

PM GEOTEKNIK  
**DPL FSK NOLHAGA**



SLUTRAPPORT  
2019-09-06, REV 1 - 2019-12-19

**UPPDRAG** 296266, Dpl fsk Nolhaga  
Titel på rapport: PM Geoteknik, Dpl fsk Nolhaga  
Status: Slutrapport  
Datum: 2019-09-06, rev 1 - 2019-12-19

**MEDVERKANDE**

Beställare: AB Alingsåshem  
Kontaktperson: Malin Wallin

Konsult: Tyréns AB  
Uppdragsansvarig: Jonas Karlsson  
Handläggare: Jonas Karlsson  
Kvalitetsgranskare: Marius Tremblay

## Sammanfattning

I samband med arbete för ny detaljplan har en geoteknisk utredning utförts för att ge underlag avseende de geotekniska förhållandena.

Undergrunden utgörs av siltig sand till ca 6 m djup enligt utförda undersökningar.

Utifrån utförd Översvämningskartering kan utläsas att vattennivån riskerar stiga till nivån +62 inom planområdet. Sannolikheten för så höga nivåer bedöms vara mycket liten.

Högsta kända högvatten i Sävån är +60,1. Vanlig högsta nivå under vintertid är +59,2. Sommaren 2018, vilket var ett mycket torrt år, var vattennivån +57,8.

Erosion i slänten finns idag främst i anslutning till brostödet i norra delen av området samt strax söder ut. Här rekommenderas att erosionskydd utlägges för att förhindra vidare erosion.

Slänterna ner i Sävån är ca 5 till 7 m höga och lutar ca 1:2,5 till drygt 1:3.

Stabiliteten är kontrollerad i tre sektioner. På ytor för planerad förskolegård har markfyllningarna gjorts till nivån +62 som ska klara översvämnningar.

Stabiliteten för planområdet är tillfredsställande både för befintliga förhållanden och uppfyllningar till nivån +62. Risken för skred i planområdet är låg. Med tiden kan erosion medföra mindre skred/jordsläpp i nedre delen av slänterna. För att motverka detta bör erosionskydd finnas och vara fungerande.

Undergrunden är inte sättningkänslig. Sättningar förväntas bli små och jämna varför inga direkta lutningar kommer uppstå. Vidare utvecklas deformationerna tämligen omgående. Detta innebär att större delen av sättningarna uppstår vid ett normal fyllningsförfarande och sättningarna utbildas innan ytskiktet läggs ut.

Förskolan rekommenderas att grundläggas på platta på mark med en vattentät konstruktion upp till nivån +62 till följd av översvämningsrisk.

Det rekommenderas att erosionskydd anläggs där det idag finns jordsläpp.

Mellan brokonen och befintligt erosionskydd ska erosionskydd anläggas.

Det finns idag en planbestämmelse om max 5 kPa belastning invid Sävån. Denne bestämmelse ska behållas i nya planen.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>OBJEKT.....</b>	<b>6</b>
	1.1 BAKGRUND TILL UTREDNINGEN .....	6
<b>2</b>	<b>ÄNDAMÅL.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>UNDERLAG FÖR PROJEKTERINGS PM.....</b>	<b>7</b>
	3.1 ALINGSÅS KOMMUN - ÖVERSIKTLIG STABILITETSKARTERING.....	7
	3.2 DETALJERAD STABILITETSUTREDNING, ALINGSÅS-SÄVEÅNS DALGÅNG. 7	
	3.3 NOLHAGA PARK, ALINGSÅS - DETALJPLAN GEOTEKNISK UTREDNING .. 10	
	3.4 ÖVERSVÄMNINGSKARTERING UTMED SÄVEÅN .....	11
<b>4</b>	<b>STYRANDE DOKUMENT .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>UTFORMNING .....</b>	<b>13</b>
	5.1 NULÄGE (BEFINTLIG DETALJPLAN).....	13
	5.2 PLANERAD UTFORMNING.....	14
<b>6</b>	<b>ÖVERSVÄMNING OCH EROSION .....</b>	<b>16</b>
	6.1 ÖVERSVÄMNING.....	16
	6.2 EROSION .....	16
<b>7</b>	<b>MARKFÖRHÅLLANDEN .....</b>	<b>17</b>
	7.1 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN.....	17
	7.1.1 JORDARTSKARTA SGU.....	17
	7.1.2 UNDERSÖKNINGAR.....	17
	7.2 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN.....	17
	7.3 TOPOGRAFI .....	17
	7.3.1 BOTTENTOPOGRAFI I SÄVEÅN.....	17
	7.3.2 SLÄNTER .....	18
<b>8</b>	<b>HÄRLEDDA VÄRDEN.....</b>	<b>18</b>
<b>9</b>	<b>BERÄKNING.....</b>	<b>18</b>
	9.1 BESKRIVNING AV GEOKONSTRUKTION.....	18
	9.2 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS .....	18
	9.3 SAMMANSTÄLLNING AV GEOKONSTRUKTIONENS VÄRDEN.....	19
	9.4 VATTENNIVÅ I SÄVEÅN .....	19
	9.5 LASTER .....	19
	9.6 BERÄKNINGAR STABILITET.....	20
	9.7 KÄNSLIGHETSANALYS.....	21
	9.8 BERÄKNINGAR SÄTTNINGAR .....	22
<b>10</b>	<b>REKOMMENDATIONER.....</b>	<b>22</b>

10.1 GRUNDLÄGGNING FÖRSKOLA.....	22
10.2 STABILITET/SKRED.....	22
10.3 SÄTTNINGAR.....	22
10.4 EROSIONSSKYDD.....	23
10.5 PLANBESTÄMMELSER.....	23

**Bilagor:**

Bilaga 1 – Plan alternativ 2, COWI 2019-05-06

Bilaga 2 - Stabilitetsberäkningar

## 1 OBJEKT

På uppdrag av Alingsåshem har Tyréns AB utfört en geoteknisk utredning i samband med ny detaljplan.

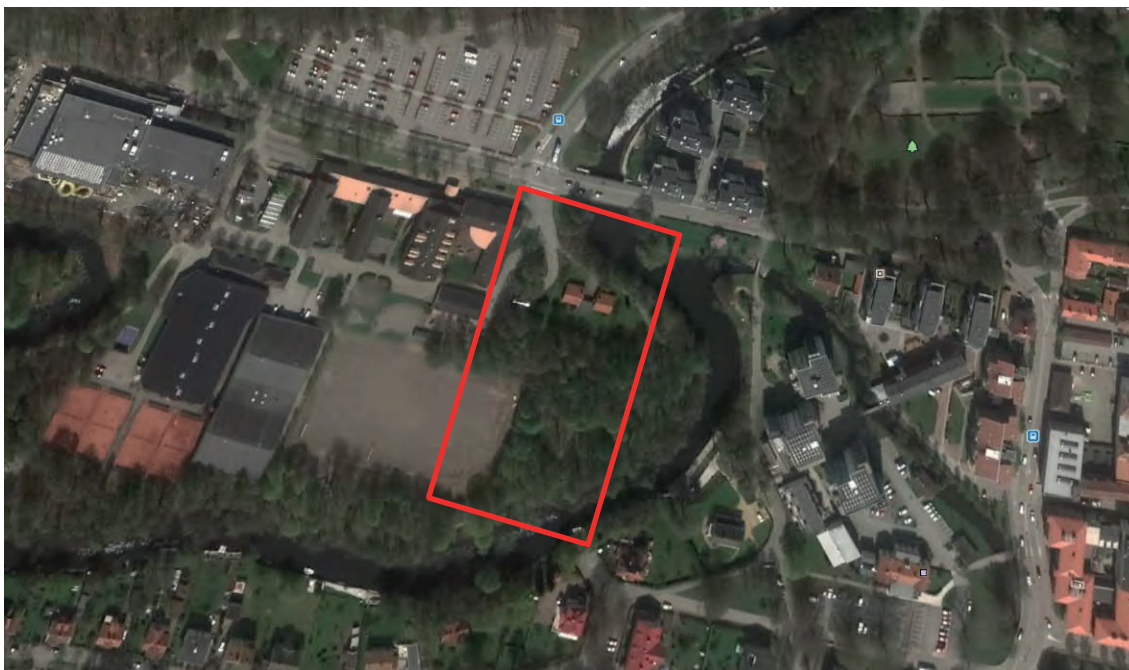
Revidering 1 avser kapitel 10.4 Erosionsskydd.

### 1.1 BAKGRUND TILL UTREDNINGEN

Samhällsbyggnadskontoret arbetar med en detaljplan för att möjliggöra en ny förskola med plats för ca 120 barn.

Planområdet ligger ca 500 m från Alingsås stadskärna och omfattar delar av fastigheterna Sörhaga 2:4 och Sörhaga 2:1, 2:2 och 2:3. Fastigheten Sörhaga 2:4 är i nuläget bebyggd med bl.a. högstadieskola, simhall, ishall, tennishall och en tillfällig förskola. Angöring till den tillfälliga förskolan sker via en vändslinga i planområdets norra del.

Planområdet angränsar i norr till Nolhaga allé, Nolhagagatan och Sidenvägen. I söder angränsar planområdet till Nolhaga park och Sæveån. I figur 1 nedan visas det ungefärliga läget med röd rektangel.



Figur 1 – Ungefärligt läge för aktuell detaljplan.

Den nya förskolan kommer att anläggas inom befintligt skolområde (fotbollsplan) och en ny tillfart med separat utrymme för gående och cyklister samt nya parkeringsplatser kommer att byggas. Förskolan (ca 1550 m<sup>2</sup> bruttoarea) byggs i två våningar med en byggnadshöjd på ca 9 m. I den östra delen av planområdet (fastigheterna Sörhaga 2:2 och 2:3 finns bostäder). Bostäderna ska rivas och marken istället användas som förskole gård.

## 2 ÄNDAMÅL

Syftet med utredningen är att ge underlag avseende de geotekniska förhållandena inför detaljplanearbete.

### 3 UNDERLAG FÖR PROJEKTERINGS PM

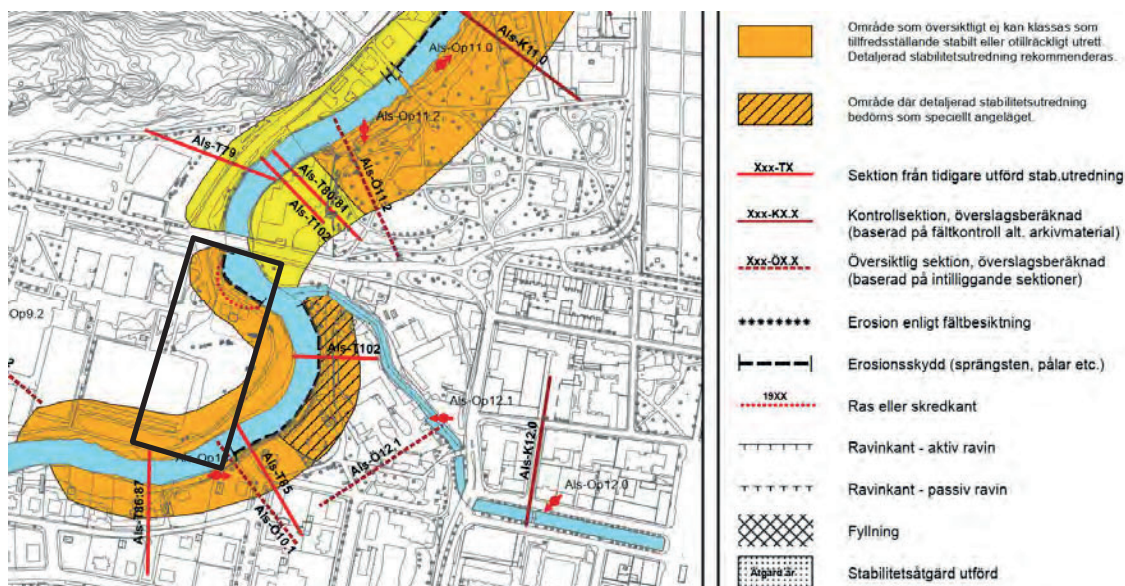
Följande tidigare undersökningar har använts som underlag för denna PM:

- "Alingsås kommun - Översiktlig stabilitetskartering", upprättad av Sweco, daterad 2004-01-31, uppdragsnummer KD14156. [1]
- "Detaljerad stabilitetsutredning, Alingsås – Sävåns dalgång", upprättad av Sweco, daterad 2007-02-16, uppdragsnummer 2305 214-001. [2]
- "Nolhaga Park, Alingsås – Geoteknisk utredning för detaljplan", upprättad av Sweco, daterad 2009-11-25, uppdragsnummer 2305 379. [3]
- "Översvämningsskartering utmed Sävån", upprättad av Norconsult, daterad 2019-02-15, diariernr 2018-05924. [4]

#### 3.1 ALINGSÅS KOMMUN - ÖVERSIKTLIG STABILITETSKARTERING

Utredningen är utförd på uppdrag av fd Räddningsverket (nu MSB - Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) och syftar till att översiktligt kartera stabilitetsförhållandena i kommunen.

I läget för planerad detaljplan förskola Nolhaga så upprättades följande områdesklassning enligt figur 2 nedan.



Figur 2 - Karta 1b - Områdesklassning

Klassningen i anslutning till Sävån och aktuellt planområde lyder:

"Område som översiktligt ej kan klassas som tillfredsställande stabilt eller otillräckligt utrett. Detaljerad stabilitetsutredning rekommenderas."

Det markeras också en sträcka med ras eller skredkant i anslutning till bro över Sävån.

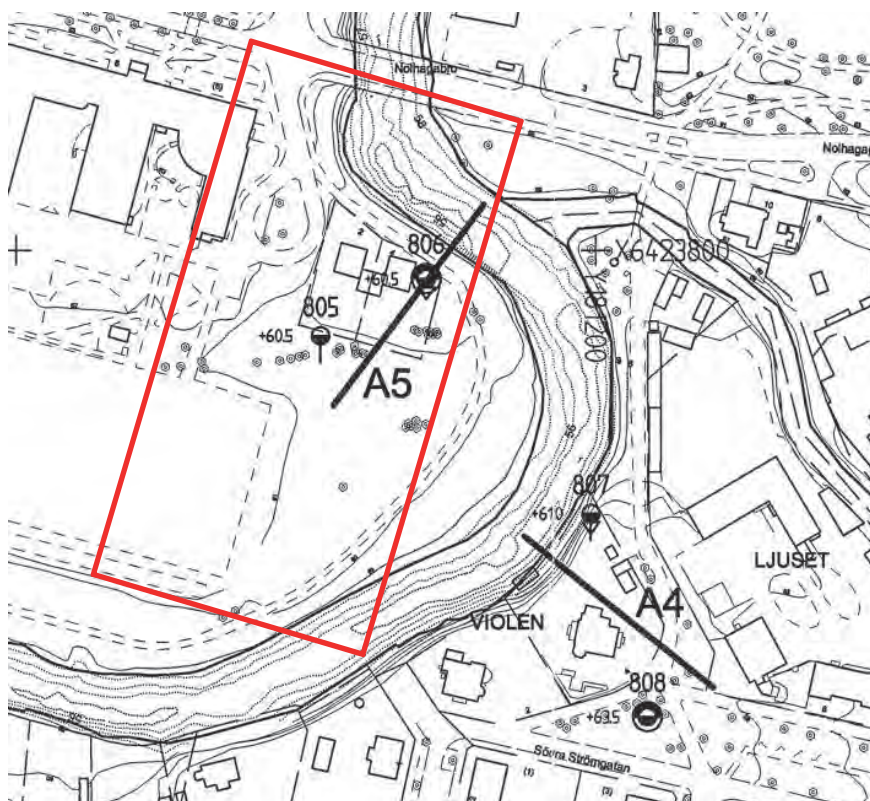
Vidare anges i PM [1] att erosionsprocessen längs Sävåns stränder bör hållas under uppsikt då erosion på sikt kan välla problem i form av förändringar av släntgeometrin.

#### 3.2 DETALJERAD STABILITETSUTREDNING, ALINGSÅS-SÄVÅNS DALGÅNG

Utredningen är utförd på uppdrag av Tekniska kontoret i Alingsås för att utföra detaljerade stabilitetsutredningar bla i Nolhaga.

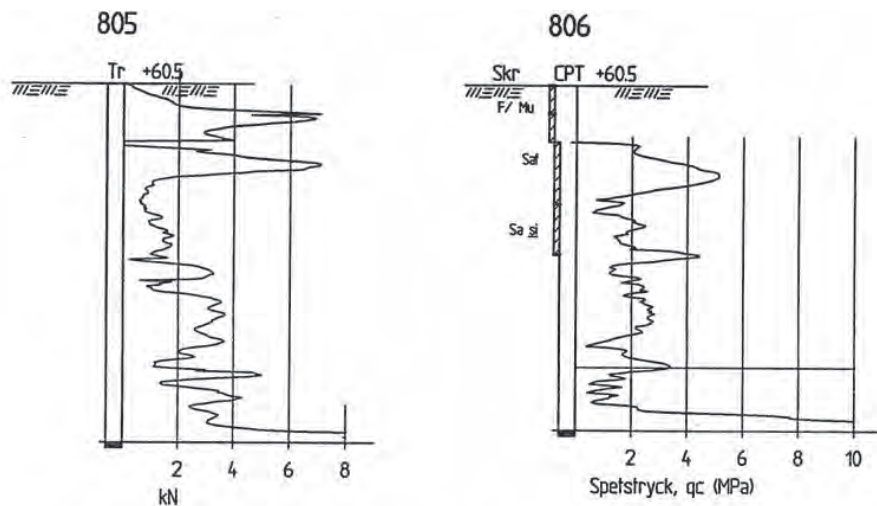
För utredningen utfördes bottenlodning av Sävån för att erhålla en bra bottenpografi som underlag till stabilitetsberäkningar.

Vidare utfördes två borrhål i det nu aktuella planområdet, se figur 3 nedan.



Figur 3 - Undersökningar i det aktuella planområdet.

I figur 4 nedan visas resultatet av undersökningarna 805 och 806.

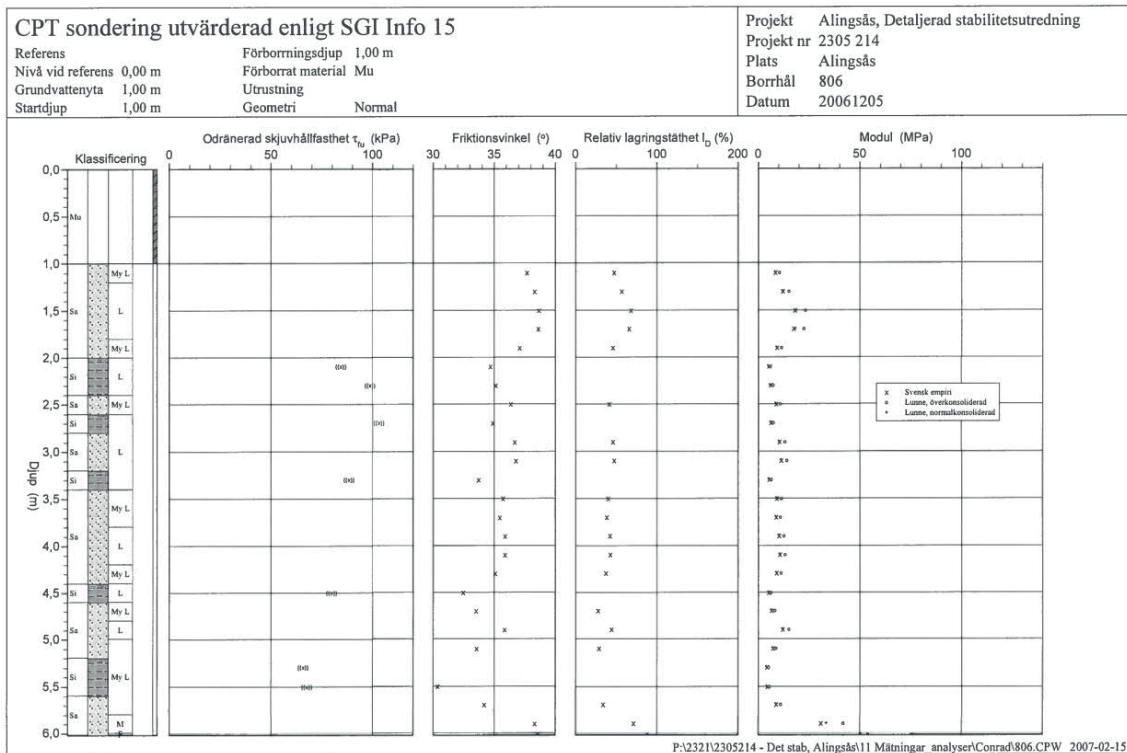


Figur 4 - Resultatet av sonderingar i 805 och 806.

Det saknas skallinjal på ritningen men sonderingsdjupet uppgår till 6 m.

Vidare finns CONRAD utvärdering för CPT-sondering i borrhål 806 med som bilaga. Borrstopp erhöles på 6 m djup. Jordarten är utvärderad till siltig sand, se figur 5 nedan.





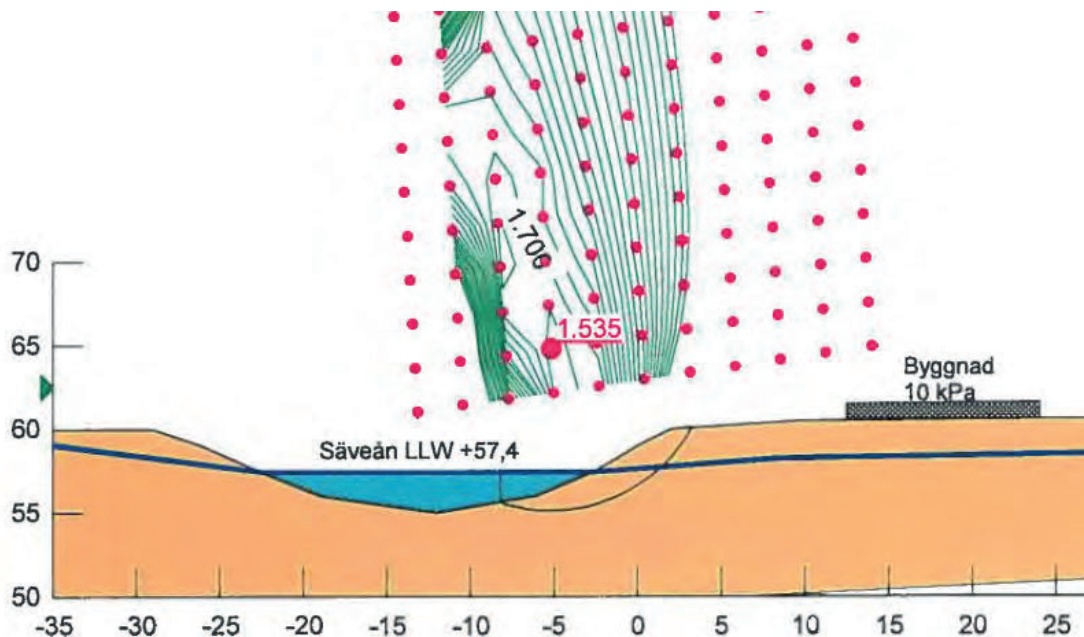
Figur 5 – CONRAD utvärdering för borrhål 806.

En beräkning (beteckning A5) är utförd vid aktuellt planområde, se figur 6 nedan.



Figur 6 – Läge på beräkningssektion A5.

I figur 7 nedan visas beräkningen och dess resultat. Beräkningen är utförd med sand i undergrunden med en friktionsvinkel på 35 grader.



Figur 7 - Stabilitetsberäkning A5.

Stabiliteten bedömdes i PM [2] vara tillfredsställande för befintliga förhållanden.

### 3.3 NOLHAGA PARK, ALINGSÅS - DETALJPLAN GEOTEKNISK UTREDNING

Utredningen är utförd på uppdrag av Plan- och Byggkontoret, Alingsås kommun, i samband med detaljplanarbeten för Nolhaga Park.

En stabilitetsberäkning (beteckning B) är utförd inom aktuellt planområde, se figur 8 nedan.



Figur 8 - Läge för beräkning av sektion B.

Inga nya undersökningar har utförts i PM [3] utan utvärdering av undergrunden har utförts med undersökningar som utfördes i PM [2], dvs siltig sand. I beräkningen ansätts materialparametrar enligt figur 9 nedan.

Jordlager	Bedömda materialegenskaper	
1. Erosionsskydd	Tunghet, $\gamma$	18 kN/m <sup>3</sup>
	Effektiv tunghet under GW, $\gamma'$	11 kN/m <sup>3</sup>
	Friktionsvinkel, $\phi'$	42°
2. siltig Sand	Tunghet, $\gamma$	18 kN/m <sup>3</sup>
	Effektiv tunghet under GW, $\gamma'$	10 kN/m <sup>3</sup>
	Friktionsvinkel, $\phi'$	35°

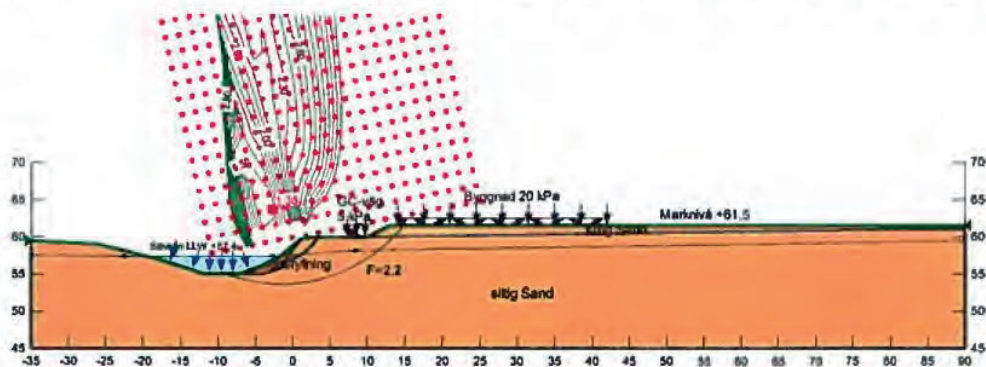
Figur 9 – Jordparametrar ansatta i beräkning sektion B.

I PM [3] skrivs följande om beräkningen i sektion B, se figur 10 nedan:

#### 5.4.2 Sektion B

Sektion B återfinns ca 100 m nedströms inom samma ytterkurva till Sävån som sektion A. Marken sluttar svagt ner mot Sävån för att närmast åkanten övergå i en ca 2 m hög, brant slänt. Lägsta säkerhetsfaktor mot brott gäller för en dränerad kort glidyta i åkanten,  $F_\phi=1,38$ .

För att bestämma om lastrestriktioner krävs för en eventuell ny förskola vid den gamla vaktmästarebostaden (byggnaden i sektion B) har en uppfyllnad till nivån +61,5 (ca 1-1,5 m fyllning) samt en marklast på 20 kPa placerats strax väster om GC-vägen i stabilitetsanalysen. Utförd stabilitetsanalys med uppfyllnad och marklast visar på en säkerhetsfaktor mot brott för glidytor som når uppfyllnaden som är ca  $F_\phi=2,2$  (Bilaga 2).



Figur 10 – Beskrivning av beräkning sektion B i PM [3].

Vidare anges i PM [3]:

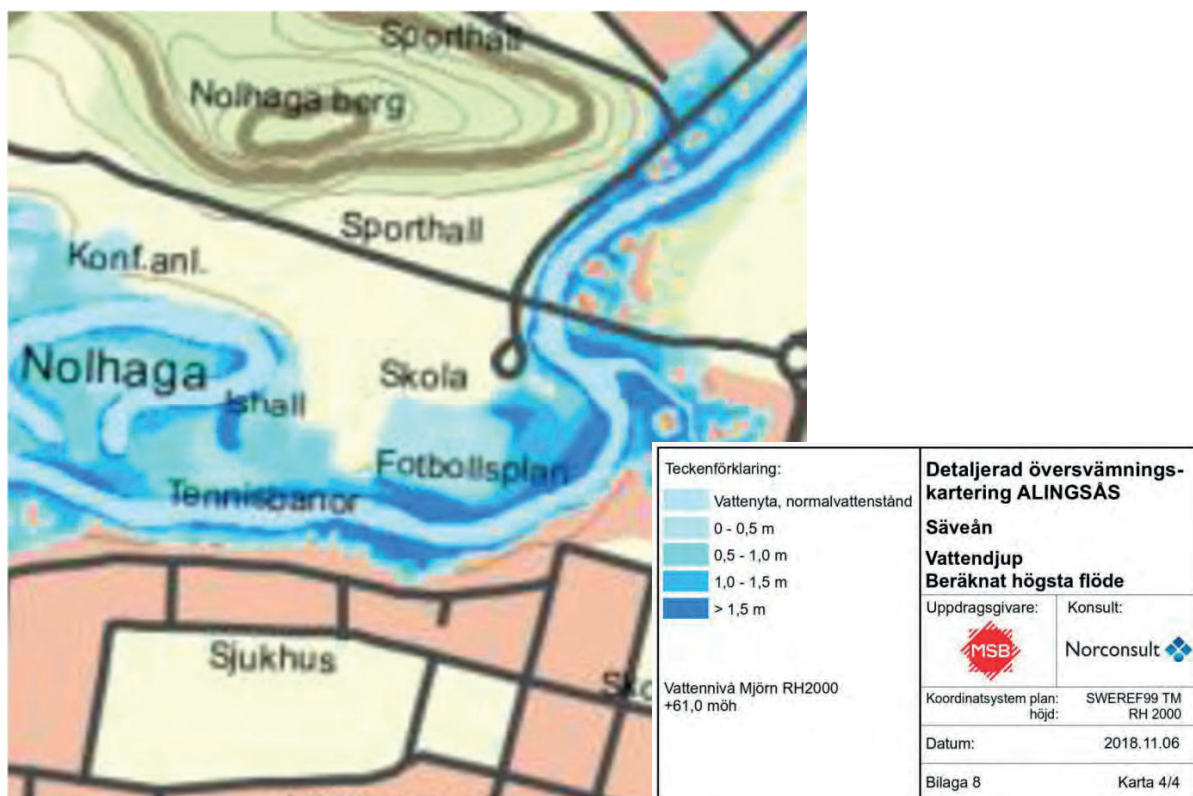
”Utförda stabilitetsberäkningar mot Sävån visar på att säkerhetsfaktorn mot brott inom utredningsområdet uppfyller stabilitetsrekommendationerna för en fördjupad stabilitetsutredning enligt Skredkommissionens Rapport 3:95.”

### 3.4 ÖVERSVÄMNINGSKARTERING UTMED SÄVEÅN

Arbetet är utfört på uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB.

### Översvämning

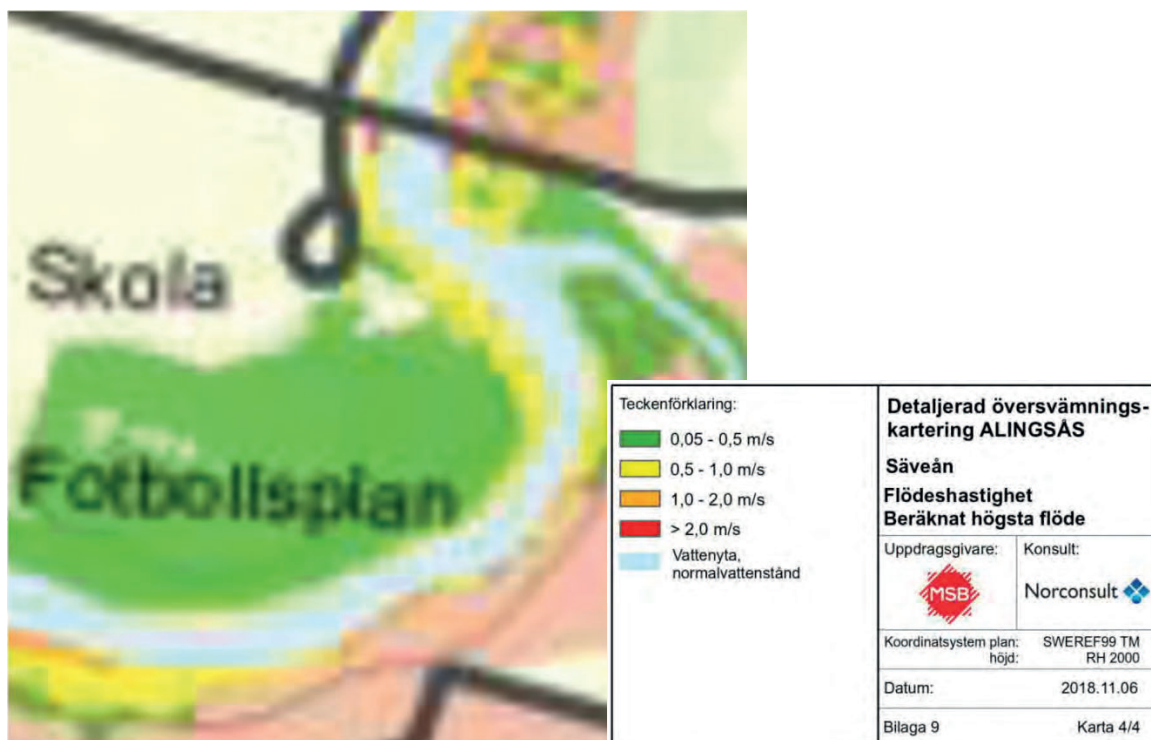
I figur 11 nedan visas en hotkarta i MSB's översvämningsskartering [4] vid platsen för aktuell detaljplan. Den visar vattendjup vid "beräknat högsta flöde". Vattennivån i Mjörn är satt till +61 i RH2000 i deras utredning. Sannolikheten att "beräknat högsta flöde" inträffar under en 100 års period uppskattas enligt [4] till 1 %.



Figur 11 – Översvämningsskartering utmed Säveån vid beräknat högsta flöde.

### Erosion

I figur 12 nedan visas en hotkarta i MSB's översvämningsskartering [4] vid platsen för aktuell detaljplan. Den visar flödes hastighet vid "beräknat högsta flöde". Den gula ytan nere vid Säveån visar ett område där flödes hastigheten kan nå upp till 1 m/s. Längre upp i området (grön yta) kan flödes hastigheten uppgå till 0,5 m/s. Sannolikheten att "beräknat högsta flöde" inträffar under en 100 års period uppskattas enligt [4] till 1 %.



Figur 12 - Översvämningskartering utmed Sävån vid beräknat högsta flöde.

## 4 STYRANDE DOKUMENT

I tabell 1 visas styrande dokument som använts för denna PM.

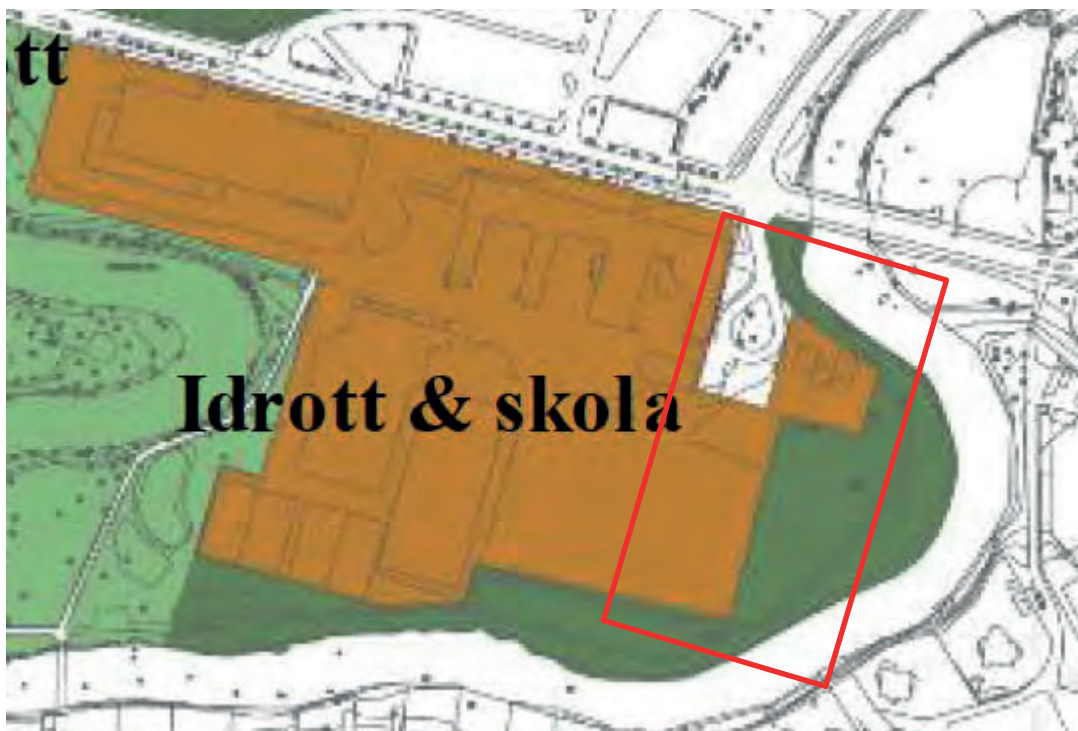
Tabell 1 Styrande dokument

Dokument
Eurokod 7, 1997
Tillämpningsdokument 2:2008 - "Grunder EN 1997"
Tillämpningsdokument 6:2008 - "Slänter och bankar"
Tillämpningsdokument 4:2010 - "Vägledning för tillämpning av Skredkommissionens rapport 3:95"

## 5 UTFORMNING

### 5.1 NULÄGE (BEFINTLIG DETALJPLAN)

Idag ligger området i utkanten av ett större område avsedd för idrott och skola, se figur 13 nedan.



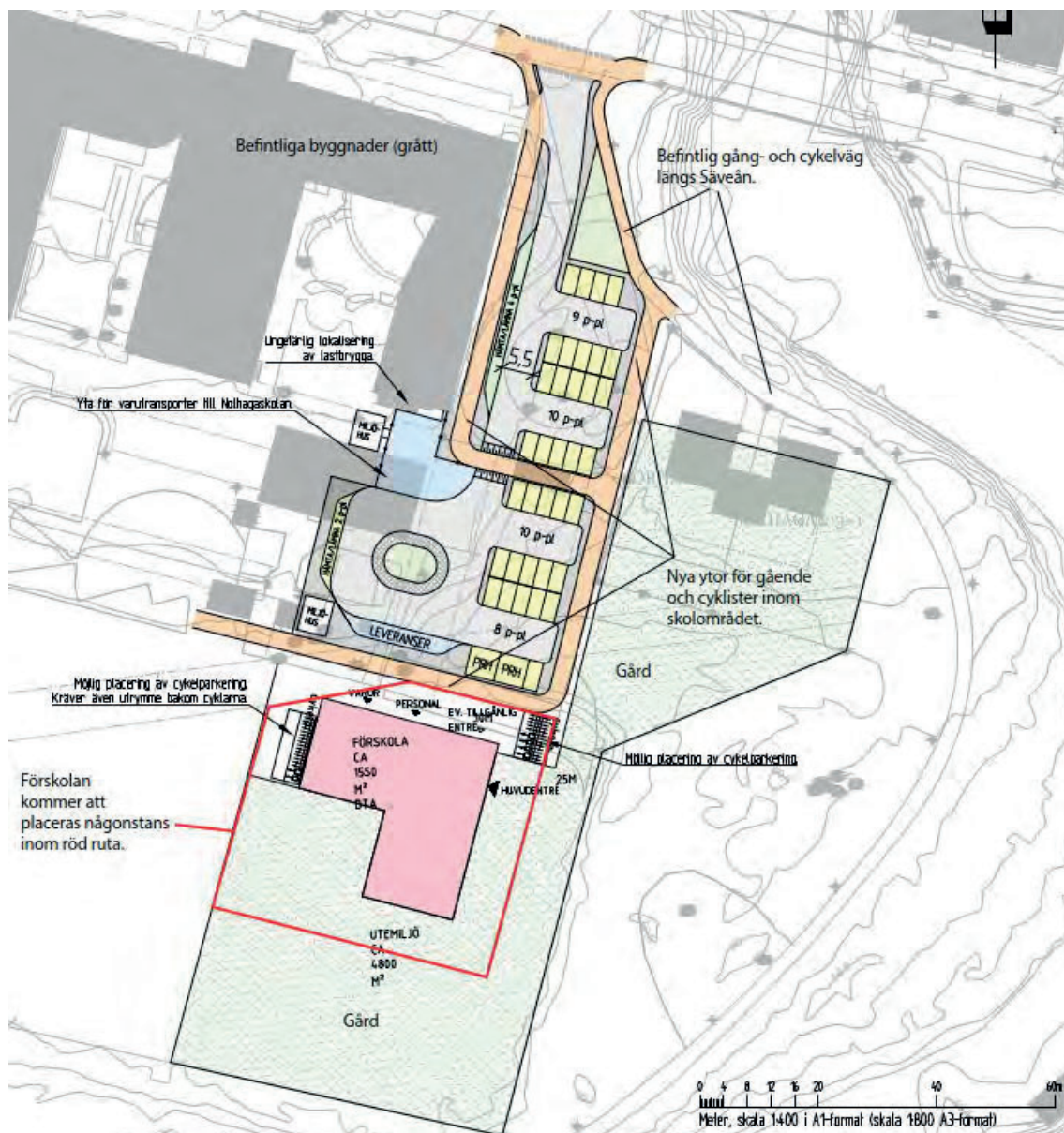
Figur 13 – Område för idrott och skola.

Närmast Sävån finns ett parkområde med en grusväg för fotgängare. Man ansluter till området med bil från Nohaga allé via en lokalgata som avslutas med en vändslinga. Mellan vändslingan och Sävån finns bostäder som kallas vaktmästarbostaden. Dagens detaljplan medger att bostäderna kan ändras till skola. I södra änden finns en grusplan. Mellan grusplanen och vändslingan ligger en mindre förskola.

I parkområdet finns idag en planbestämmelse om maximalt 5 kPa belastning. Vidare står också att byggnader vid vaktmästarbostaden ska ha en vattentät grundkonstruktion upp till nivå +61,5.

## 5.2 PLANERAD UTFORMNING

Ny planerad utformning illustreras i figur 14 nedan.



Figur 14 - Ny planerad utformning.

Utformningen innebär bl a:

- Befintliga parkytor närmast Sävån inkl grusväg lämnas oförändrade.
- Biltrafiken flyttas något längre ifrån Sävån då lokalgatan flyttas västerut jämfört med befintlig. I läget för vändslungan placeras parkeringsplatser för bilar.
- Ny vändslunga och uppställning av tyngre fordon för leveranser till skolområdet flyttas längre ifrån Sävån.
- Vaktmästarbostaden rivs och ytan ska användas som gård till förskolan.
- Den östra delen av grusyten bebyggs med ny förskola och gård till förskolan.

Om marknivåerna inte höjs utifrån de befintliga, så innebär dessa förändringar inte en försämrad stabilitet mot Sävån.

## 6 ÖVERSVÄMNING OCH EROSION

### 6.1 ÖVERSVÄMNING

Den ljusa ytan i figur 11, kapitel 3.4, vid fotbollsplan visar att vattendjupet här bli 0-0,5 m. Marknivån på den ytan ligger mellan +61 och +61,5. Således kan vattennivån i Sävån (i läget för aktuell detaljplan) som mest bli  $61,5 + 0,5 = +62$ .

Följande vattenstånd har erhållits från VA-avdelningen:

- Högsta kända vattenstånd +60,12 (2006-12-15)
- Återkommande högsta vattenstånd vintertid ca +59,22
- Lägsta lågvatten uppgår till +57,62.

Ytor som önskas torra i långt perspektiv bör således ha nivåer på +62. Vidare rekommenderas att grundkonstruktioner görs vattentäta till minst nivå +62.

### 6.2 EROSION

Generellt så föreligger störst risk för erosion i ytterkanter av vattendrags krökar där vattenhastigheten oftast är högre. Vid aktuellt område ligger större delen av krökningen i innerkant och endast en mindre del i norr (i anslutning till brostödet) i ytterkant. I figur 12, kapitel 3.4, syns att vattenhastigheten är högre här ( $>2$  m/s).

I anslutning till brostödet samt strax söder om detta (röd sträcka i figur 15 nedan) saknas det erosionskydd. Här svänger strandlinjen och strandlinjen bildar en ytterkurva för Sävåns sträckning. Det är också här tecken på erosion är som tydligast. Detta visar sig genom jordsläpp/ursköljning i vattenlinjen (bedömningsmässigt motsvarande vattennivå på runt +58,5). Högre upp i slänten finns det endast svagare tecken på erosion i form av bar jord. Det är även i detta område som det har gått ett tidigare skred, se figur 2 kapitel 3.1.

Längs grön sträcka finns idag ett erosionskydd. Vid mörkblå sträcka finns sammanhängande jordsläpp i anslutning till vattenlinjen. Längs ljusblå sträcka finns ställvisa jordsläpp som i storleksordningen uppgår till ca  $5 \text{ m}^2$ .



Figur 15 – Befintliga erosionskydd och jordsläpp.

Mellan de blå sträckorna planar släntfoten ut och endast mycket små ( $< 1 \text{ m}^2$ ) jordsläpp kan ses.

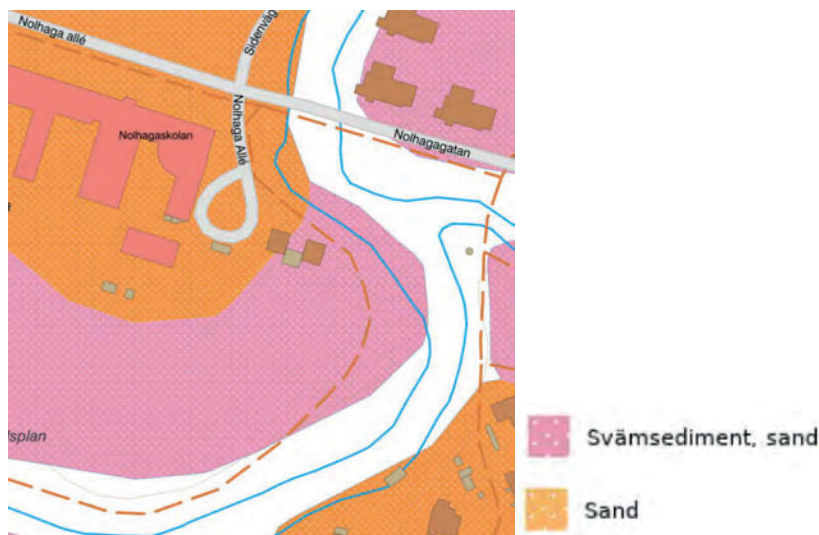


## 7 MARKFÖRHÅLLANDEN

### 7.1 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

#### 7.1.1 JORDARTSKARTA SGU

Enligt jordartskartan från SGU utgörs undergrunden av sand och svämsediment vid planområdet.



Figur 16 - Jordartskarta SGU.

#### 7.1.2 UNDERSÖKNINGAR

Enligt utförda undersökningar utgörs undergrunden av siltig sand till 6 m djup. Vid CPT-sonderingen byggs det inte upp något portryck runt spetsen varför sanden är att betrakta som ett dränerat material. Friktionsvinkeln är uppmätt till ca 35 grader och modulen till 8 MPa.

### 7.2 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Ingen grundvattennivå finns uppmätt. När undergrunden utgörs av dränerat material så kan man rimligt anta att grundvattennivån styrs av vattennivån i Säveån.

Följande vattennivåer, RH00, har erhållits från VA-avdelningen på Alingsås kommun (motsvarande nivåer i RH 2000):

- Högsta kända högvatten 2006-12-15: +59,90 (RH 2000 +60,12)
- Vanlig högsta nivå vintertid: ca + 59,00 (RH 2000 +59,22)
- Nivå sommar 2018 vilket var ett mycket torrt år: ca +57,62 (RH 2000 +57,82)
- Lägsta lågvatten uppgår till: +57,62

### 7.3 TOPOGRAFI

Områdets högsta nivå är drygt +62,5 intill befintlig skolbyggnad i västra delen. I anslutning till infarten på området ligger gångvägen på drygt +62. Parkytorna väster om gångvägen ligger runt nivån +60,5. Öster om gångvägen så lutar markytan ner mot Säveån. Den lägsta höjdkurvan i grundkartan ner mot Säveån ligger på +58,5.

#### 7.3.1 BOTTENTOPOGRAFI I SÄVEÅN

I samband med utredning [2] utfördes 2006-11-01 en bottenlodning av Säveån i höjdsystem RH00. Resultatet av ekolodningen visar på en mycket jämn botten-topografi.

I anslutning till aktuellt planområde är lägsta nivån +55.

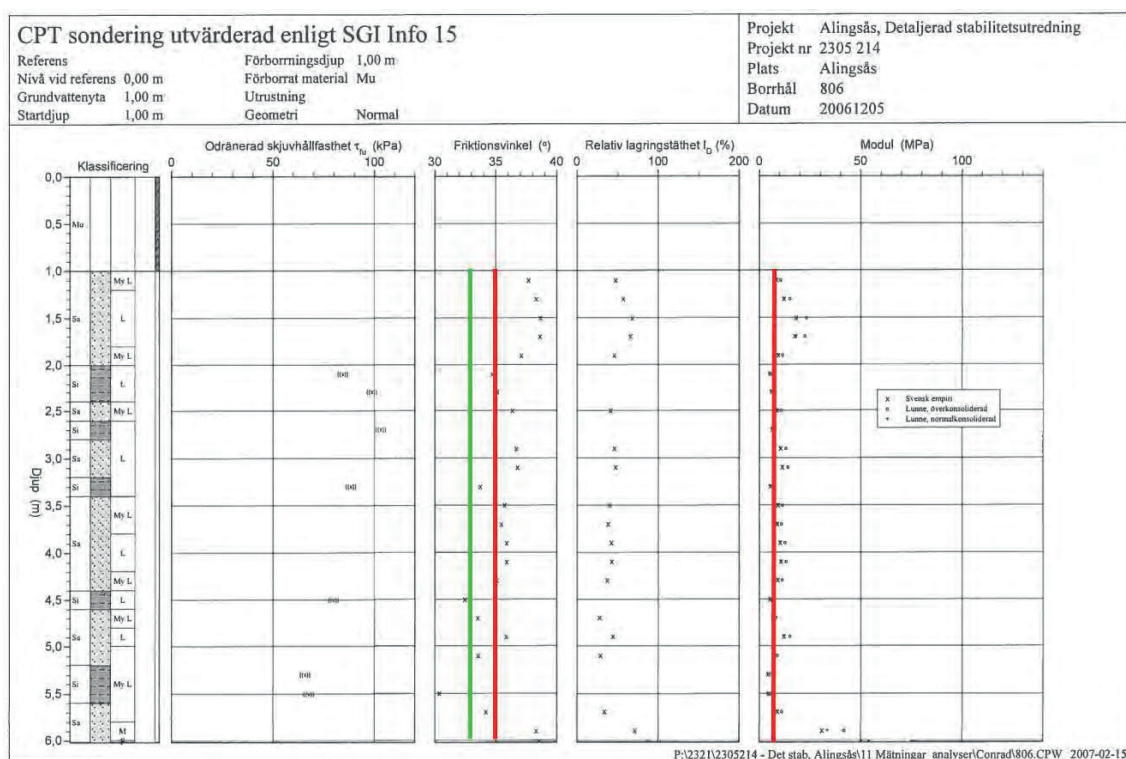
### 7.3.2 SLÄNTER

Den högst nivåskillnaden är belägen strax norr om befintlig vändslinga och ner mot vaktmästarbostaden. Här ligger släntkrön på nivån +62 och går ner till +55 i Sävån, dvs 7 m hög. Lutningen på slänten uppgår här till ca 1:3.

Vid vaktmästarbostaden och söder ut är slänterna ca 5 m höga. Slänten vid vaktmästarbostaden lutar ca 1:2,5.

## 8 HÄRLEDDA VÄRDEN

Friktionsvinkeln och deformationsmodulen finns utvärderade ur en CPT-sondering, borrhål 806. Utvärderingen visas i figur 17 nedan där röda linjer är härledda värden och grön linje är för känslighetsanalys. Friktionsvinkeln är utvärderad till 35 grader och E-modulen till 8 MPa. För känslighetsanalysen ansätts friktionsvinkeln till 33 grader.



Figur 17 - Härledda värden i sand.

## 9 BERÄKNING

Stabilitetsberäkningar utförs med partialkoefficientmetoden.

### 9.1 BESKRIVNING AV GEOKONSTRUKTION

En förskolebyggnad i två plan ska byggas. Vidare kan det bli aktuellt med uppfyllningar för att höja marknivån på olika ytor.

### 9.2 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS

Gata, GC-väg och förskolegård hänförs till geoteknisk kategori 2 (GK 2) och säkerhetsklass 2 (SK 2). Säkerhetsfaktorn vid stabilitetsberäkning för SK 2 ska vara minst 1,0.

Ytterslänter som inte påverkar GC-väg hänförs till geoteknisk kategori 2 (GK 2) och säkerhetsklass 1 (SK 1). Säkerhetsfaktorn vid stabilitetsberäkning för SK 2 ska vara minst 0,9.

### 9.3 SAMMANSTÄLLNING AV GEOKONSTRUKTIONENS VÄRDEN

Beräkningar i brott- och bruksgränstillstånd utförs med nedanstående parametrar och partialkoefficienter. Dessa är utvärderade ur undersökningsresultaten med stöd av IEG:s tillämpningsdokument Grunder (Rapport 2:2008).

Tabell 2 Valda värden för parametrar i jordmodellen

MATERIAL	TUNGHET, $\rho$ ( $\rho'$ ) (kN/m <sup>3</sup> )	HÅLLFASTHETSEGENSKAPER	DEFORATIONSEGENSKAPER
Siltig Sand	18 (20)	$\phi' = 35^\circ$	E= 8 MPa

Det dimensionerande värdet för geokonstruktionen beräknas enligt IEG:s tillämpningsdokument som:

$$x_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot \eta \cdot \bar{X}$$

där

$\gamma_m$  Fast partialkoefficient enligt tabell 3

$\eta$  Omräkningsfaktor som tar hänsyn till osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell geokonstruktion enligt tabell 3

Tabell 3 Värde för den fasta partialkoefficienten och omräkningsfaktorn vid stabilitet

MATERIAL	$\gamma_m$	$\eta$ vid stabilitet
Dränerad skjuvhållfasthet ( $\phi'$ )	1,3	0,9
Tunghet ( $\gamma$ )	1,0	1,0

Med ovanstående ekvationer och koefficienter blir dimensionerande värden enligt tabell 4.

Tabell 4 Dimensionerande värde för parametrar vid stabilitetsberäkningar

MATERIAL	TUNGHET, $\rho$ ( $\rho'$ ) (kN/m <sup>3</sup> )	HÅLLFASTHETSEGENSKAPER
siltig Sand	18 (20)	$\phi'_d = 26^\circ$

### 9.4 VATTENNIVÅ I SÄVEÅN

I PM [1] användes LLW +57,4 i Säveån. Denna nivå är lägre än de vattennivåer som erhållits inom ramen för detta projekt, se kapitel 6.2.

I stabilitetsberäkningarna används nivån +57,4 i Säveån, vilket är på säker sida.

### 9.5 LASTER

För den nya förskolan antas en ytlast på 10 kPa/våningsplan, dvs totalt 20 kPa. Placering väljs inom röd markering enligt figur 14 så nära Säveån som möjligt.

För nya ytor som ska användas till gård och gata/parkering sätts marknivån till +62. Befintliga ytor som park och gångväg används marknivåer enligt grundkartan.

På gång- och cykelvägen ansätts en karakteristisk trafiklast på 5 kPa.

På lokalgatan ansätts en karakteristisk trafiklast på 10 kPa.

Dimensionerande laster framgår av tabell 5 nedan.

Tabell 5 Värde dimensionerande laster vid stabilitetsberäkningar

Last	Karakteristiskt lastvärde vid stabilitet	Dimensionerande lastvärde vid stabilitet [kPa]
Förskola	20 kPa	20 kPa
Uppfyllningar	20 kPa/meter	20 kPa/meter
GC-väg	5 kPa	6,4 kPa
Lokalgata	10 kPa	12,7 kPa

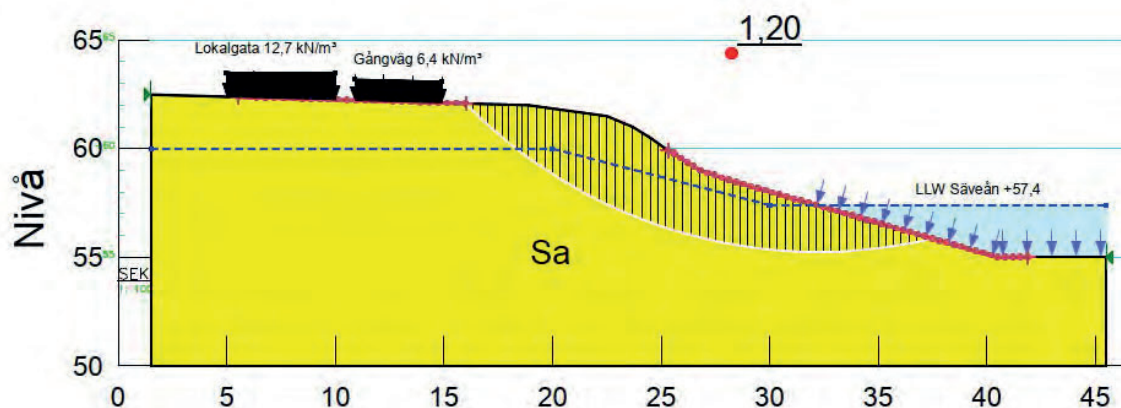
## 9.6 BERÄKNINGAR STABILITET

Stabiliteten är beräknad i tre sektioner, A, B och C. Läget av dessa markeras på plan i bilaga 1.

Säkerhetsfaktorn för olika kritiska glidytor i de olika sektionerna redovisas nedan och i bilaga 2 (kravet redovisas inom parantes).

Sektion A:

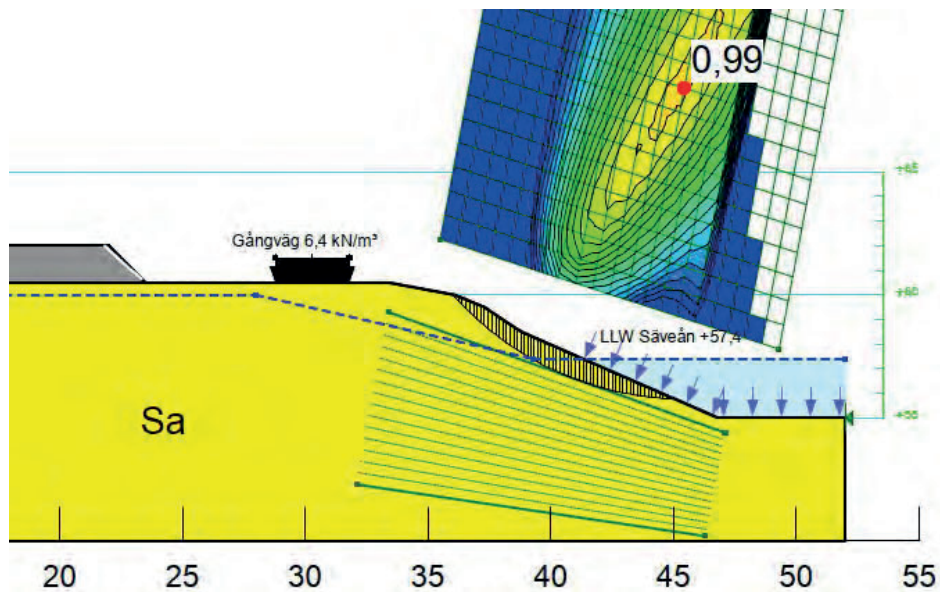
- Ytliga glidytor i slänten ner mot Sävån har säkerhetsfaktorn 0,95 (0,9).
- Glidytor som påverkar gångväg har säkerhetsfaktorn 1,2 (1,0).
- Glidytor som påverkar lokalgata har säkerhetsfaktorn > 1,2 (1,0).



Figur 18 – Glidyta som påverkar gångväg och lokalgata i sektion A.

Sektion B:

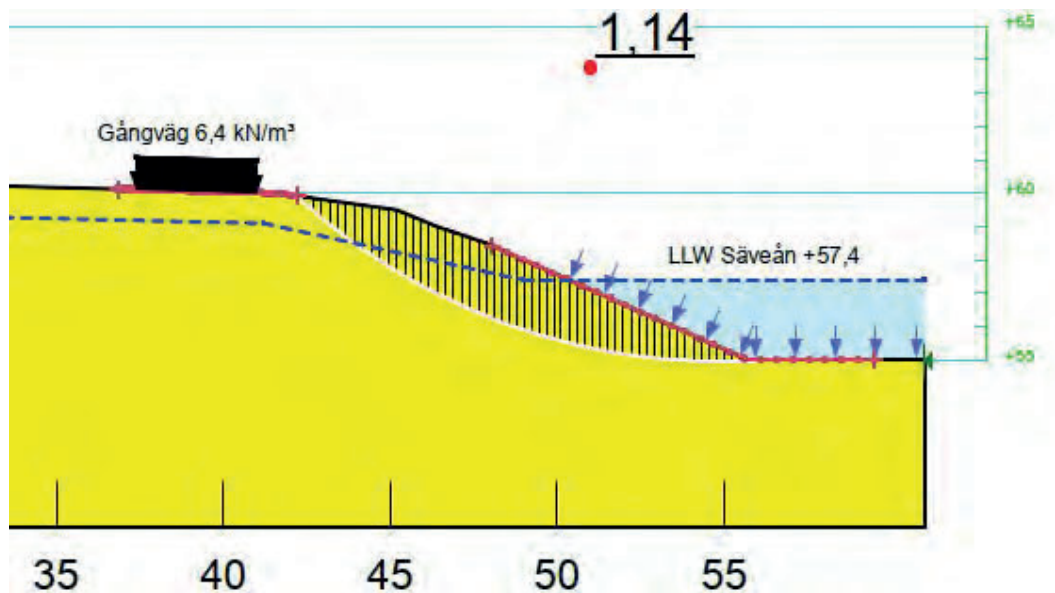
- Ytliga glidytor i slänten ner mot Sävån har säkerhetsfaktorn 1,0 (0,9).
- Glidytor som påverkar gångväg har säkerhetsfaktorn 1,08 (1,0).
- Glidytor som sträcker sig upp till förskolans gård har säkerhetsfaktorn 1,85 (1,0).



Figur 19 – Ytlig glidyta i slänten ner mot Säveån i sektion B.

Sektion C:

- Ytliga glidytor i slänten ner mot Säveån har säkerhetsfaktorn 1,05 (0,9).
- Glidytor som påverkar gångväg har säkerhetsfaktorn 1,14 (1,0).
- Glidytor som påverkar förskolans gård har säkerhetsfaktorn > 1,14 (1,0).



Figur 20 – Glidyta som påverkar gångväg i sektion C.

## 9.7 KÄNSLIGHETSANALYS

För att kontrollera stabiliteten vid lägre hållfasthet i sanden har en känslighetsanalys utförts i sektion B. Friktionsvinkeln ansätts till 33 grader vilket är i underkant av utvärdering från Conrad.

Säkerhetsfaktorn för olika kritiska glidytor i de olika sektionerna redovisas nedan (kravet redovisas inom parantes).

Sektion A:

- Ytliga glidytor i slänten ner mot Säveån har säkerhetsfaktorn 0,9 (0,9).
- Glidytor som påverkar gångväg har säkerhetsfaktorn 1,1 (1,0).
- Glidytor som påverkar lokalgata har säkerhetsfaktorn > 1,1 (1,0).

Sektion B:

- Ytliga glidytor i slänten ner mot Säveån har säkerhetsfaktorn 0,9 (0,9).
- Glidytor som påverkar gångväg har säkerhetsfaktorn 1,0 (1,0).
- Glidytor som sträcker sig upp till förskolans gård har säkerhetsfaktorn 1,50 (1,0).

Sektion C:

- Ytliga glidytor i slänten ner mot Säveån har säkerhetsfaktorn 0,95 (0,9).
- Glidytor som påverkar gångväg har säkerhetsfaktorn 1,03 (1,0).
- Glidytor som påverkar förskolans gård har säkerhetsfaktorn > 1,03 (1,0).

## 9.8 BERÄKNINGAR SÄTTNINGAR

Förskolan med lasten 20 kPa förväntas medföra mindre än 0,03 m sättning. Sättningen förväntas bli jämn varför inga direkta lutningar kommer uppstå.

En uppfyllnad på 1,5 m (30 kPa) förväntas medföra mindre än 0,05 m sättning. Sättningen förväntas bli jämn varför inga direkta lutningar kommer uppstå. Vidare utvecklas deformationerna tämligen omgående. Detta innebär att större delen av sättningarna uppstår vid ett normal fyllningsförfarande och att sättningarna är utbildade innan ytskiktet läggs ut.

## 10 REKOMMENDATIONER

### 10.1 GRUNDLÄGGNING FÖRSKOLA

Förskolan rekommenderas att grundläggas på platta på mark med en vattentät konstruktion upp till nivån +62 till följd av översvämningsrisk.

Eventuell uppfyllning under förskolan rekommenderas ha en ligg tid på minst en månad innan grundläggningsjobbet påbörjas. Detta för att säkerställa att deformationer som genereras av uppfyllningen hinner utbildas innan grundläggningsarbetet utförs.

### 10.2 STABILITET/SKRED

Utförda stabilitetsberäkningar visar att stabiliteten för planområdet är tillfredsställande. Fyllningar upp till nivån +62 på ytor väster om parkområdena påverkar inte de kritiska glidytorerna. Risken för skred i planområdet är låg.

### 10.3 SÄTTNINGAR

Undergrunden är inte sättningkänslig. Sättningar förväntas bli små och jämna varför inga direkta lutningar kommer uppstå. Vidare utvecklas deformationerna tämligen omgående. Detta innebär att större delen av sättningarna uppstår vid ett normal fyllningsförfarande och att sättningarna är utbildade innan ytskiktet läggs ut.

En uppfyllnad på 1,5 m (30 kPa) förväntas medföra mindre än 0,05 m sättning.

#### 10.4 EROSIONSSKYDD

Erosionsskydd ska anläggas i anslutning till brostöd och söder ut fram till befintligt erosionsskydd. Erosionsskyddet bör anläggas upp till nivån +59,5 för att klara höga nivåer vintertid. Lämpligen används samma typ av erosionsskydd som befintligt (krossmaterial). Erosionsskyddet läggs lämpligen ut från åsidan för att inte skada växligheten högre upp i slänten. Träd och buskar ska i största mån bevaras. Växligheten har i sig en erosionsskyddande funktion då dess rötter binder jorden.

Vidare rekommenderas att erosionsskydd anläggs längs de båda blå sträckorna i figur 15 (kapitel 6.2) där det idag finns jordsläpp.

Jordmånen under nytt erosionsskydd schaktas av med försiktighet så att skador på träd/buskar samt deras rötter undviks. Erosionsskyddet läggs ut så att en jämn slänt bildas. Detta innebär mindre avschaktning (uppskattningsvis 0,1-0,5 m) på vissa ställen. Erosionsskyddet ska vara minst 0,5 m tjockt och utgöras av samkross av grövre fraktioner. Erosionsskyddet läggs i samma lutning som befintlig opåverkad slänt. Lutningen ska inte vara brantare än 1:2.

Med tiden kan erosion medföra mindre skred/jordsläpp i nedre delen av slänterna. Eventuell erosion bör hållas under återkommande bevakning.

#### 10.5 PLANBESTÄMMELSER

Det finns idag en planbestämmelse om max 5 kPa belastning invid Sävån. Denna bestämmelse ska behållas i nya planen.

Mellan brokonen och befintligt erosionsskydd ska erosionsskydd anläggas.