	1430	45	1378
3+4+7	1240	68	1442

7 Dagvattenhantering

I följande kapitel presenteras föreslagna fördröjningslösningar och ledningsdragningar för dagvatten för respektive delområde. Förslaget har tagits fram med hänsyn till rening och fördröjningskrav. Dagvattnet från planområdet föreslås hanteras i sammanlagt 5 dagvattendammar med ytanspråk och ungefärlig placering enligt Figur 17 nedan. En översikt över dammarnas utformning framgår även av avsnitt 7.1 och en generell beskrivning av dagvattendammar återfinns i avsnitt 7.2.

Figur 17 redogör även för den föreslagna ledningsdragningen. Ledningsdragningen är framtagen med hänsyn till vägstrukturen och delområdesgränserna, som i sin tur är baserade på områdets topografi. I Bilaga 2 återfinns ledningsdragningen i plan samt profiler som visar en grov höjdsättning av ledningsnätet i förhållande till befintliga marknivåer samt marknivåer i gatan baserat på kommunens höjdsättningsskiss över gatorna.



Figur 17. Principskiss över dagvattenhanteringen i planområdet.

För att hålla nere dimensionerna på ledningar och dammar kan de gator som tillåter anläggas utan kantsten och rännstensbrunn så att dagvattnet i stället leds i diken.

Dikena bidrar då med flödesutjämning och även viss rening. Då dikenas utjämnande effekt beror av dikeslutningen och tvärsnittet har denna inte kvantifierats, likaså har ingen rening från diken tillgodoräknats i föroreningsberäkningarna. Området bör höjdsättas så att diken och gator agerar skyfallsvägar för att kunna transportera vatten när ledningsnätets kapacitet överskrids. Centralt i planområdet finns ett större grönstråk och planområdet kan med fördel höjdsättas så att ytavrinning leds till detta. Grönstråket bör då anläggas som en multifunktionell yta som tillåts översvämmas vid större regn, alternativt inrymma ett svackdike.

7.1 Sammanställning dammutformning

Nedan ses en sammanställning av föreslagna våtdammars utformning. Dammarna har utformats i Stormtac för att uppnå den erfordrade fördröjningsvolymen för respektive delområde samt tillräcklig rening av dagvattnet för planområdet som helhet. Utformningen av dammarna från Stormtac kan ses i bilaga 1. Samtliga dammar har antagits ha en släntlutning på 1:4 vilka har inräknats i dammarnas ytanspråk.

Damm	Fördröjnings-volym (m^3)	Längd högvattenyta (m)	Bredd högvattenyta (m)	Regler-höjd (m)	Permanent vattendjup (m)	Total djup (m)
1	1240	71	33	0,60	1,2	1,80
2	1170	68	32	0,60	1,2	1,80
347	1300	74	35	0,55	1,2	1,75
5	500	50	25	0,46	1,2	1,66
6	1500	82	38	0,54	1,2	1,74

7.2 Generell beskrivning av dagvattendammar

Dammar är en av de vanligaste dagvattenlösningarna i Sverige. Ofta anläggs de som ”end-of-pipe”-anläggningar för att omhänderta stora volymer dagvatten. Dagvattendammar fungerar som utjämningsmagasin för fördröjning, vilket reducerar flödestoppar och bidrar till ett kontrollerat utflöde till recipienten men även till minskad översvämningsrisk. Dagvattendammar används också för att förbättra kvaliteten på dagvattnet. Den primära reningsprocessen är sedimentation av partiklar vilket innebär en god potential att rena suspenderat material och partikelbundna föroreningar men däremot är reningsgraden för lösta föroreningar lägre.

Vid utformning och dimensionering av dagvattendammar är uppehållstiden en viktig parameter för att uppnå en tillräcklig sedimentation av mindre partiklar, då föroreningskoncentrationen är som störst i de mindre fraktionerna. Det rekommenderas att anlägga en mindre försedimentationsdamm innan dammen där grövre sediment kan fångas in, vilket minskar belastningen på själva dammen och därmed även minskar underhållsbehovet. Det finns även andra faktorer som påverkar en damms funktion. Bland annat djup, förhållandet mellan längd och bredd, vattnets spridning i dammen och förhållandet mellan dammens area och avrinningsområdets area. Vid utformning av dammen ska även tillgänglighet för drift, kontroll och sedimenttömning beaktas. Tömning av dammen ska ske regelbundet, då > 50 % av tillgänglig volym består av sediment. Provtagning av sedimentet bör göras vid tömning då det kan innehålla höga halter av metaller och därmed klassas som farligt avfall. Regelbunden inspektion av in- och utlopp och andra tekniska konstruktioner, avlägsnande av skräp och åtgärder mot erosionsskador och oönskad växtlighet är ytterligare skötselinsatser som är viktiga för bevarande av dammfunktionen (Blecken, 2016).

Det finns många studier på dammar och deras reningseffekt. Reningseffekten uppskattas till 65-85 % för TSS och 70-90 % för tungmetaller. Men många studier visar på väldigt varierade reningsfunktion då dammen påverkas av utformning, konstruktion, kontroll och underhåll. Reningsfunktionen kan även minska av kalla temperaturer på grund av densitetsskillnader i vattnet, istäcke och vägsalt (Blecken, 2016).

Dagvattendammar har en god potential att bidra till en estetiskt tilltalande miljö och med öppna vattenytor och tilltalande växtarter kan dammar bli viktiga rekreationsområden och bidra till en större biologisk mångfald. Jämfört med övriga anläggningstyper kräver dammar och förhållandevis stor yta, och de kan därför vara svåra att införa i redan bebyggda områden. Exempel på dammar kan ses i Figur 18-Figur 20 nedan.

Figur 18. Dagvattendamm, Uppsala. Foto: Paul Coiffard från forskning.se

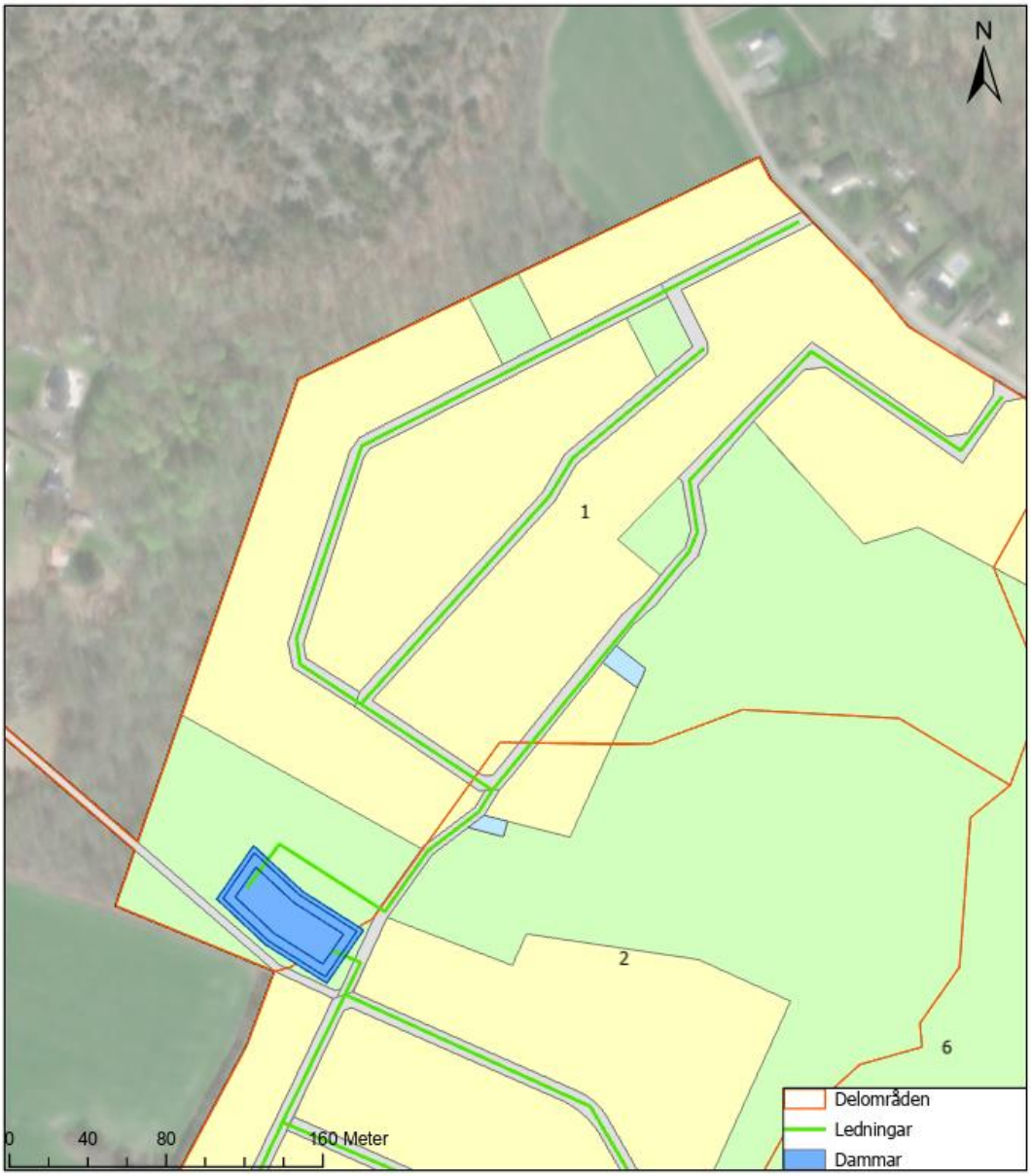
Figur 19. Dagvattendamm i Nordtag, Ytterby. Foto: Vegtech från vaguiden.se

Figur 20. Hedviglunds dagvattendamm i Nacka från nacka.se

7.3 Delområde 1

Dagvattnet från delområde 1 föreslås ledas i en uppsamlande ledning till en våtdamm med ungefärlig placering och ytanspråk enligt Figur 21 nedan. Dammens principiella utformning kan ses i Bilaga 1 och dammens totala fördröjningsvolym uppgår till 1240 m^3 och uppnår således den erfordrade fördröjningsvolymen på 1150 m^3.

Ledningsdragningen i delområdet kan ses i Figur 21 samt i ledningsplan i Bilaga 2. En grov höjdsättning har gjorts av ledningarna vilka framgår i profiler med slutnummer 11 i bilaga 2. Ledningarna i delområdet bedöms kunna ledas med självfall och uppnå erforderlig täckning förutsatt att mindre höjdsättningsåtgärder genomförs.



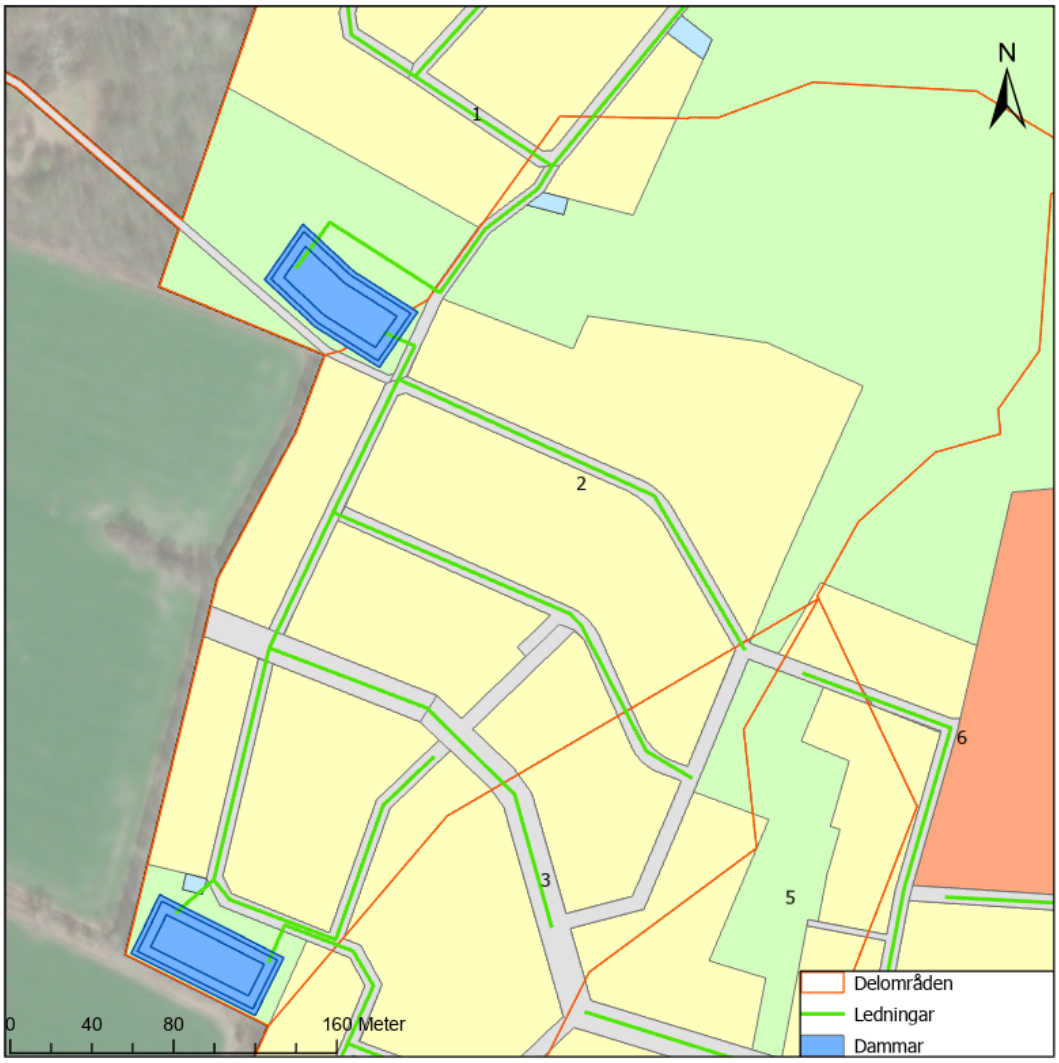
Figur 21. Föreslagen våtdamm och ledningsdragning för dagvatten i delområde 1. Ledningsprofiler och ledningsplan återfinns i bilaga 2.

7.4 Delområde 2

Likt för delområde 1 föreslås det anläggas dagvattenledningar för att samla upp dagvattnet. Dagvattnet från området leds till en våtdamm med ungefärlig placering och ytanspråk enligt Figur 22. Dagvattendammen från delområde 2 tar även emot utloppsflödet från våtdammen i delområde 1 (för att undvika två parallella dagvattenledningar) varpå dammens inlopp och utloppsflöden har anpassats för att hantera det extra flödet. Dammen föreslagna utformning kan ses i bilaga 1. Den totala fördröjningsvolymen uppgår till 1170 m^3 och kan således hantera den beräknade fördröjningsvolymen på 1140 m^3.

Ledningsdragningen i delområdet kan ses i Figur 22 samt i ledningsplan i Bilaga 2. En grov höjdsättning av ledningarna i delområdet framgår i profiler med slutnummer 28 i bilaga 2. Likt för delområde 1 bedöms ledningarna i delområdet bedöms kunna ledas

med självfall och uppnå erforderlig täckning förutsatt att mindre höjdsättningsåtgärder genomförs.



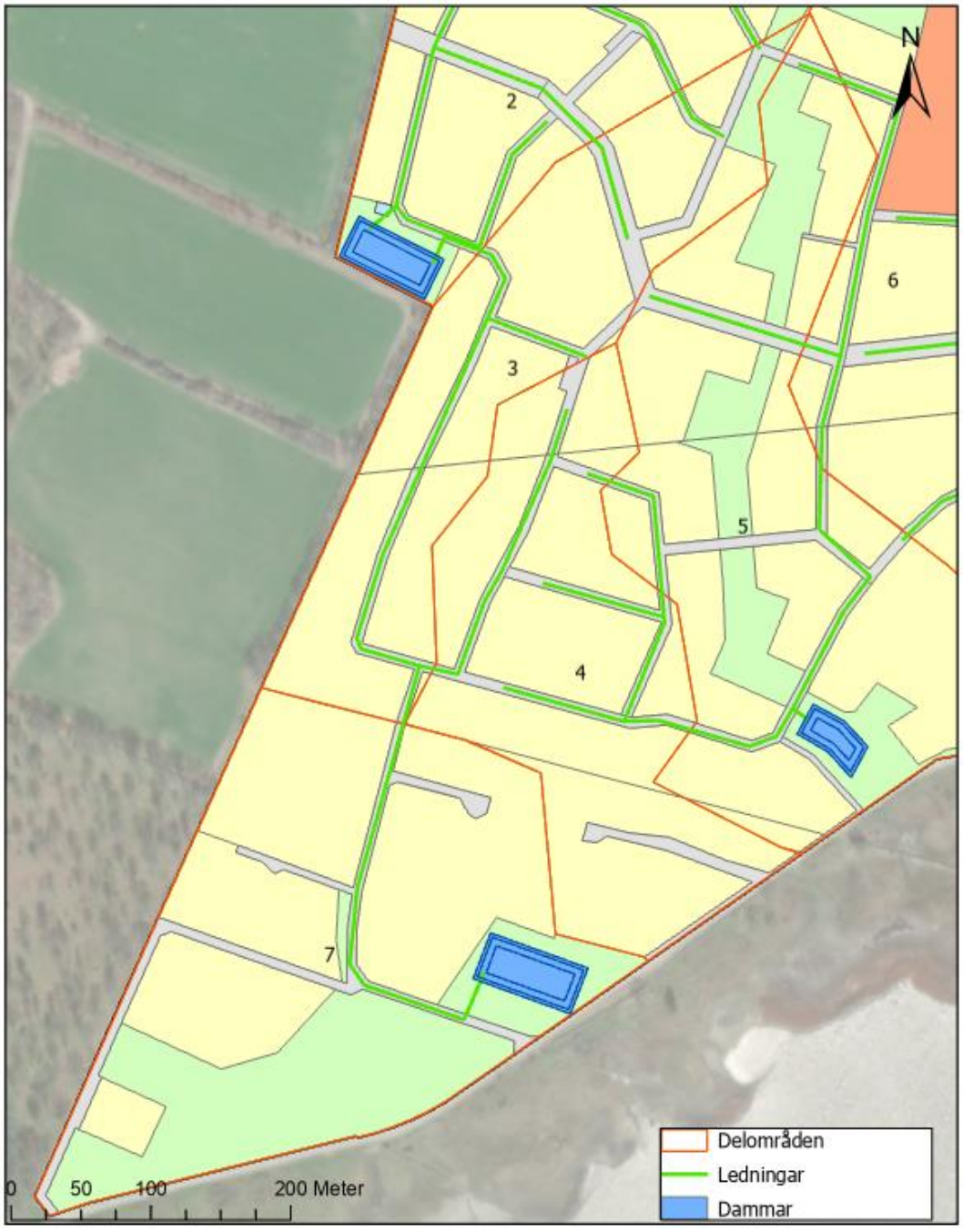
Figur 22. Föreslagen våtdamm och ledningsdragning för dagvatten i delområde 2. Ledningsprofiler och ledningsplan återfinns i bilaga 2.

7.5 Delområde 3,4,7

På grund av bristen av grönytor i delområde 3 och 4 föreslås dagvattnet från dessa delområden hanteras i delområde 7 tillsammans med dagvattnet från delområdet, i samråd med kommunen. Dagvattnet föreslås hanteras i en våtdamm med ungefärlig placering och ytanspråk enligt Figur 23. Dagvattendammen från delområdet tar även emot utloppsflödet från våtdammen i delområde 2 (för att undvika två parallella dagvattenledningar) varpå dammens inlopp och utloppsflöden har anpassats för att hantera det extra flödet. Dammens utformning kan ses i bilaga 1. Dammens fördröjningsvolym uppgår till 1300 m^3 och rymmer således den beräknade erfordrade fördröjningsvolymen på 1240 $m^{3.}$

Ledningsdragningen i delområdet kan ses i Figur 23 samt i ledningsplan i Bilaga 2. En grov höjdsättning av ledningarna i delområdet framgår i profiler med slutnummer 56 i bilaga 2. Ledningarna bedöms kunna ledas med självfall utan större justeringar av

höjdsättningen med undantag för delsträckan 52-56 närmast dammen. Här behöver marken höjas för att uppnå erforderlig täckning för ledningarna.

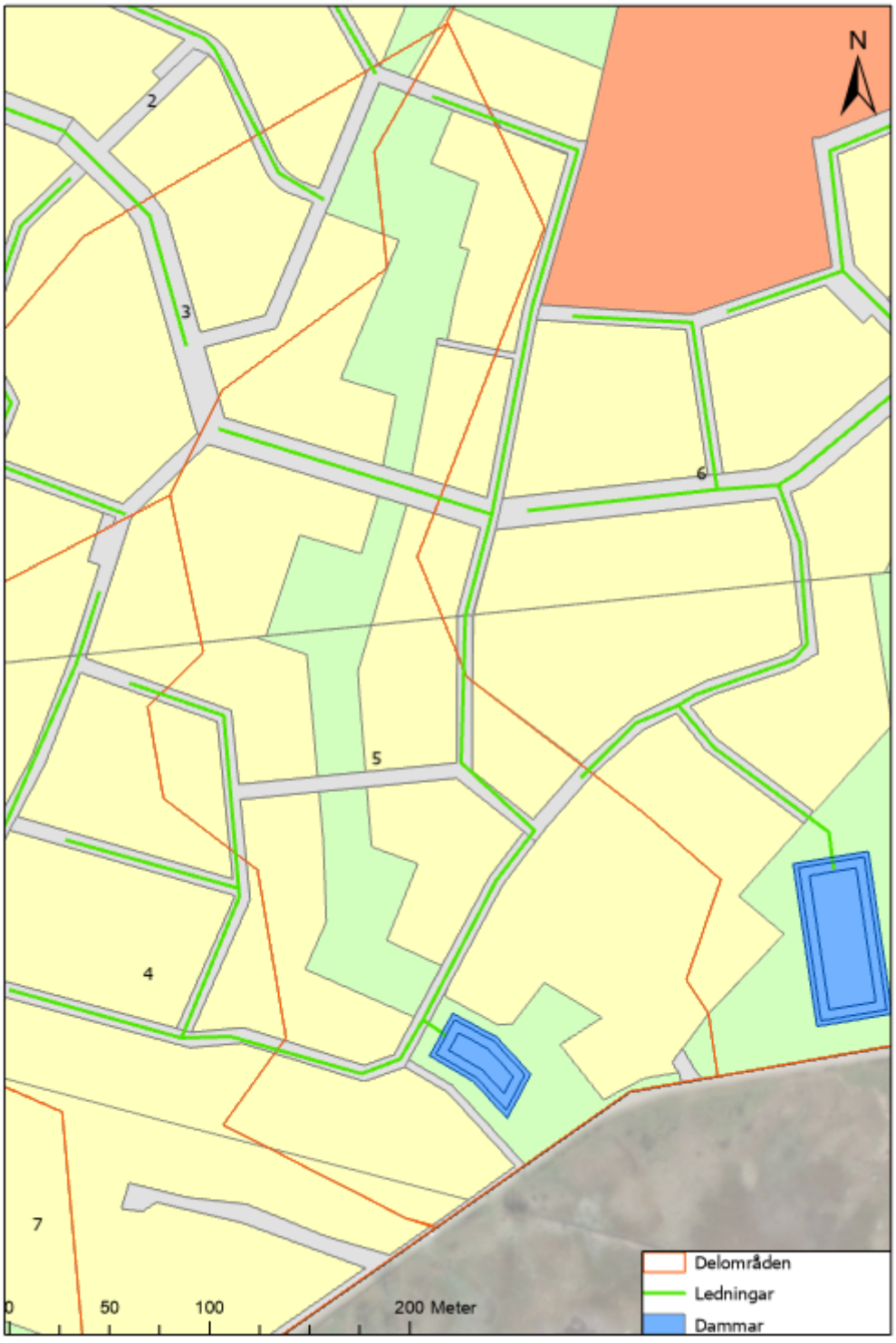


Figur 23.Föreslagen våtdamm och ledningsdragning för dagvatten i delområde 3,4 och 7. Ledningsprofiler och ledningsplan återfinns i bilaga 2.

7.6 Delområde 5

I Figur 24 nedan ses föreslagen ledningsdragning för delområde 5. Dammens utformning kan ses i bilaga 1 och fördröjningsvolymen för dammen uppgår till 500 m^3 och rymmer således den beräknade fördröjningsvolymen på 465 m^3.

Ledningsdragningen i delområdet kan ses i Figur 24 samt i ledningsplan i Bilaga 2. En grov höjdsättning av ledningarna i delområdet framgår i profiler med slutnummer 74 i bilaga 2. Ledningarna högt upp i systemet bedöms kunna uppnå erforderlig täckning och självfall medan ledningssträckorna 70-74 samt 84-74 närmast dammen bedöms kräva fyll för att uppnå tillräcklig täckning.

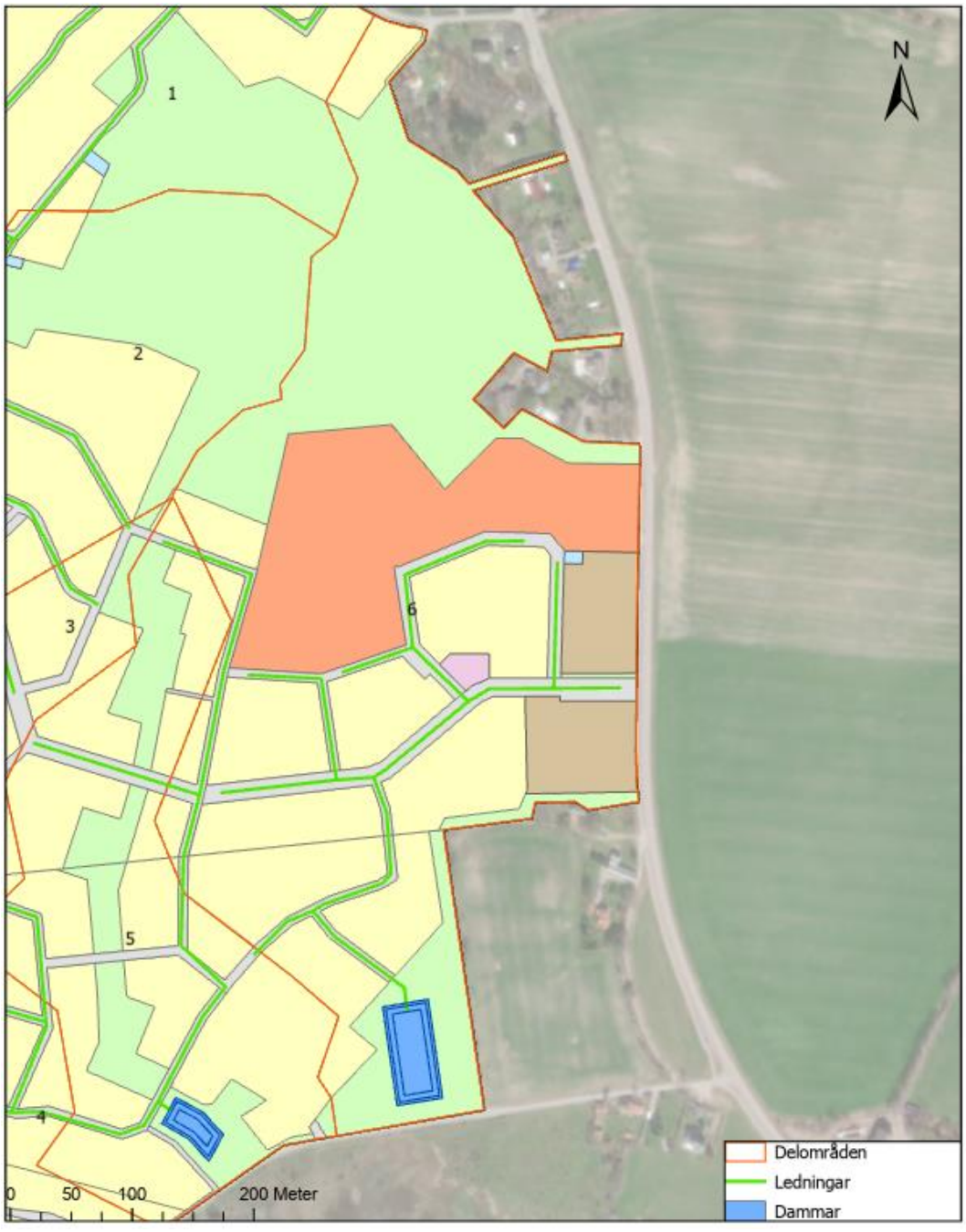


Figur 24. Föreslagen våtdamm och ledningsdragning för delområde 5. Ledningsprofiler och ledningsplan återfinns i bilaga 2.

7.7 Delområde 6

I Figur 25 ses den föreslagna ledningsdragningen och våtdammen för delområde 6. Dammens utformning kan ses i bilaga 1 och dammens fördröjningsvolym är 1500 m^3 och rymmer således fördröjningsbehovet på 1430 m^3.

Ledningsdragningen i delområdet kan ses i Figur 25 samt i ledningsplan i Bilaga 2. En grov höjdsättning av ledningarna i delområdet framgår i profiler med slutnummer 99 i bilaga 2. Ledningarna bedöms kunna anläggas med självfall med tillräcklig täckning med undantag för direkt uppströms dammen, delsträcka 97-99, där marken sannolikt behöver höjas.



Figur 25. Föreslagen våtdamm och ledningsdragning för delområde 6. Ledningsprofiler och ledningsplan återfinns i bilaga 2.

8 Föroreningsberäkning

Föroreningsberäkningar är gjorda i StormTac och resultaten från dessa kan ses i delkapitlen nedan. StormTacs databas över föroreningshalter är sammanställda som årliga medelhalter erhållna från långa perioder med flödesproportionell provtagning. Varje markanvändning har en specifik föroreningshalt och påverkar således föroreningsbelastningen. Området har delats in i markanvändningsklasserna jordbruksmark, skog- och ängsmark, grusyta, flerfamiljsområde, parkmark, centrumområde, skolområde och torg utifrån befintlig och planerad markanvändning.

8.1 Delområde 1

Dagvattnet från delområde 1 föreslås renas och fördröjas i en våtdamm med utformning enligt bilaga 1. Dammen är dimensionerad för att fördröja det extra flödet vid ett 20-årsregn som uppstår till följd av exploatering och klimateffekter. Nedan redovisas föroreningsberäkningar för delområde 1 innan och efter exploatering samt efter exploatering med den föreslagna dammen. Samtliga riktvärden underskrids efter rening i dammen och alla föroreningshalter minskar mot befintlig situation.

Tabell 10. Föroreningshalter för delområde 1. Värden markerade i rött överskrider riktvärdena. Värden markerade i grönt uppnår riktvärdena och är lägre än befintliga halter.

Föroreningshalt delområde 1 (µg/l)				
Ämne	Innan exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med reningsåtgärder	Riktvärde
Fosfor (P)	150	240	66	160
Kväve (N)	1 800	1 900	1 300	2 000
Bly (Pb)	7,6	13	2,9	8,0
Koppar (Cu)	15	26	7,9	18
Zink (Zn)	48	88	21	75
Kadmium (Cd)	0,37	0,61	0,22	0,4
Krom (Cr)	4,9	10	1,6	10
Nickel (Ni)	4,4	8,1	2,1	15
Kvicksilver (Hg)	0,013	0,023	0,011	0,03
Suspenderat substans (SS)	51 000	87 000	8 700	40 000
Oljeindex (Olja)	280	610	91	400
Benso(a)pyren (BaP)	0,019	0,043	0,0069	0,03

8.2 Delområde 2

Likt delområde 1 är delområde 2 dimensionerat för att rena och fördröja ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,25 till delområdets befintliga utflöde vid ett 20-årsregn. Då damm 1 och 2 föreslås kopplas samman med en dagvattenledning så belastar utflödet från dammen i delområde 1 även dammen i delområde 2 varpå maximala utloppsflödet från damm 2 har ökats motsvarande utloppsflödet från damm 1. Samtliga föroreningshalter från delområdet uppfyller riktvärdena efter rening med god marginal. Alla föroreningshalter efter rening utom kvicksilver underskrider de befintliga halterna.

Tabell 11. Föroreningshalter för delområde 2. Värden markerade i rött överskrider riktvärdena. Värden markerade i grönt uppnår riktvärdena och är lägre än befintliga halter.

Föroreningshalt delområde 2 (µg/l)				
Ämne	Innan exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med reningsåtgärder	Riktvärde
Fosfor (P)	120	220	66	160
Kväve (N)	1 400	1 800	1 200	2 000
Bly (Pb)	6,0	12	2,9	8,0
Koppar (Cu)	9,4	25	7,9	18
Zink (Zn)	26	82	21	75
Kadmium (Cd)	0,26	0,58	0,22	0,4
Krom (Cr)	3,0	9,7	1,5	10
Nickel (Ni)	3,6	7,8	2,2	15
Kvicksilver (Hg)	0,0076	0,021	0,010	0,03
Suspenderat substans (SS)	38 000	82 000	8 300	40 000
Oljeindex (Olja)	160	560	84	400
Benso(a)pyren (BaP)	0,0089	0,040	0,0068	0,03

8.3 Delområde 5

Dammen i delområde 5 är dimensionerad för att fördröja och rena ett framtida 2-årsregn med klimatfaktor 1,25 till det befintliga utflödet vid ett 2-årsregn. Dammens utformning kan ses i bilaga 1. Föroreningsberäkningarna är gjorda för ett 20-årsregn med klimatfaktor. Eftersom dammen är dimensionerad för rening och fördröjning av ett 2-årsregn bypassar skillnaden mellan det framtida 20-årsflödet och det dimensionerande framtida 2-årsflödet dammen i föroreningsmodellen. Föroreningsberäkningarna nedan avser medelhalterna för det totala flödet och tar alltså hänsyn till både det renade och bypassade flödet.

Samtliga föroreningshalter efter exploatering och rening underskrider riktvärdena och alla halter minskar jämfört med befintlig situation.

Tabell 12. Föroreningshalter för delområde 5. Värden markerade i rött överskrider riktvärdena. Värden markerade i grönt uppnår riktvärdena och är lägre än befintliga halter.

Föroreningshalt delområde 5 (µg/l)				
Ämne	Innan exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med reningsåtgärder	Riktvärde
Fosfor (P)	170	240	86	160
Kväve (N)	1 600	1 900	1 300	2 000
Bly (Pb)	8,9	14	3,6	8,0
Koppar (Cu)	16	27	9,5	18
Zink (Zn)	50	90	26	75
Kadmium (Cd)	0,4	0,62	0,26	0,4
Krom (Cr)	6,0	11	1,7	10
Nickel (Ni)	5,5	8,2	2,7	15
Kvicksilver (Hg)	0,013	0,023	0,012	0,03
Suspenderat substans (SS)	59 000	88 000	12 000	40 000
Oljeindex (Olja)	340	630	100	400
Benso(a)pyren (BaP)	0,022	0,044	0,0089	0,03

8.4 Delområde 6

Likt delområde 5 är dammen i delområde 6 dimensionerad för att rena och fördröja skillnaden mellan ett befintligt och framtida 2-årsregn. Dammens utformning kan ses i bilaga 1. Likt damm 5 är damm 6 dimensionerad för att fördröja och rena ett 2-årsregn. Det undersökta regnet är ett 20-årsregn varpå skillnaden mellan ett framtida 2-årsflöde och 20-årsflöde bypassar dammen, precis som för damm 5. Föroreningshalterna i Tabell 13 avser medelvärdet av föroreningshalterna och tar alltså hänsyn till både det renade och bypassade flödet.

I tabellen framgår det att samtliga föroreningshalter underskrider riktvärdena efter exploatering med rening. Alla föroreningshalter utom kvicksilver minskar dessutom jämfört med befintliga halter.

Tabell 13. Föroreningshalter för delområde 6. Värden markerade i rött överskrider riktvärdena. Värden markerade i grönt uppnår riktvärdena och är lägre än befintliga halter.

Föroreningshalt delområde 6 (µg/l)				
Ämne	Innan exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med reningsåtgärder	Riktvärde
Fosfor (P)	150	250	83	160
Kväve (N)	2 600	1 800	1 200	2 000
Bly (Pb)	7,0	14	3,6	8,0
Koppar (Cu)	11	26	9,2	18
Zink (Zn)	42	94	27	75
Kadmium (Cd)	0,5	0,64	0,27	0,4
Krom (Cr)	3,2	9,6	1,5	10
Nickel (Ni)	3,1	8,0	2,6	15
Kvicksilver (Hg)	0,0072	0,027	0,014	0,03
Suspenderat substans (SS)	58 000	80 000	13 000	40 000
Oljeindex (Olja)	190	690	110	400
Benso(a)pyren (BaP)	0,01	0,048	0,010	0,03

8.5 Delområde 3, 4, 7

Dammen i delområde 7 är dimensionerad för att rena och fördröja flödet från delområde 3, 4, och 7 vid ett framtida 2-årsregn. Utflödet är strypt till det befintliga 2-årsflödet från delområde 7 för att bibehålla flödesbalansen. Precis som för delområde 5 och 6 görs föroreningsberäkningarna för ett 20-årsregn och skillnaden mellan flödet för ett framtida 2- och 20-årsregn bypassar dammen. De beräknade halterna i Tabell 14 avser medelhalter vilket innebär att både det renade och bypassade flödet är inräknat.

I tabellen framgår det att samtliga föroreningshalter efter exploatering underskrider både riktvärdena och befintliga halter.

Tabell 14. Föroreningshalter för delområde 3,4,7. Värden markerade i rött överskrider riktvärdena. Värden markerade i grönt uppnår riktvärdena och är lägre än befintliga halter.

Föroreningshalt delområde 3,4 och 7 (µg/l)				
Ämne	Innan exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med reningsåtgärder	Riktvärde
Fosfor (P)	190	240	83	160
Kväve (N)	1 700	1900	1 200	2 000
Bly (Pb)	10	14	3,4	8,0
Koppar (Cu)	20	27	9,3	18
Zink (Zn)	64	92	24	75
Kadmium (Cd)	0,48	0,63	0,24	0,4
Krom (Cr)	7,6	11	2,0	10
Nickel (Ni)	6,5	8,4	2,8	15
Kvicksilver (Hg)	0,016	0,24	0,012	0,03
Suspenderat substans (SS)	69 000	90 000	18 000	40 000
Oljeindex (Olja)	430	640	56	400
Benso(a)pyren (BaP)	0,03	0,045	0,0079	0,03

8.6 Hela planområdet

I Tabell 15 nedan redovisas de sammanvägda föroreningshalterna för hela planområdet. Ur tabellen framgår det att samtliga riktvärden underskrids efter exploatering med de föreslagna reningsåtgärderna med god marginal. Alla halter minskar dessutom jämfört med befintlig situation förutom kvicksilver vars halt är oförändrad.

Tabell 15. Föroreningshalter för hela planområdet. Värden markerade i rött överskrider riktvärdena. Värden markerade i grönt uppnår riktvärdena och är lägre än befintliga halter.

Föroreningshalt hela planområdet (µg/l)				
Ämne	Innan exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med reningsåtgärder	Riktvärde
Fosfor (P)	160	240	80	160
Kväve (N)	1 900	1 900	1 200	2 000
Bly (Pb)	8,5	13	3,3	8,0
Koppar (Cu)	15	26	9,0	18
Zink (Zn)	50	90	24	75
Kadmium (Cd)	0,43	0,62	0,24	0,4
Krom (Cr)	5,4	10	1,8	10
Nickel (Ni)	4,9	8,1	2,6	15
Kvicksilver (Hg)	0,012	0,024	0,012	0,03
Suspenderat substans (SS)	59 000	85 000	14 000	40 000
Oljeindex (Olja)	310	640	79	400
Benso(a)pyren (BaP)	0,020	0,045	0,0082	0,03

I Tabell 16 nedan ses föroreningsmängderna innan exploatering, efter exploatering samt efter exploatering med rening. Av tabellen framgår det att bly, krom, suspenderad substans och olja minskar efter exploatering med rening jämfört med befintlig situation medan resterande ämnen ökar. Anledningen till att vissa mängder ökar trots att halterna minskar är att volymavrinningen från området ökar jämfört med befintlig situation till följd av en ökad hårdgörning.

Tabell 16. Föroreningsmängder i kg/år för hela planområdet samt beräknad reduktion jämfört med befintliga mängder. Mängder som är mindre än befintliga är markerade i grönt.

Förorening	**Föroreningsmängd (kg/år)**			**Förändring (%)**
	Befintlig situation	Planerad situation	Efter föreslagen dagvattenlösning	
Fosfor (P)	8,5	29,5	10	+18
Kväve (N)	98	224	150	+53
Bly (Pb)	0,44	1,663	0,43	-2
Koppar (Cu)	0,79	3,233	1,1	+39
Zink (Zn)	2,6	11,042	3,1	+19
Kadmium (Cd)	0,023	0,07645	0,03	+30
Krom (Cr)	0,28	1,2157	0,23	-18
Nickel (Ni)	0,26	0,9845	0,33	+27
Kvicksilver (Hg)	0,00064	0,00294	0,0015	+134
Suspenderad substans (SS)	3 100	10 276	2 000	-35
Olja (Oil)	16	78,84	9,5	-41
Benso(a)pyren (BaP)	0,0010	0,0055	0,0011	+10

I Tabell 17 ses reningseffekten för respektive damm enligt beräkningarna från Stormtac för dammar med utformning enligt bilaga 1, samt generella referensvärden för reningseffekten hos våtdammar från Stormtacs databas. Av tabellen framgår det att dammarna generellt uppnår en mycket god rening av ett flertal ämnen. Damm 1 och 2, som är dimensionerade för en återkomsttid på 20 år och således inte bypassar något flöde under det undersökta regnet, har en något bättre rening än övriga dammar. Damm 347 har den lägsta reningseffekten vilket dels beror av att dammen har ett bypassflöde, dels av att det tar emot renat vatten från dammarna uppströms vilket drar ner reningseffekten ytterligare.

Tabell 17. Beräknade reningseffekter (%) för respektive damm samt referensvärden för reningseffekten hos en våtdamm från Stormtacs databas.

Reningseffekt %												
Damm	**P**	**N**	**Pb**	**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Cr**	**Ni**	**Hg**	**SS**	**Oil**	**BaP**
1	72	33	78	70	76	63	85	74	53	90	85	84
2	70	33	77	68	75	62	85	72	52	90	85	83
5	65	31	73	65	71	58	84	67	47	86	84	80
6	66	31	73	64	71	59	84	68	48	84	84	79
347	51	26	62	51	60	47	69	52	36	67	84	71
Stormtac	55	35	75	60	60	50	75	50	30	80	80	75

8.7 Bedömning om påverkan på MKN

Föroreningsberäkningarna visar att samtliga halter i dagvattnet minskar efter rening jämfört med befintliga halter, utom kvicksilver som är oförändrad, och att alla riktvärden underskrids med god marginal. Flertalet föroreningsmängder ökar dock vilket är en följd av att dagvattenflödena i området ökar till följd av den ökade hårdgörningen. Eftersom dammarna uppnår en god rening med låga utloppshalter som följd bedöms det inte resurseffektivt att försöka få ner halterna ytterligare då det skulle innebära stora kostnader för en liten effekt. Istället bör man fokusera på att reducera föroreningshalterna från andra delar av avrinningsområdet för att uppnå en positiv påverkan på recipienten. Eftersom inga uppmätta värden eller referensvärden finns listade på VISS för den aktuella vattenförekomsten är det svårt att göra en bedömning om de ökade föroreningsmängderna riskerar att försämra statusen hos någon enskild kvalitetsfaktor.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att exploateringen av området med föreslagna dagvattenanläggningar kommer leda till minskade föroreningshalter för samtliga undersökta ämnen men en ökad belastning av föroreningsmängder för ett flertal ämnen. Eftersom halterna beräknas minska så pass mycket mot befintlig situation bedöms det osannolikt att exploateringen skulle medföra en försämring av MKN men då vissa föroreningsmängder ökar och att det inte finns någon mätdata tillgänglig går det inte att utesluta. Eftersom större delen av planområdet i nuläget utgörs av naturmark kommer befintliga mängder inte kunna underskridas för vissa ämnen med konventionella dagvattenanläggningar och det anses inte motiverat att försöka rena vattnet till ännu lägre halter då det skulle innebära stora kostnader. Resurser bör istället läggas på att minska föroreningsmängderna från andra delar av avrinningsområdet där det har större effekt.

9 Slutsats och rekommendationer

En högre andel hårdgjorda ytor medför att dagvattenflödena från planområdet kommer öka. I denna utredning har planområdet delats in i sju mindre delområden utifrån rinnvägar för vilka flöden och fördröjningsbehov har beräknats. Fördröjningen föreslås tillgodoses genom anläggning av våtdammar. När området höjdsätts kommer rinnvägarna och därigenom avrinningsområdena ändras varpå nya flödesberäkningar bör göras inför projektering av dammarna. Inför projektering bör även kompletterande grundvattenmätningar göras vid de föreslagna dammarna för att se om dammarna kan upprätthålla sin permanenta vattennivå med hjälp av grundvattnet eller om dammen behöver utformas med tät botten. De föreslagna dammutformningarna är grova då dessa främst utgör indata för föroreningsberäkningarna och är inte att betrakta som ett byggfärdigt förslag.

För större delen av planområdet bedöms dagvattenledningar kunna anläggas med självfall. I vissa områden behöver höjdsättningen justeras för att uppnå tillräcklig täckning över ledningarna. Ledningsdragningen har utgått ifrån delområdesgränserna och beroende på hur ledningsnätet utformas kan fördröjningsvolymerna i dammarna behöva räknas om för att ta hänsyn till tillkommande vatten.

Intill planområdet ligger Torstäva-Berntorps dikningsföretag. Då dikningsföretaget avser en ledning vilken ska vara placerad öster om väg 738 bedöms exploateringen inte påverka dikningsföretaget negativt då inga rinnvägar korsar vägen.

Skyfallsanalysen visar att inga större översvämningar uppstår i planområdet till följd av den ändrade markanvändningen med undantag för en vattenansamling i den planerade parkmarken i södra delen av delområde 6. När en höjdmodell över området har gjorts bör en ny rinnväg och skyfallsanalys göras för att se till att inga instängda områden skapas samt att trummor under Torsnäsvägen anläggs där de behövs.

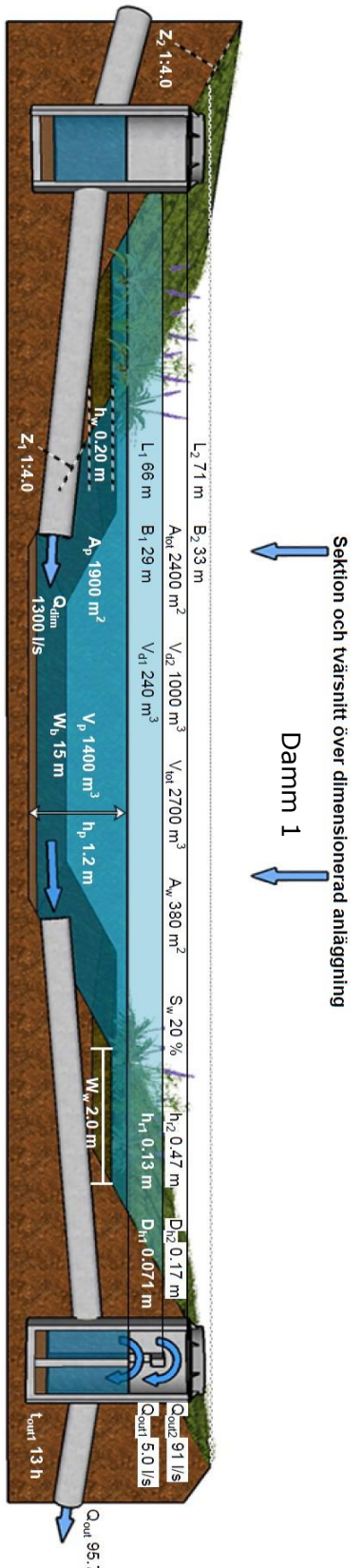
Närheten till Torstävaviken gör att planområdet är sårbart vid havsnivåhöjningar, särskilt den södra delen vilken ligger låglänt. Torsnäsvägen ska i framtiden höjas till 3 m.ö.h. och utgör då en barriär mellan planområdet och viken. Kustöversvämningsanalysen visar dock att planområdets södra delar trots detta blir översvämmat då havsvattnet strömmar igenom vägtrummorna. För att undvika översvämningar vid höga havsnivåer bör därför backventiler installeras på trummorna och planerade dagvattenutlopp.

Föroreningsberäkningarna visar att samtliga föroreningshalter från planområdet efter exploatering och rening underskrider Riktvärdesgruppen riktvärden samt befintliga halter. Eftersom vissa mängder beräknas öka och att det inte finns några uppmätta halter eller referenshalter på VISS går det inte att utesluta att exploateringen påverkar MKN negativt, även om det bedöms osannolikt utifrån de låga föroreningshalterna. Eftersom föreslagna dagvattenanläggningar uppnår en god rening och utgående halter är så pass låga bedöms det inte rimligt att rena vattnet ytterligare. Resurser bör istället läggas på att minska utsläppen från andra delar av avrinningsområdet där åtgärder kan få en större effekt.

10 Referenser

Blecken, G. (2016). Kunskapssammanställning Dagvattenrening. Rapport nr 2016-05. Svenskt Vatten

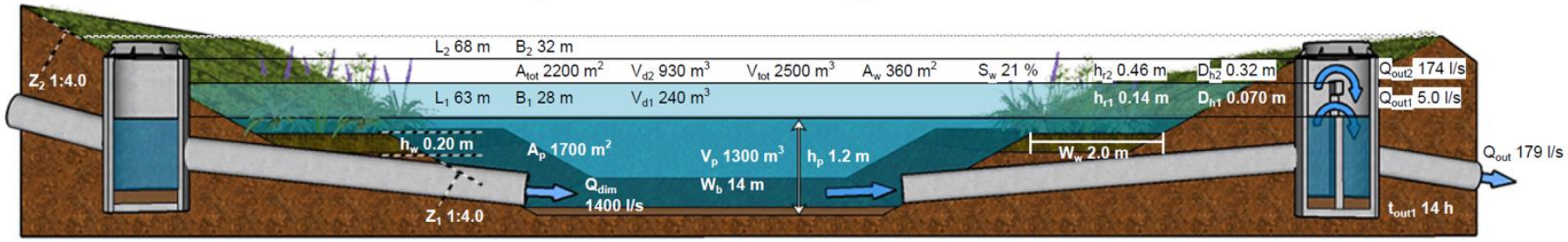
Bilaga 1: Dammutformning



A_p	Permanent vattenyta	Q_{dim}	Dimensionerande flöde
A_{tot}	Total regleryta	Q_{out}	Maximalt utflöde
A_w	Vegetationsyta	Q_{out1}	Utflöde från permanent vattennivå
b_1	Bredd vid permanent vattennivå	Q_{out2}	Utflöde från övre reglervolym
b_2	Bredd vid maximal vattennivå	S_w	Andel vegetation
D_{H1}	Diameter av lägre skibordshål	t_{out1}	Tömningstid för Q_{out1}
D_{H2}	Diameter av övre skibordshål	V_p	Permanent vattenvolym
h_p	Permanent vattendjup	V_{tot}	Total vattenvolym
h_{r1}	Undre reglerhöjd	V_{d1}	Nedre reglervolym
h_{r2}	Övre reglerhöjd	V_{d2}	Övre reglervolym
h_w	Djup på våtmarkszonen	W_b	Bottenbredd
L_1	Längd vid permanent vattennivå	W_w	Bredd av våtmarkzon
L_2	Längd vid maximal vattennivå	Z_1	Nedre släntlutning
		Z_2	Övre släntlutning

Sektion och tvärsnitt över dimensionerad anläggning

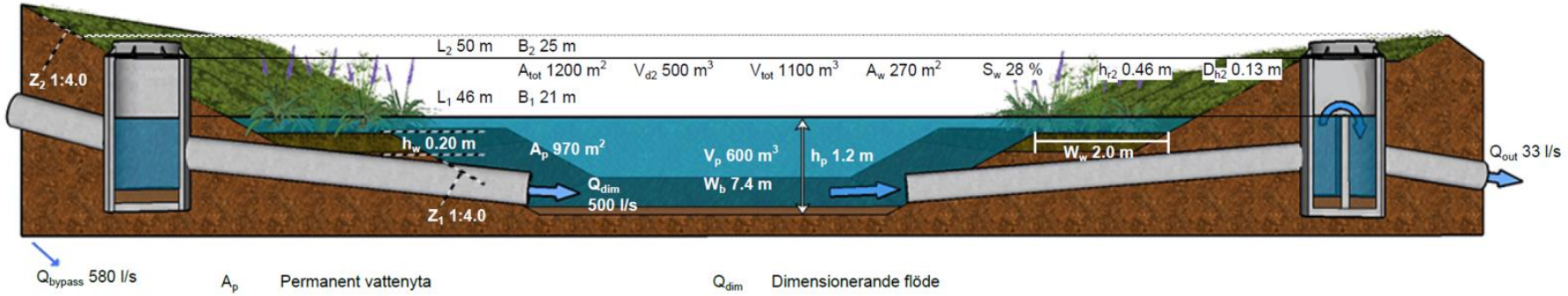
Damm 2



A_p	Permanent vattenyta	Q_{dim}	Dimensionerande flöde
A_{tot}	Total regleryta	Q_{out}	Maximalt utflöde
A_w	Vegetationsyta	Q_{out1}	Utflöde från permanent vattennivå
b_1	Bredd vid permanent vattennivå	Q_{out2}	Utflöde från övre reglervolym
b_2	Bredd vid maximal vattennivå	S_w	Andel vegetation
D_{H1}	Diameter av lägre skibordshål	t_{out1}	Tömningstid för Qout1
D_{H2}	Diameter av övre skibordshål	V_p	Permanent vattenvolym
h_p	Permanent vattendjup	V_{tot}	Total vattenvolym
h_{r1}	Undre reglerhöjd	V_{d1}	Nedre reglervolym
h_{r2}	Övre reglerhöjd	V_{d2}	Övre reglervolym
h_w	Djup på våtmarkszonen	W_b	Bottenbredd
L_1	Längd vid permanent vattennivå	W_w	Bredd av våtmarkzon
L_2	Längd vid maximal vattennivå	Z_1	Nedre släntlutning
		Z_2	Övre släntlutning

Sektion och tvärsnitt över dimensionerad anläggning

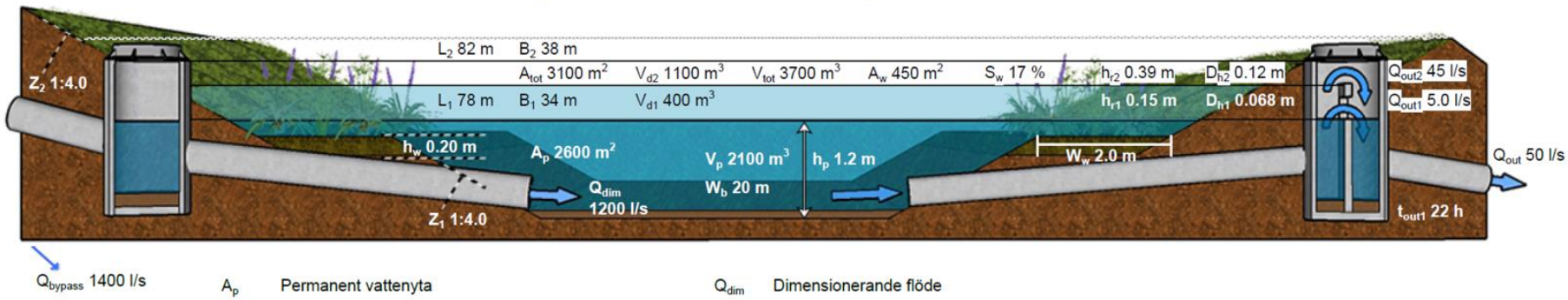
Damm 5



A_p	Permanent vattenyta	Q_{dim}	Dimensionerande flöde
A_{tot}	Total regleryta	Q_{out}	Maximalt utflöde
A_w	Vegetationsyta	Q_{out2}	Utflöde från övre reglervolym
b_1	Bredd vid permanent vattennivå	Q_{bypass}	Bräddat flöde
b_2	Bredd vid maximal vattennivå	S_w	Andel vegetation
D_{H2}	Diameter av övre skibordshål	t_{out1}	Tömningstid för Qout1
h_p	Permanent vattendjup	V_p	Permanent vattenvolym
h_{r2}	Övre reglerhöjd	V_{tot}	Total vattenvolym
h_w	Djup på våtmarkszonen	V_{d2}	Övre reglervolym
L_1	Längd vid permanent vattennivå	W_b	Bottenbredd
L_2	Längd vid maximal vattennivå	W_w	Bredd av våtmarkzon
		Z_1	Nedre släntlutning
		Z_2	Övre släntlutning

Sektion och tvärsnitt över dimensionerad anläggning

Damm 6

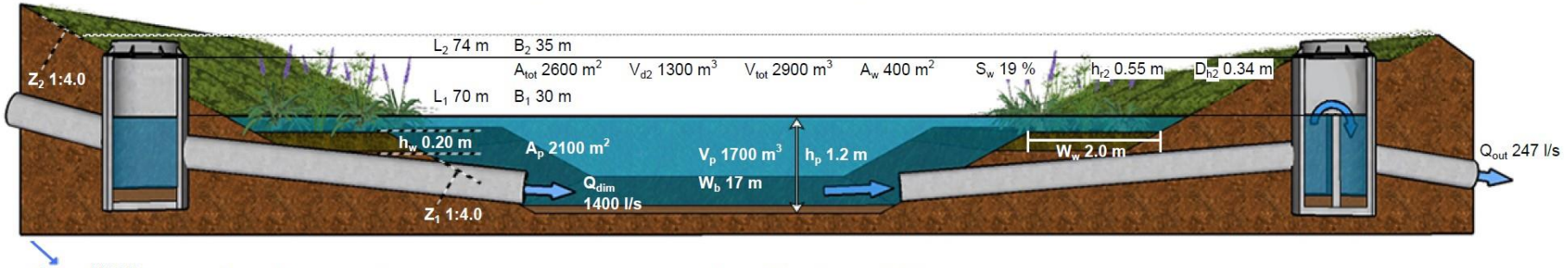


A_p	Permanent vattenyta
A_{tot}	Total regleryta
A_w	Vegetationsyta
b_1	Bredd vid permanent vattennivå
b_2	Bredd vid maximal vattennivå
D_{H1}	Diameter av lägre skibordshål
D_{H2}	Diameter av övre skibordshål
h_p	Permanent vattendjup
h_{r1}	Undre reglerhöjd
h_{r2}	Övre reglerhöjd
h_w	Djup på våtmarkszonen
L_1	Längd vid permanent vattennivå
L_2	Längd vid maximal vattennivå

Q_{dim}	Dimensionerande flöde
Q_{out}	Maximalt utflöde
Q_{out1}	Utflöde från permanent vattennivå
Q_{out2}	Utflöde från övre reglervolym
Q_{bypass}	Bräddat flöde
S_w	Andel vegetation
t_{out1}	Tömningstid för Qout1
V_p	Permanent vattenvolym
V_{tot}	Total vattenvolym
V_{d1}	Nedre reglervolym
V_{d2}	Övre reglervolym
W_b	Bottenbredd
W_w	Bredd av våtmarkzon
Z_1	Nedre släntlutning
Z_2	Övre släntlutning

Sektion och tvärsnitt över dimensionerad anläggning

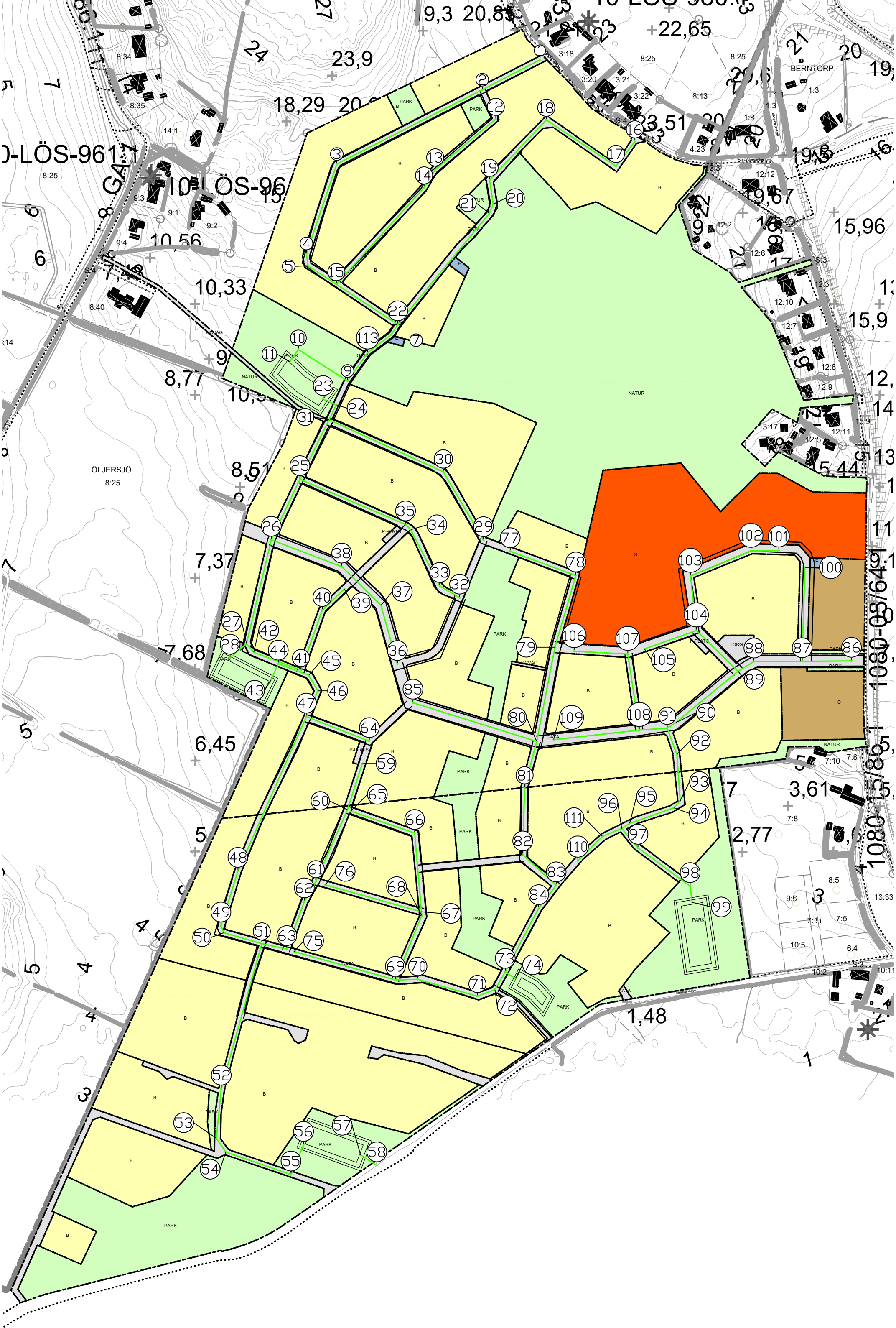
Damm 347

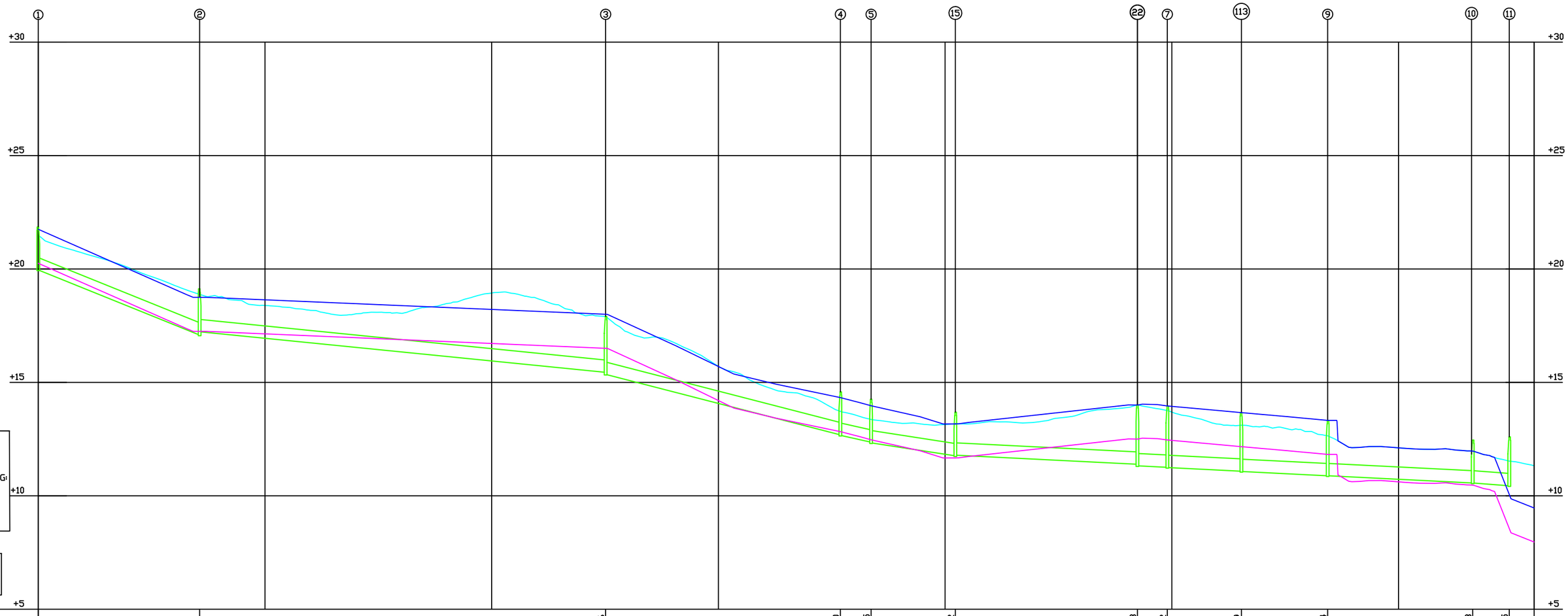


A_p	Permanent vattenyta
A_{tot}	Total regleryta
A_w	Vegetationsyta
b_1	Bredd vid permanent vattennivå
b_2	Bredd vid maximal vattennivå
D_{H2}	Diameter av övre skibordshål
h_p	Permanent vattendjup
h_{r2}	Övre reglerhöjd
h_w	Djup på våtmarkszonen
L_1	Längd vid permanent vattennivå
L_2	Längd vid maximal vattennivå

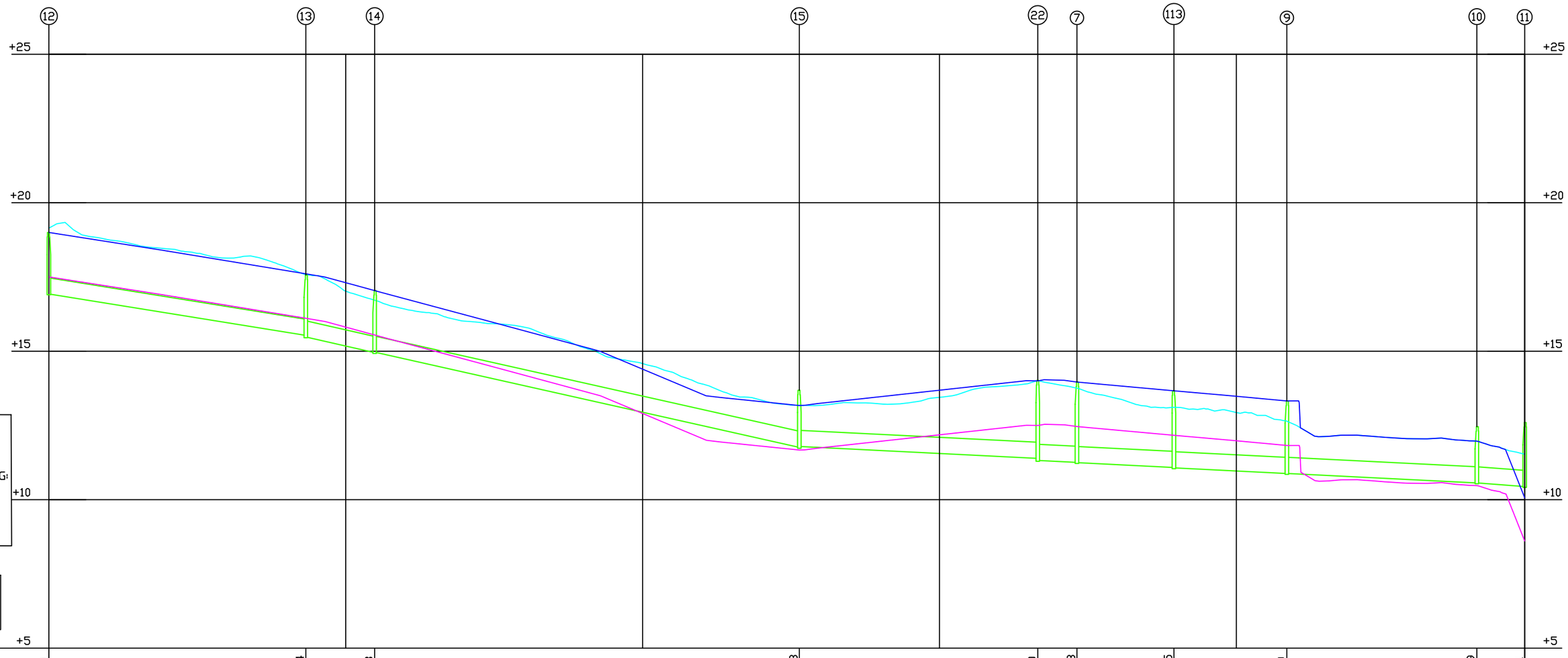
Q_{dim}	Dimensionerande flöde
Q_{out}	Maximalt utflöde
Q_{out2}	Utflöde från övre reglervolym
Q_{bypass}	Bräddat flöde
S_w	Andel vegetation
t_{out1}	Tömningstid för Qout1
V_p	Permanent vattenvolym
V_{tot}	Total vattenvolym
V_{d2}	Övre reglervolym
W_b	Bottenbredd
W_w	Bredd av våtmarkzon
Z_1	Nedre släntlutning
Z_2	Övre släntlutning

Bilaga 2: Ledningsplan och profiler


B
PARK
NATUR
GATA
GCVÄG
P-PLATS
TORG
S
C
ÖLJERSJÖ
8:25
BERNTORP
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
113
8,51
7,37
7,68
6,45
10,56
10,33
8,77
23,9
18,29
19,3
20,85
22,65
23,51
19,67
15,96
15,9
15,44
3,61
2,77
1,48



LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/071.17	0/250.26	0/353.80	0/367.35	0/404.52	0/484.83	0/498.02	0/530.69	0/568.74	0/632.73	0/648.85	
DAGVATTEN													
LUTNING I ‰	40.3‰	10.0‰	25.8‰	22.4‰	15.4‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	7.6‰		



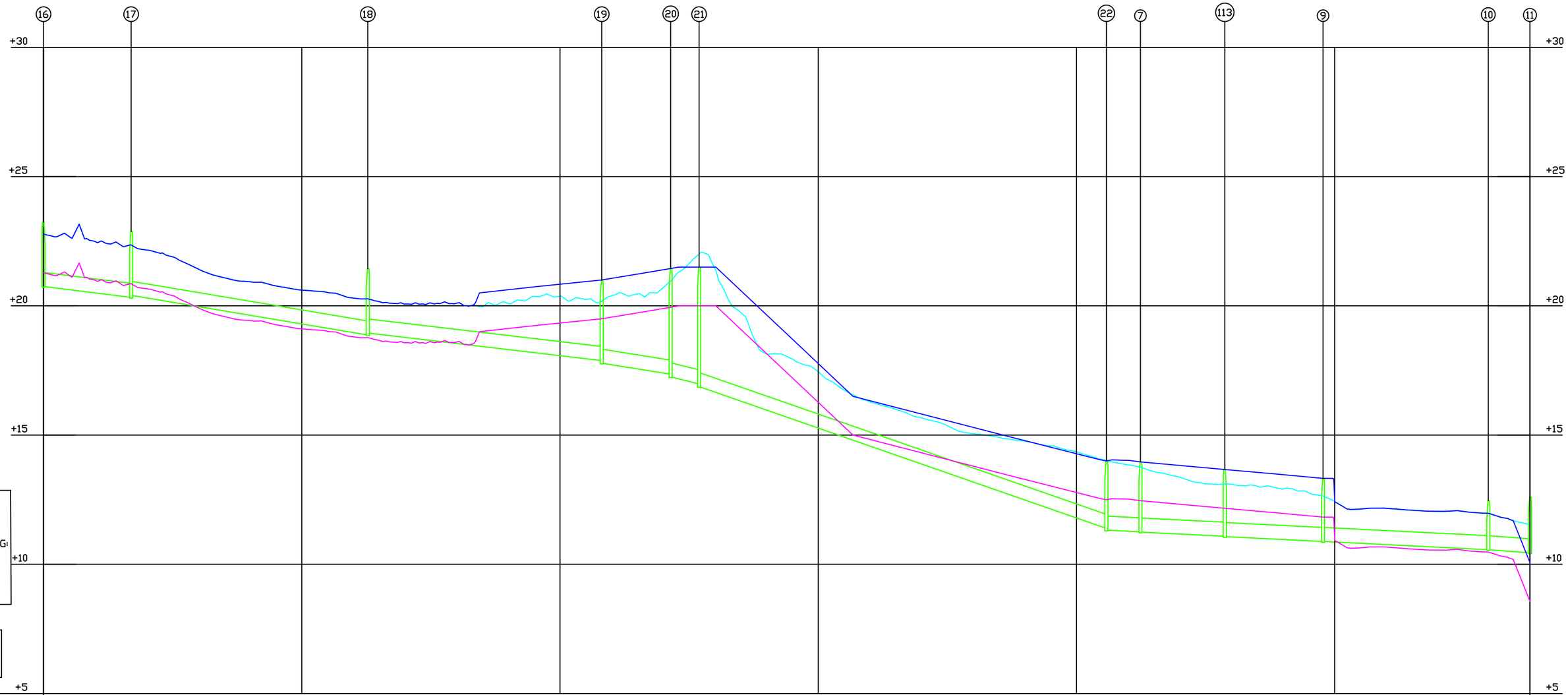
BEF. MARK:

GRÖV HÖJDSÄTTNING:

1,5 M TÄCKNING
G. HÖJDSÄTTNING:

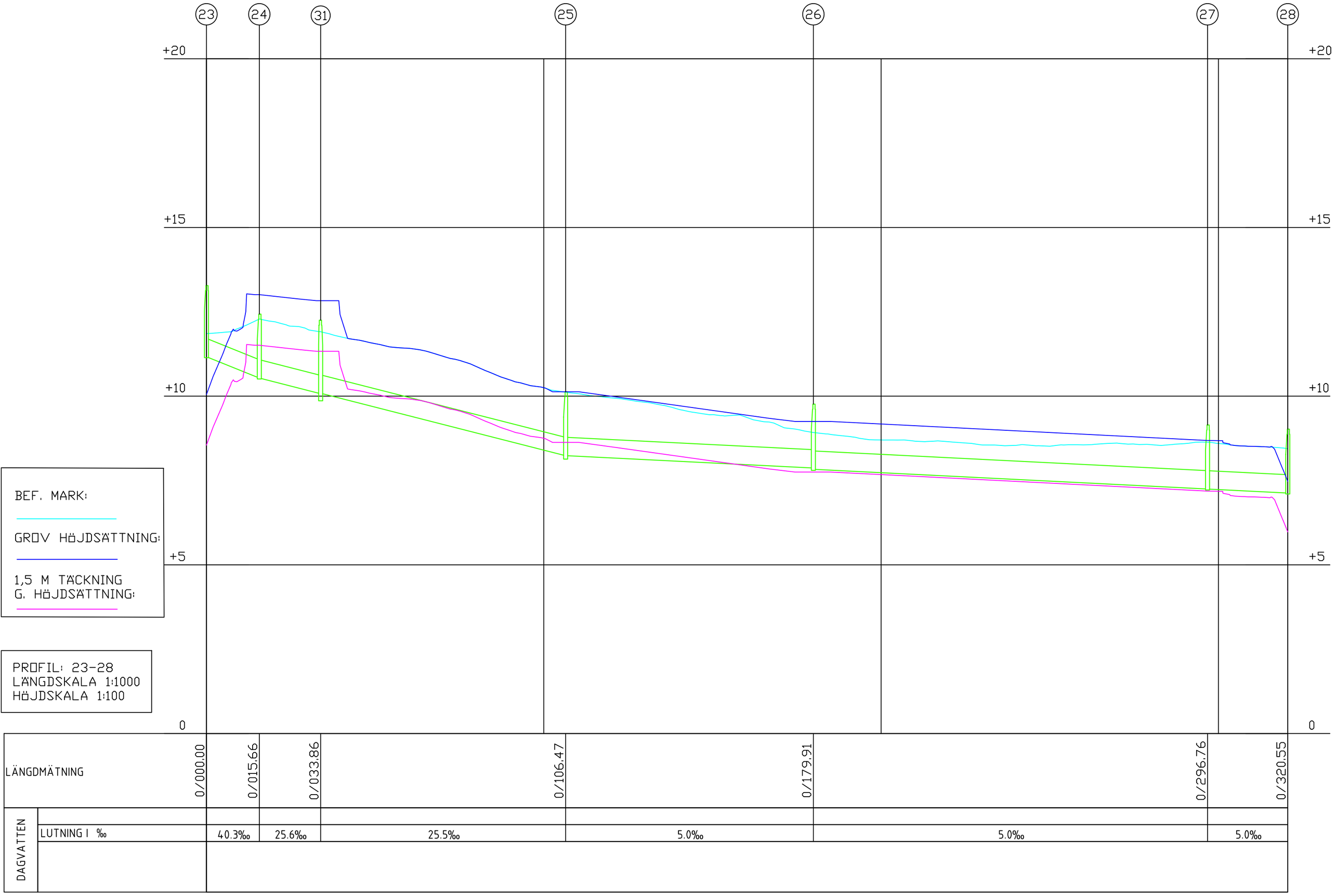
PROFIL: 12–11
LÄNGDSKALA 1:1000
HÖJDSKALA 1:100

LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/086.54	0/109.73	0/252.78	0/333.10	0/346.28	0/378.95	0/417.00	0/480.99	0/497.11
DAGVATTEN										
LUTNING I ‰		16.1‰	22.8‰	22.4‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	7.6‰

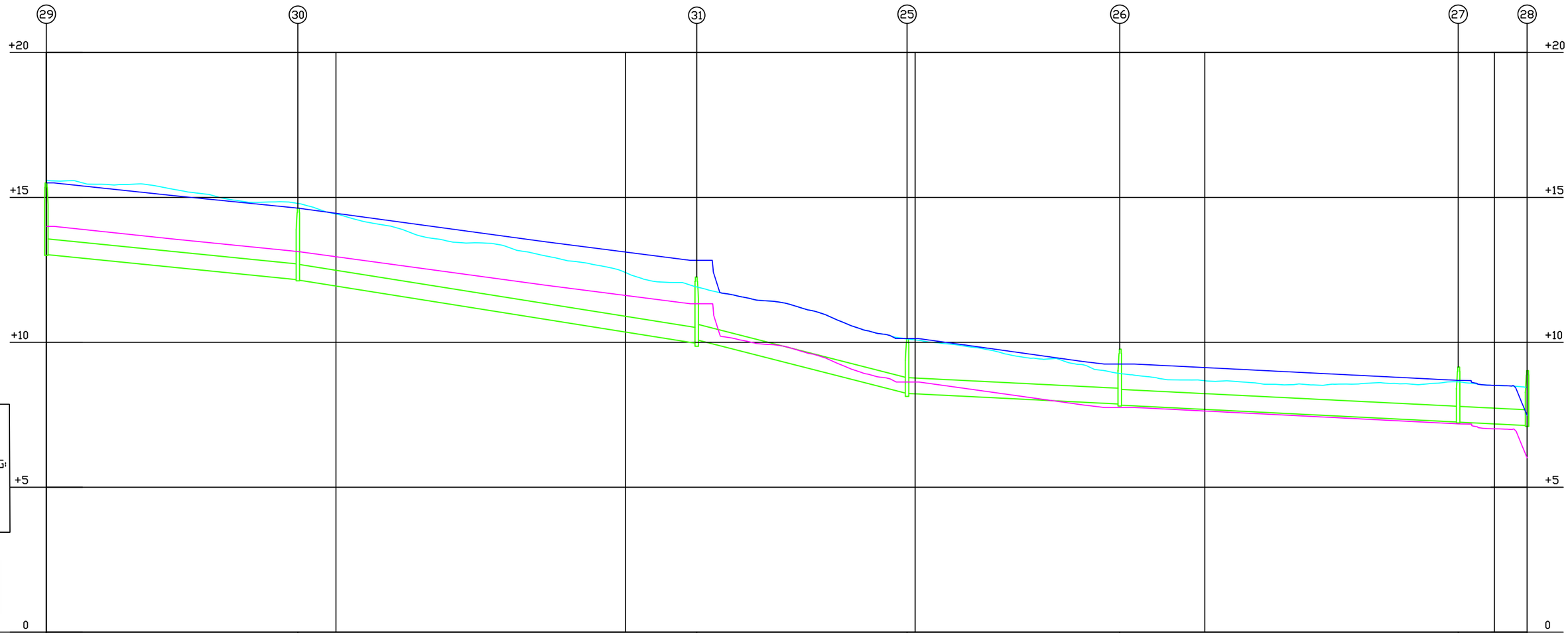


LÄNGDMÄTNING

DAGVATTEN												
LUTNING I ‰	12.5‰	16.8‰	11.8‰	16.0‰	25.3‰	34.8‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	7.6‰
	20.82										



LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/015.66	0/033.86	0/106.47	0/179.91	0/296.76	0/320.55	
DAGVATTEN								
	LUTNING I ‰	40.3‰	25.6‰	25.5‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	



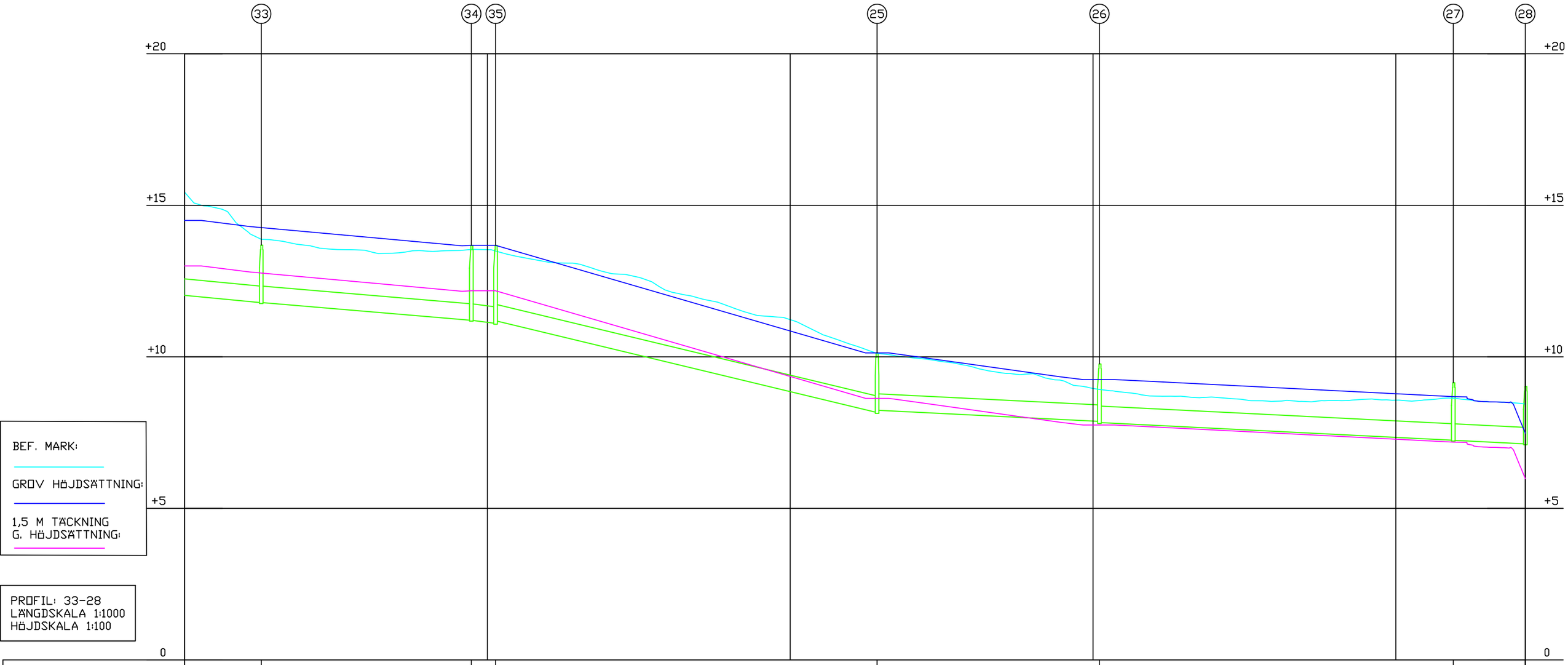
BEF. MARK:

GRÖV HÖJDSÄTTNING:

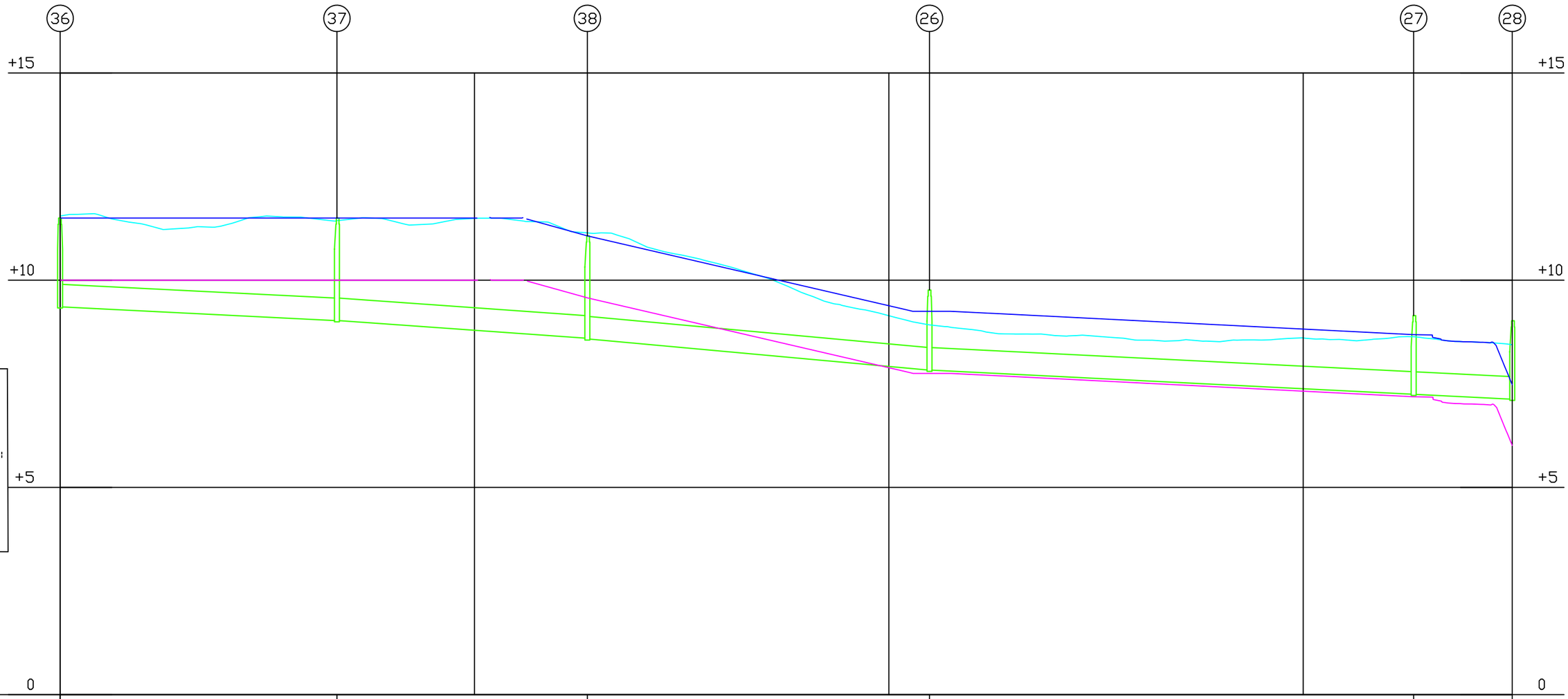
1,5 M TÄCKNING
G. HÖJDSÄTTNING:

PROFIL: 29-28
LÄNGDSKALA 1:1000
HÖJDSKALA 1:100

LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/086.85	0/224.58	0/297.19	0/370.63	0/487.48	0/511.27
SPILLVATTEN							
LUTNING I ‰	10.0‰	15.9‰	25.5‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	



LÄNGDMÄTNING		0/025.31	0/094.69	0/102.69	0/228.68	0/302.12	0/418.97	0/442.76
DAGVATTEN	LUTNING I ‰	9.5‰	8.5‰	13.0‰	24.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰



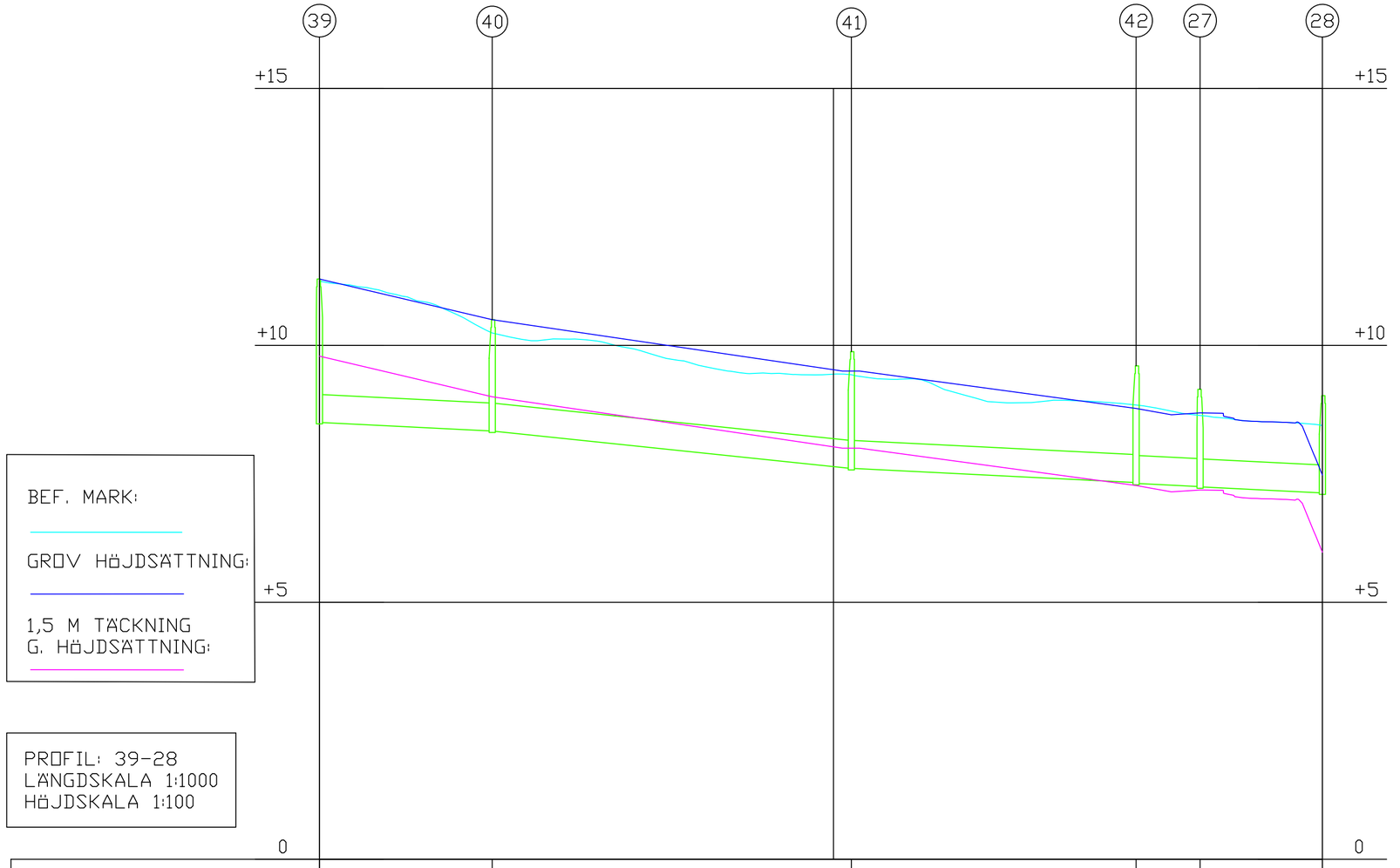
BEF. MARK:

GROV HÖJDSÄTTNING:

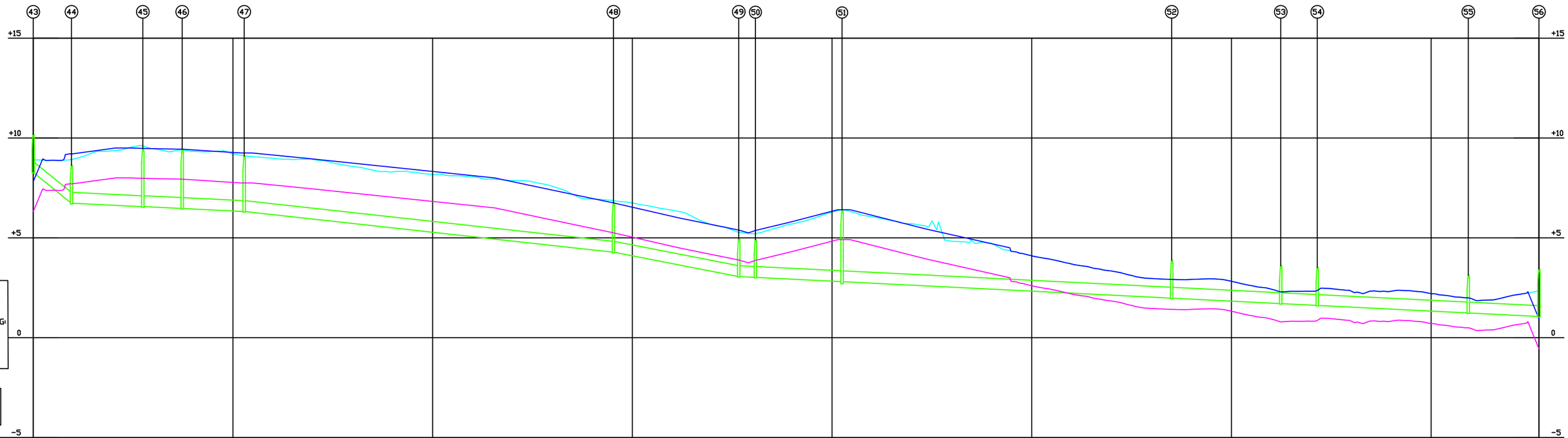
1,5 M TÄCKNING
G. HÖJDSÄTTNING:

PROFIL: 36-28
LÄNGDSKALA 1:1000
HÖJDSKALA 1:100

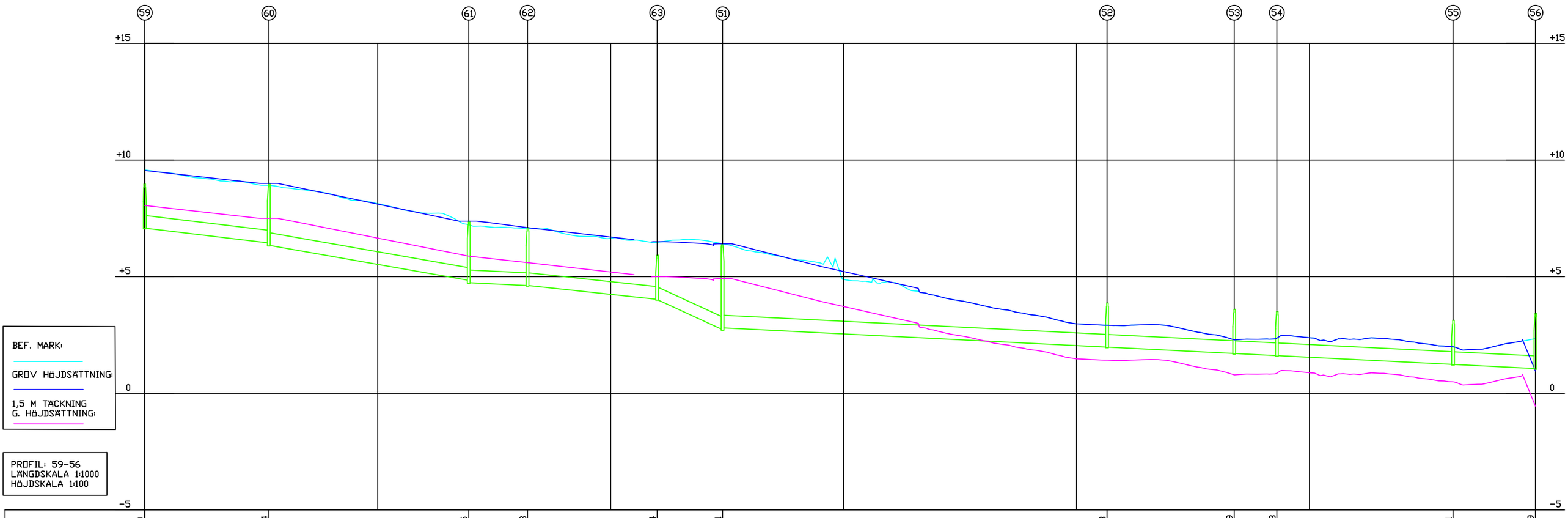
LÄNGDMÄTNING		0/000.00	0/066.80	0/127.24	0/209.80	0/326.65	0/350.44
DAGVATTEN							
	LUTNING I ‰		5.0‰	7.1‰	9.1‰	5.0‰	5.0‰



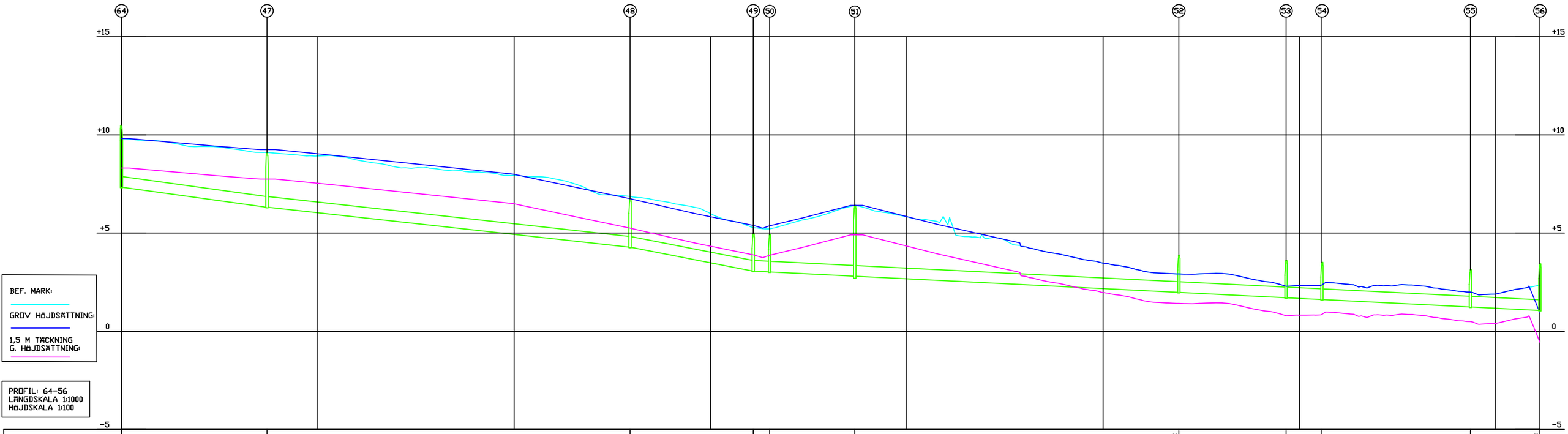
LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/033.60	0/103.46	0/158.85	0/171.30	0/195.09
DAGVATTEN — LUTNING I ‰		5.0‰	10.4‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰


43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
+15
+10
+5
0
-5
BEF. MARK:
GRÖV HÖJDSÄTTNING:
1,5 M TÄCKNING
G. HÖJDSÄTTNING:
PROFIL: 43-56
LÄNGDSKALA 1:1000
HÖJDSKALA 1:100

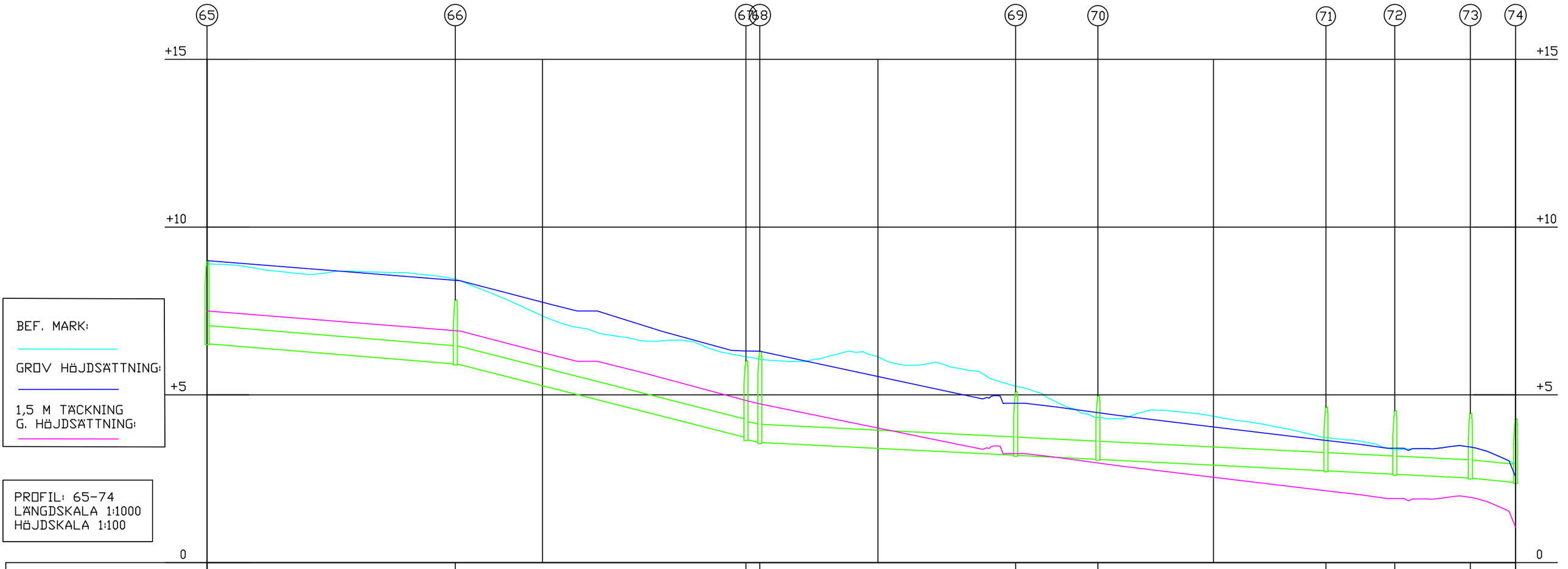
| | | |



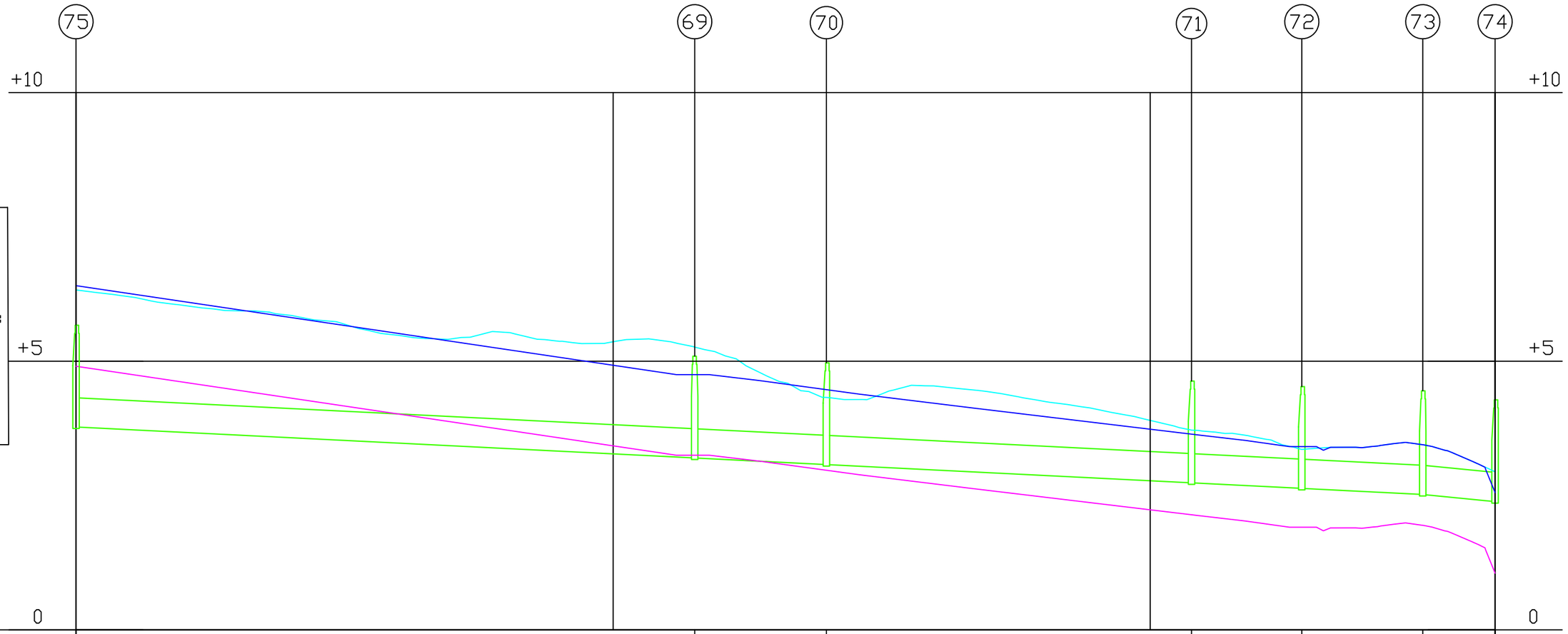
LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/053.24	0/139.05	0/164.28	0/219.94	0/248.01	0/413.08	0/467.69	0/485.98	0/561.61	0/596.99
DAGVATTEN LUTNING I ‰		11.9‰	17.5‰	4.9‰	10.7‰	45.9‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰



LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/074.11	0/259.03	0/321.77	0/330.13	0/373.51	0/538.58	0/593.18	0/611.47	0/687.10	0/722.48
DAGVATTEN LUTNING I ‰		13.8‰	11.0‰	19.5‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰



LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/074.00	0/160.63	0/164.78	0/241.03	0/265.55	0/333.53	0/354.06	0/376.58	0/390.05
DAGVATTEN										
LUTNING I ‰	8.2‰	25.5‰	22.3‰		5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.1‰	10.0‰



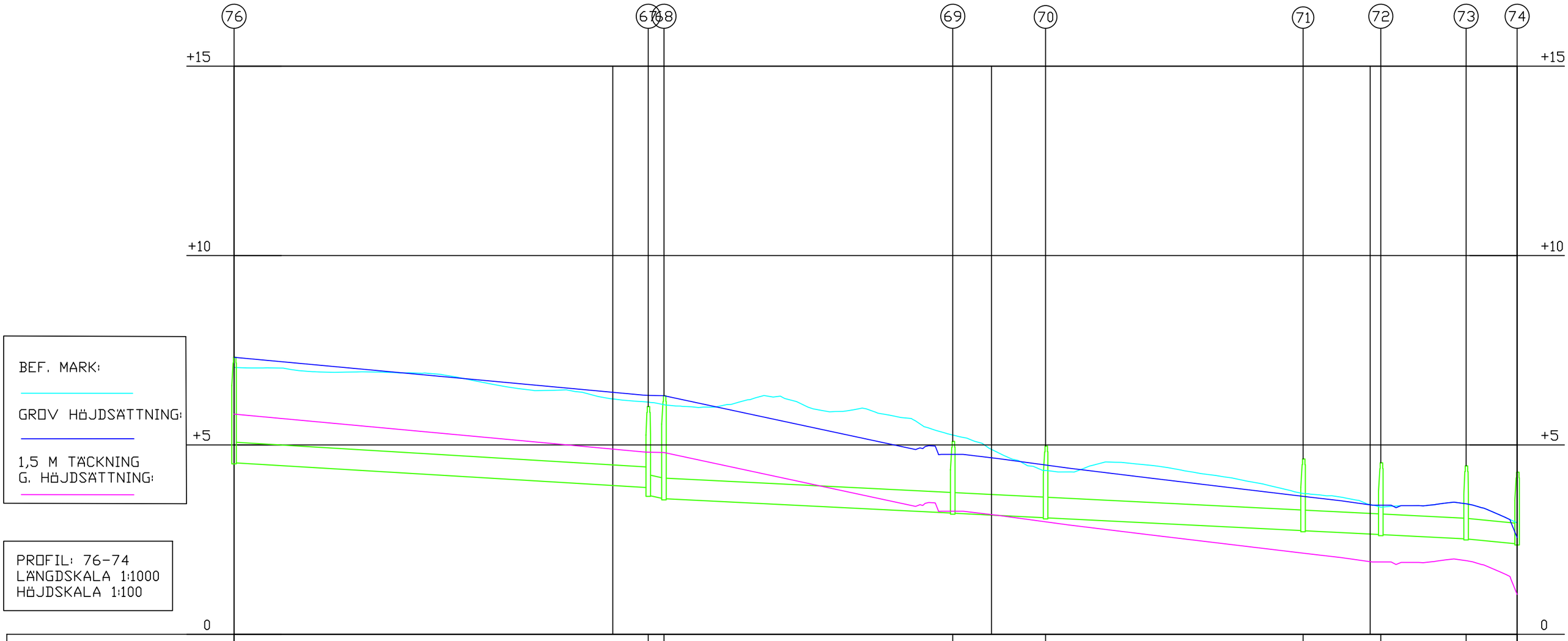
BEF. MARK:

GROV HÖJDSÄTTNING:

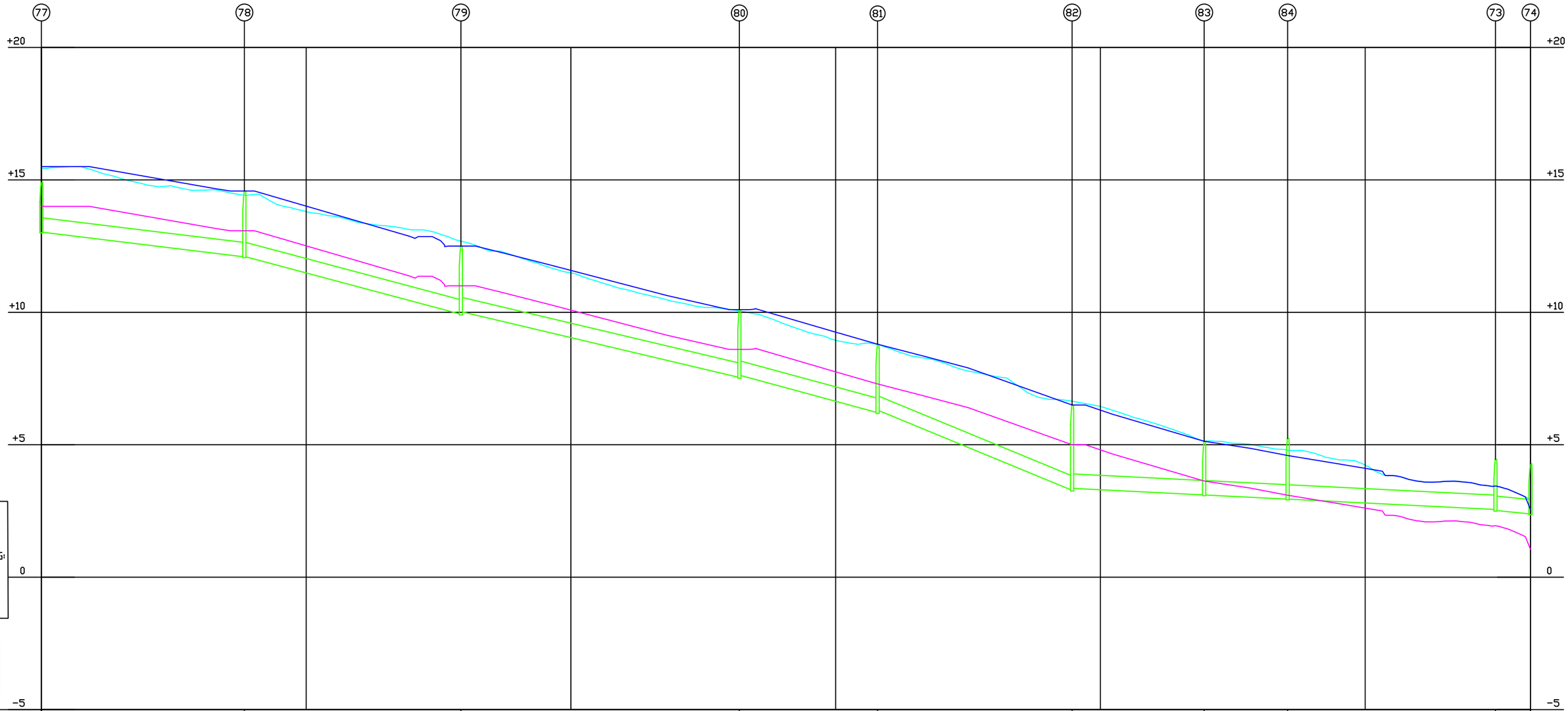
1,5 M TÄCKNING
G. HÖJDSÄTTNING:

PROFIL: 75-74
LÄNGDSKALA 1:1000
HÖJDSKALA 1:100

LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/115.19	0/139.70	0/207.69	0/228.22	0/250.74	0/264.21
DAGVATTEN							
	LUTNING I ‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.1‰	10.0‰



LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/109.36	0/113.51	0/189.76	0/214.28	0/282.26	0/302.79	0/325.31	0/338.78
DAGVATTEN									
LUTNING I ‰	6.0‰	22.3‰		5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.1‰	10.0‰



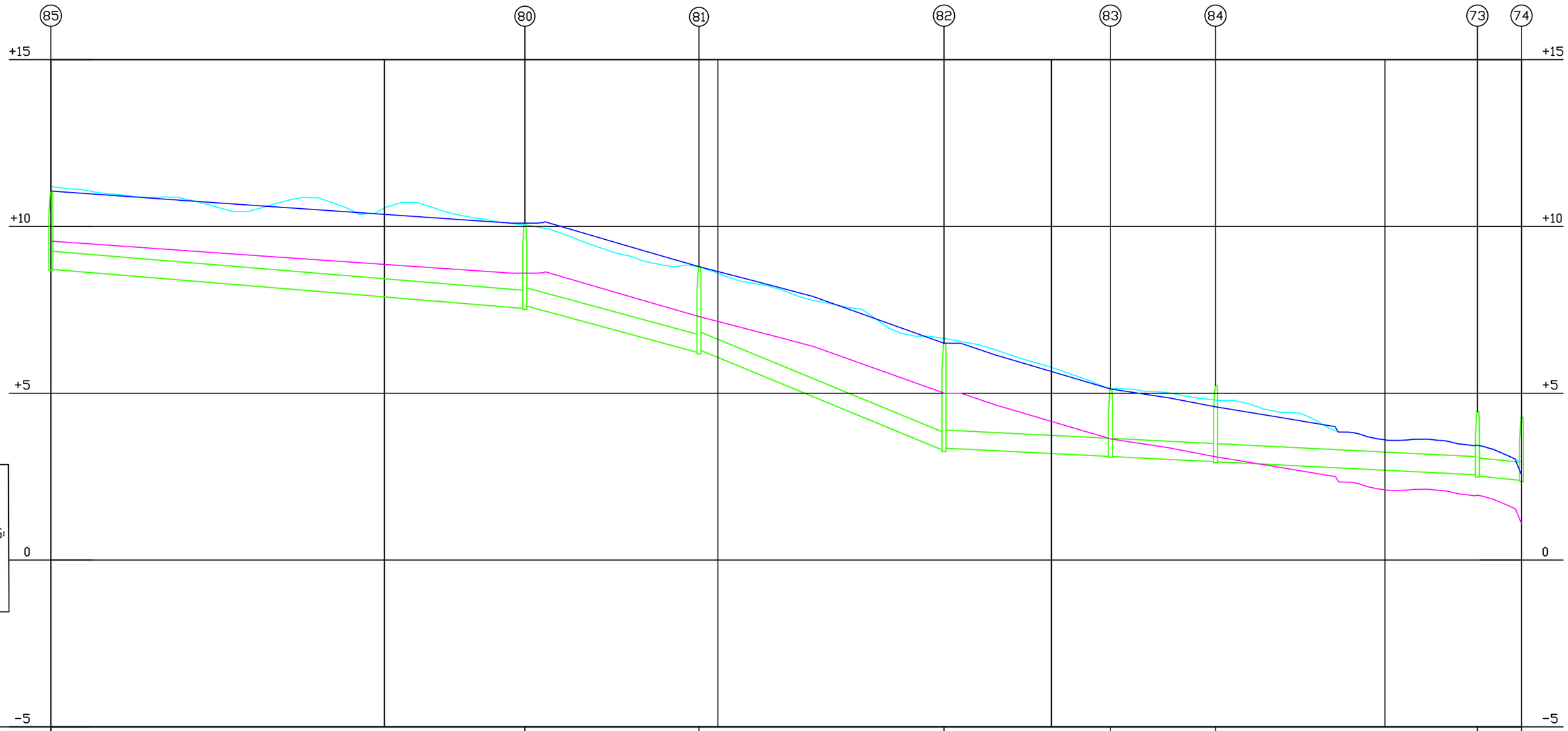
BEF. MARK:

GRÖV HÖJDSÄTTNING:

1,5 M TÄCKNING
G. HÖJDSÄTTNING:

PROFIL: 77-74
LÄNGDSKALA 1:1000
HÖJDSKALA 1:100

LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/076.66	0/158.44	0/263.63	0/315.84	0/389.31	0/439.19	0/470.71	0/549.23	0/562.44	
DAGVATTEN											
	LUTNING I ‰	12.2‰	26.7‰	23.7‰	27.1‰	41.2‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	10.0‰	



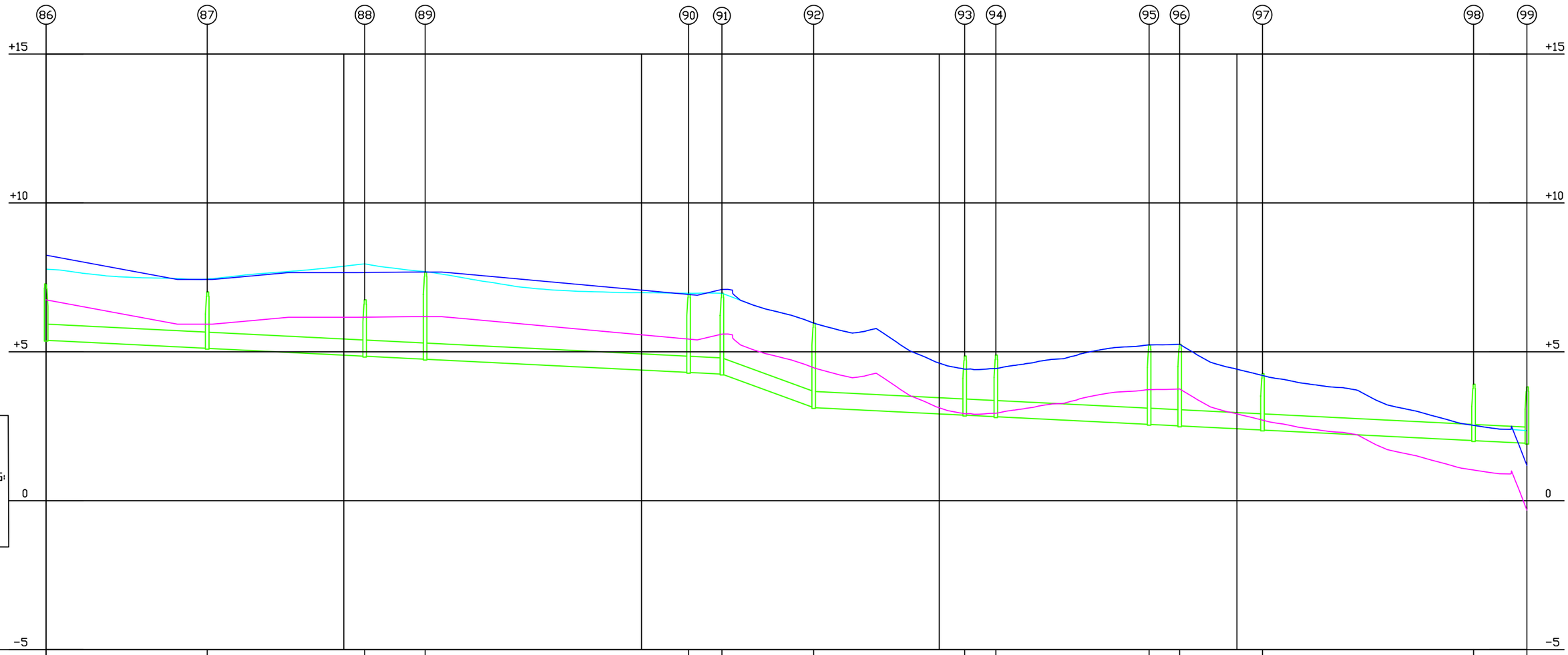
BEF. MARK:

GRÖV HÖJDSÄTTNING:

1,5 M TÄCKNING
G. HÖJDSÄTTNING:

PROFIL: 85-74
LÄNGDSKALA 1:1000
HÖJDSKALA 1:100

LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/142.12	0/194.33	0/267.79	0/317.68	0/349.20	0/427.71	0/440.93
DAGVATTEN								
	LUTNING I ‰	8.3‰	27.1‰	41.2‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	10.0‰



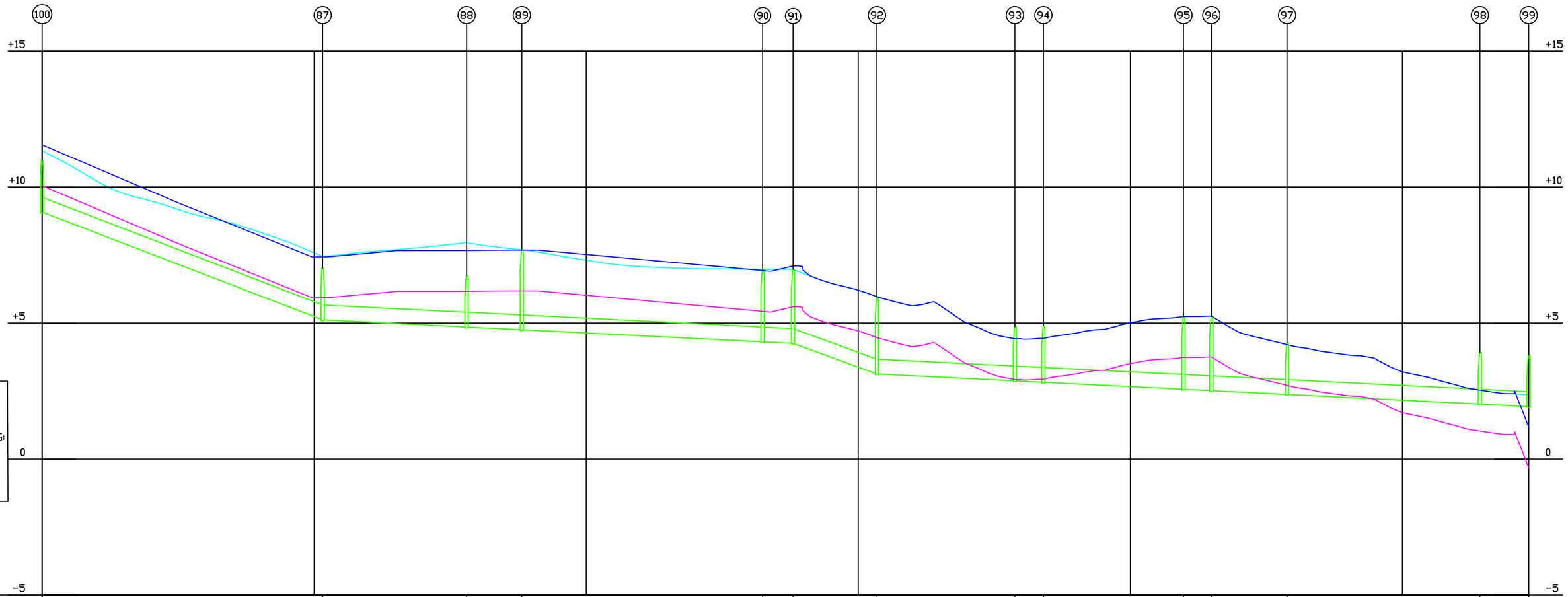
BEF. MARK:

GRÖV HÖJDSÄTTNING:

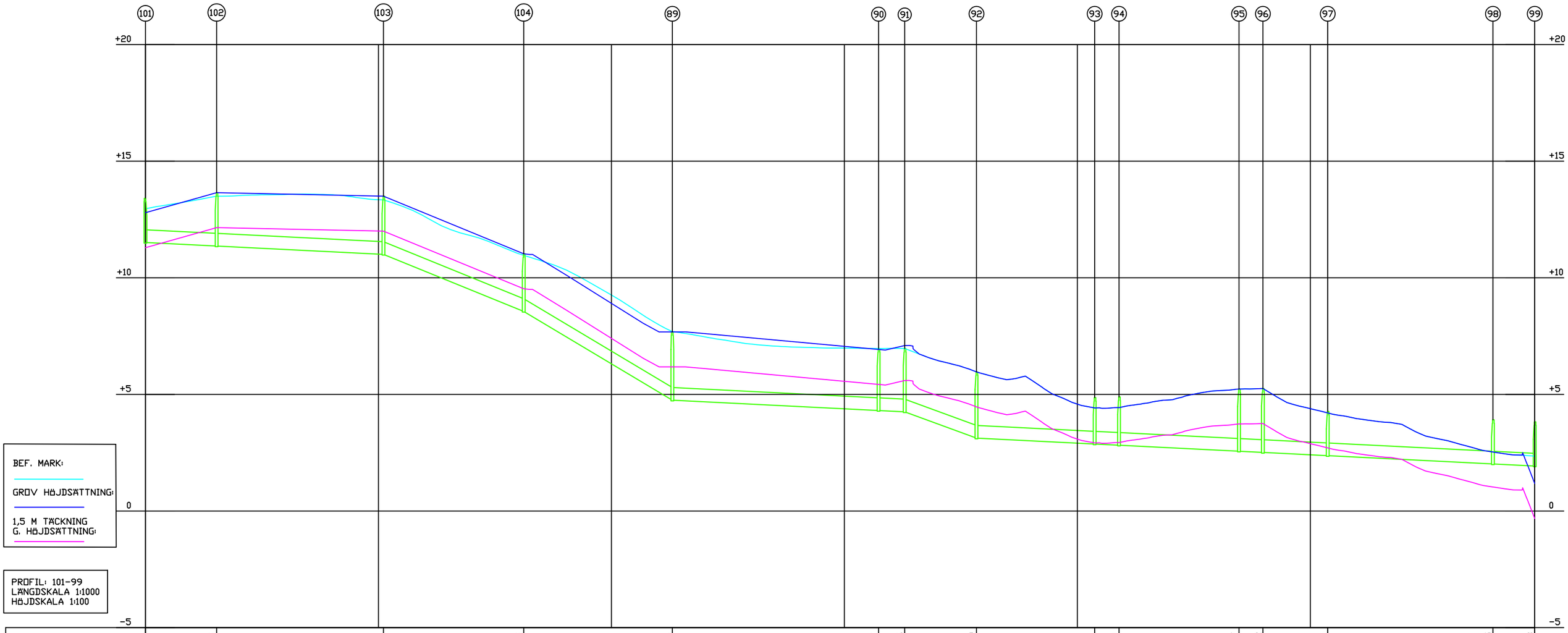
1,5 M TÄCKNING
G. HÖJDSÄTTNING:

PROFIL: 86-99
LÄNGDSKALA 1:1000
HÖJDSKALA 1:100

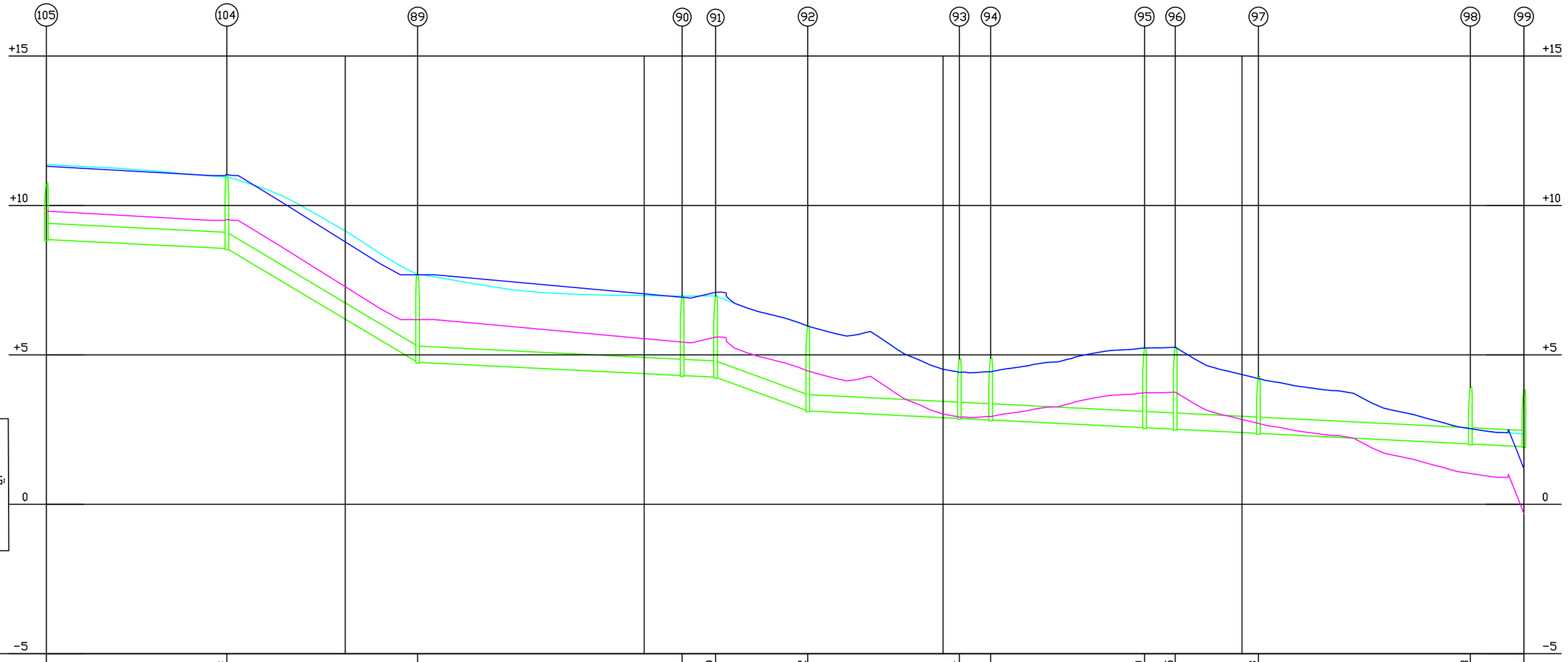
LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/054.10	0/107.01	0/127.31	0/215.81	0/227.01	0/257.83	0/308.55	0/319.02	0/370.51	0/380.77	0/408.59	0/479.50	0/497.42
DAGVATTEN														
LUTNING I ‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	36.5‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	



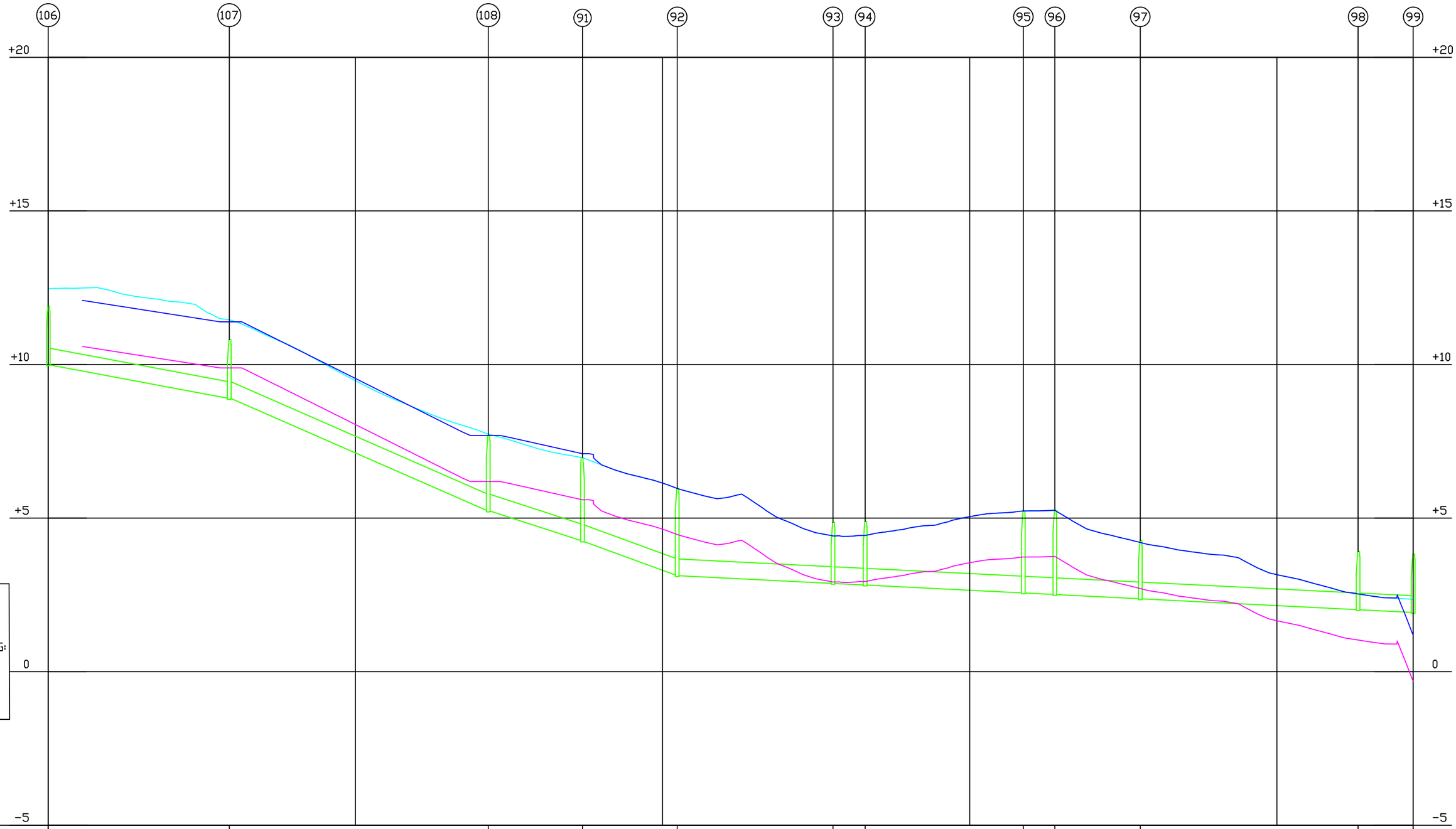
LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/103.11	0/156.02	0/176.32	0/264.83	0/276.02	0/306.84	0/357.57	0/368.04	0/419.52	0/429.78	0/457.61	0/528.51	0/546.43
DAGVATTEN LUTNING I ‰	38.4‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	36.5‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	



LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/030.55	0/102.16	0/162.35	0/226.16	0/314.67	0/325.86	0/356.69	0/407.41	0/417.88	0/469.37	0/479.62	0/507.45	0/578.35	0/596.28
DAGVATTEN															
LUTNING i ‰		5.0‰	5.0‰	40.6‰	59.7‰	5.0‰	5.0‰	36.5‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰



LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/060.38	0/124.19	0/212.70	0/223.89	0/254.72	0/305.44	0/315.91	0/367.40	0/377.65	0/405.48	0/476.38	0/494.31
DAGVATTEN													
LUTNING I ‰	5.0‰	59.7‰	5.0‰	5.0‰	36.5‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	



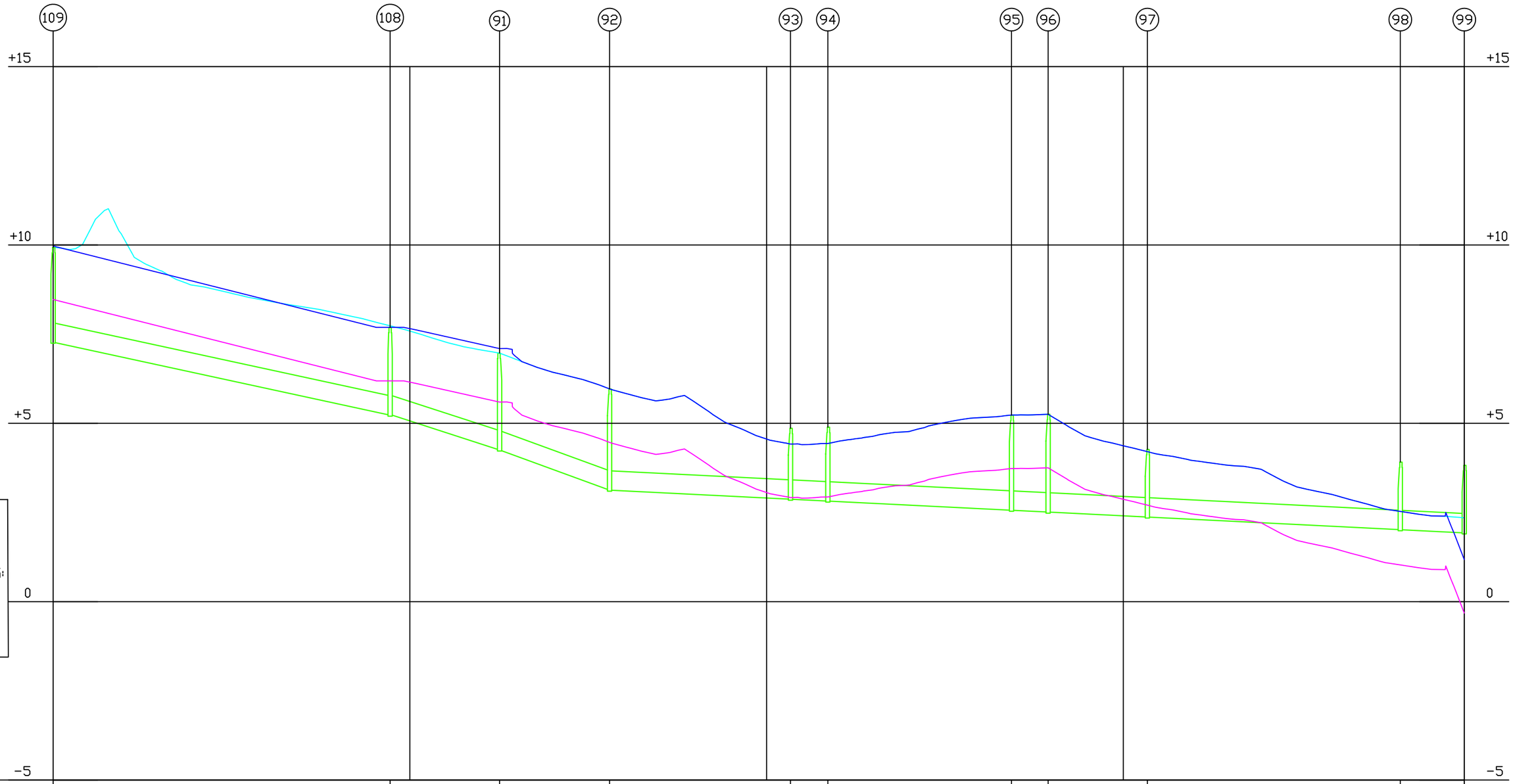
BEF. MARK:

GROV HÖJDSÄTTNING:

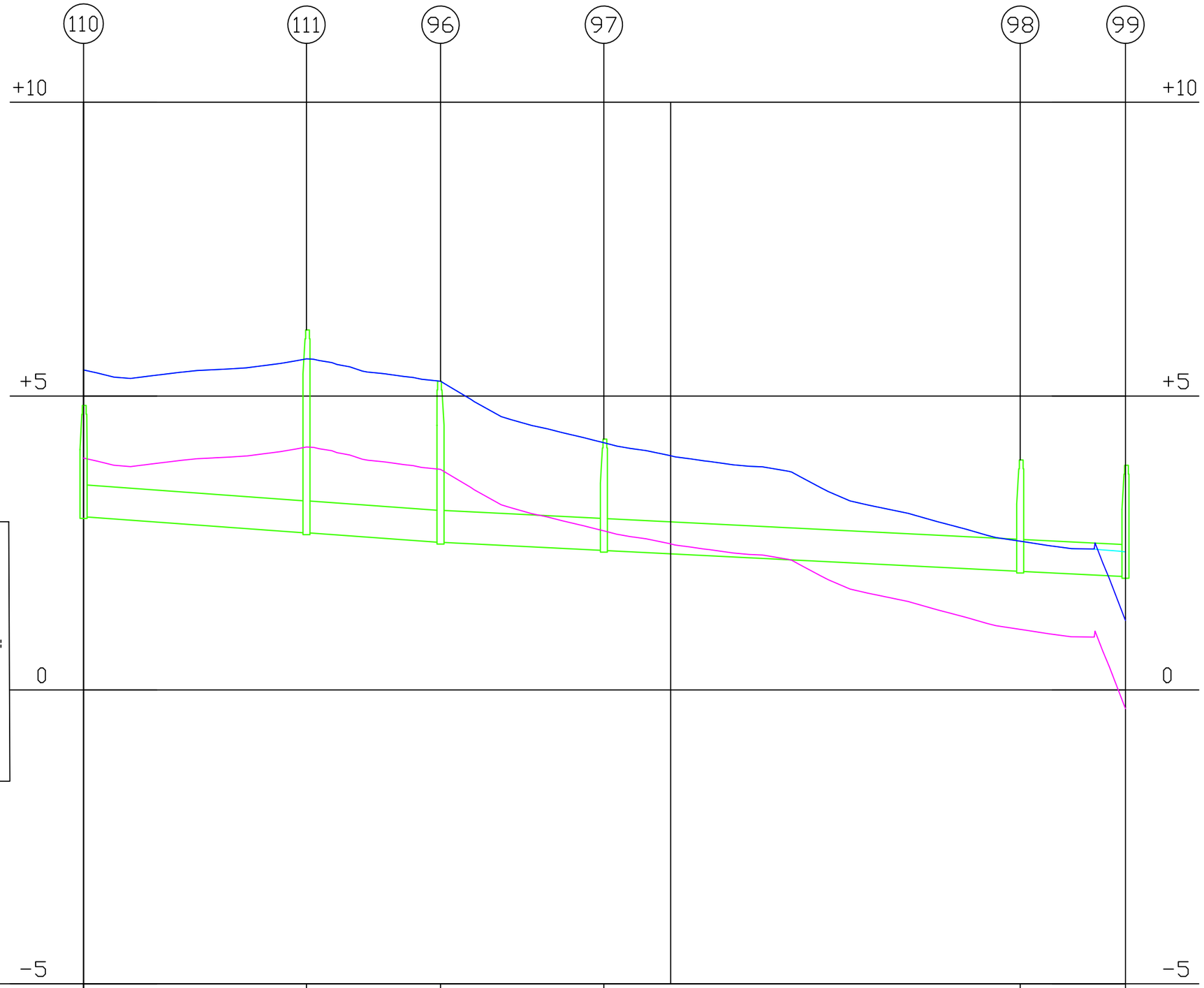
1,5 M TÄCKNING
G. HÖJDSÄTTNING:

PROFIL: 106-99
LÄNGDSKALA 1:1000
HÖJDSKALA 1:100

LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/058.96	0/143.25	0/173.94	0/204.76	0/255.48	0/265.95	0/317.44	0/327.70	0/355.52	0/426.43	0/444.35
DAGVATTEN												
	LUTNING I ‰	18.7‰	43.8‰	32.5‰	36.5‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰



LÄNGDMÄTNING	0/000.00	0/094.47	0/125.16	0/155.98	0/206.70	0/217.17	0/268.66	0/278.92	0/306.74	0/377.64	0/395.57	
DAGVATTEN												
	LUTNING I ‰	21.7‰	32.5‰	36.5‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰	



BEF. MARK:

GRÖV HÖJDSÄTTNING:

1,5 M TÄCKNING
G. HÖJDSÄTTNING:

PROFIL: 110-99
LÄNGDSKALA 1:1000
HÖJDSKALA 1:100

LÄNGDMÄTNING		0/000.00	0/037.96	0/060.79	0/088.61	0/159.51	0/177.44
DAGVATTEN							
	LUTNING I ‰		7.3‰	7.2‰	5.0‰	5.0‰	5.0‰