
RAPPORT

FUNÄSDALEN

**PAB Funäsdalen –Dagvatten
och geoteknik**

UPPDRAGSNUMMER 30091611

Reviderad 2026-05-22

TEKNISK PM GEOTEKNIK

UNDERLAG FÖR DETALJPLAN



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
2	2025-06-26	Uppdatering av aktuellt ortofoto	2025-06-26	SELUBJ
		Uppdaterat kap 5 med skiss		
		Stabilitetsberäkningar		
		Sättningsberäkningar		
		Kapitel om bocknedfall		
		Kapitel om dagvattenhantering		
		Kapitel 9 har tillkommit		
		Kapitel 10 har tillkommit		
3	2026-05-22	Uppdatering 7.4, 8.5 och 8.7		

Sweco Sverige AB
 Uppdrag
 Uppdragsnummer
 Kund
 Upprättad av
 Datum
 Dokumentreferens

RegNo 556767-9849
 Aktualisering detaljplan Funäsdalen
 30091611
 PAB Funäsdalens Fastighets AB
 Vilma Näsholm
 2025-06-27
 Bilaga 2 Geotekniskt PM_uppdaterad_20260522

Innehållsförteckning

1	Objekt	4
2	Syfte	4
3	Underlag för projekterings PM.....	4
4	Allmänna förutsättningar	5
5	Planerad/föreslagen konstruktion alt. planerad aktivitet.....	5
6	Geotekniska förhållanden.....	6
6.1	Topografi	6
6.2	Jordlagerföljd	6
6.3	Materialparametrar och hållfasthetsegenskaper	6
6.4	Hydrogeologiska förhållanden.....	6
7	Beräkningar	7
7.1	Geoteknisk kategori	7
7.2	Dimensioneringsförutsättningar	7
7.3	Stabilitetsberäkning	8
7.4	Beräkningsresultat	8
8	Geotekniska bedömningar och rekommendationer	9
8.1	Grundläggning.....	9
8.2	Schaktning i jord.....	9
8.3	Grundvattenhantering	10
8.4	Sättningar	10
8.5	Stabilitet och rasrisk	11
8.6	Dagvattenhantering	11
8.7	Blocknedfall	11
9	Sammanfattning	12
10	Avslutning	12

Bilagor

Beteckning		Datum	Rev. datum	Sidor
Bilaga 1	Sättningsberäkning	2025-06-27		2
Bilaga 2	Stabilitetsberäkning	2025-06-27		6

1 Objekt

På uppdrag av PAB Funäsdalen har Sweco utfört geotekniska undersökningar inför exploatering av fastigheterna Funäsdalen 41:26, 41:8 resp. 27:19 i detaljplaneskede. Undersökningsområdet visas i *Figur 1*.



Figur 1: Undersökningsområdet (minkarta.lantmateriet.se).

2 Syfte

Denna utredning syftar till att utreda möjligheter och förutsättningar för ovan nämnda exploatering på de aktuella fastigheterna.

Denna handling skall ses som ett underlag i detaljplanen och skall ej ingå som del i bygghandling.

3 Underlag för projekterings PM

- Markteknisk undersökningsrapport (MUR), PAB Funäsdalen – Dagvatten och geoteknik, 2016-12-12, Sweco Civil AB
- Geotekniskt PM, Olenområdet, Funäsdalen, 2010-09-20, Sweco Infrastructur AB.
- Markmodell baserat på 2024-09-12 FÖRSTUDIE DP – Hotell Funäsdalen C.
- Medeldjup Funäsdalssjön, Länsstyrelsen

4 Allmänna förutsättningar

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997–1 med nationella bilagor enligt nedan:

- IEG Rapport 2:2008, Tillämpningsdokument – Grunder
- IEG Rapport 4:2008, Tillämpningsdokument – Dokumenthantering

Geodetiska system:

- Höjder anges RH 2000
- Plankoordinater anges i SWEREF 99 14 15.

5 Planerad/föreslagen konstruktion alt. planerad aktivitet

På de aktuella fastigheterna är en exploatering planerad och en detaljplan skall upprättas. Skiss på planerade byggnader från förstudie redovisas i *Figur 2*. Nedan syns även befintlig GC-väg som är belägen mellan sjön och de planerade byggnaderna.



Figur 2: Skiss på planerade byggnader.

6 Geotekniska förhållanden

6.1 Topografi

Markytan inom aktuell fastighet sluttar från nordost till sydväst. Medellutningen är som mest ca 1:5. Det bedömda djupet i sjön varierar mellan 3 – 15 m enligt Länsstyrelsen.

6.2 Jordlagerföljd

De översta delarna av jordprofilen utgörs företrädesvis av 0,2–0,5 m humusjord. Härunder följer siltig morän eller siltmorän ned till nivå för sonderingsstopp för skruvprovtagning. Den relativa fastheten för moränen är mycket låg till låg de översta 1–1,5 m för att därefter uppvisa en medelhög till hög relativ fasthet mot djupet.

6.3 Materialparametrar och hållfasthetsegenskaper

Utifrån utförd viktsondering, sammanvägda med empiriska värden, har karakteristiska värden för friktionsvinkel och E-modul bedömts enligt tabell 1.

Tabell 1: Utvärderad karakteristisk friktionsvinkel samt E-modul.

Jordart	ϕ_k	E_k
Siltig morän/siltmorän översta 1,5 m	27–30°	3–5 MPa
Siltig morän/siltmorän övrigt	34–36°	15–25 MPa

En sammanställning av materialtyp, tjälfarighetsklass och schaktbarhetsklass kan ses i tabell 2.

Tabell 2: Utvärderad materialtyp och tjälfarighetsklass.

Jordart	Materialtyp	Tjälfarighetsklass
Siltig morän	4A	3
Siltmorän	5A	4

6.4 Hydrogeologiska förhållanden

I området har 3 st grundvattenrör installerats (SW1602, 1608 resp. 1609). Mätningar från grundvattenrören kan ses på ritningar **1G1101--03**. Vid lodning av grundvattenytan i SW1602G påträffades grundvattenytan på + 585,9, dvs ca 0,5 m under befintlig markyta. De övriga två grundvattenrören var torra vid detta tillfälle.

7 Beräkningar

7.1 Geoteknisk kategori

Undersökningar har utförts i omfattning och typ med förutsättning att de geotekniska förutsättningarna för objektet och tillhörande arbeten omfattas av geoteknisk kategori (SK2).

7.2 Dimensioneringsförutsättningar

De karakteristiska värdena (χ_k) erhålls genom att antingen reducera, eller öka det valda värdet med omräkningsfaktorn η . Detta görs enligt ekvation (1). Omräkningsfaktorn beaktar bland annat tillförlitligheten i undersökningen samt osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell konstruktion. Valda värden presenteras i Tabell 3 och visas grafiskt i Värden för tunghet är hämtat från TRVINFRA-00230.

$$\chi_k = \eta \cdot \bar{\chi} \quad (1)$$

Omräkningsfaktorn η används vid dimensionering och tar hänsyn till osäkerheter kopplade till den specifika konstruktionen samt jordegenskaperna. Omräkningsfaktorerna ras fram enligt IEG Rapport 6:2008, Tillämpningsdokument – Slänter och bankar. η beräknas enligt ekvation (2).

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4 \eta_5 \eta_6 \eta_7 \quad (2)$$

Tabell 3: Omräkningsfaktorer för karakteristiska materialparameterar för lägenheterna.

Omräkningsfaktorer	Dränerad hållfasthet	Anmärkning
$\eta_1 \eta_2$	1,0	Enligt IEG 6 2008
η_3	1,0	Enligt IEG 6 2008
$\eta_4 \eta_5 \eta_6 \eta_7$	1,0	Enligt IEG 6 2008
η	$1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$	

Tabell 4: Omräkningsfaktorer för karakteristiska materialparameterar för hotellet.

Omräkningsfaktorer	Dränerad hållfasthet	Anmärkning
$\eta_1 \eta_2$	0,9	Enligt IEG 6 2008
η_3	0,9	Enligt IEG 6 2008
$\eta_4 \eta_5 \eta_6 \eta_7$	1,0	Enligt IEG 6 2008
η	$0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81$	

7.3 Stabilitetsberäkning

För att säkerställa totalstabilitet har stabilitetsberäkningar utförts i enlighet med IEG Rapport 6:2008. För beräkningar har programmet Geostudio Slope/W använts med beräkningsmodell Morgenstern-Price.

Beräkningsförutsättningar redovisas nedan:

- Materialparametrar enligt kapitel 6.3
- Erfordrad säkerhetsfaktor vid dränerad analys (SK2) är $F_\phi = 1,3$.
- Antagen last 50 kPa per lägenhetshus
- Last GC-väg 5 kPa
- Antagen last 100 kPa för hotellbyggnad
- Då botten är okänd har antagande utförts baserat på foton och Länsstyrelsens information djupet
- Nivån på sjön har antagits till +584 enligt Lantmäteriet.
- Markmodell baserat på 2024-09-12 FÖRSTUDIE DP – Hotell Funäsdalen C

7.4 Beräkningsresultat

Beräkningsresultaten redovisas i Tabell 5 samt bilaga 2. Samtliga beräkningar visar på godtagbarsäkerhetsfaktor med god marginal.

Tabell 5: Beräkningsresultat.

Sektion	F_ϕ	Anmärkning
Sektion B	1,38	OK
Glidyta mot vattnet		
Sektion B	2,65	OK
Sektion E	1,31	OK
Ytlig grundläggningsnivå		
Sektion E,	1,95	OK
Djup grundläggningsnivå		
Sektion F,	1,33	OK
Ytlig grundläggningsnivå		
Sektion F,	2,62	OK
Djup grundläggningsnivå		

8 Geotekniska bedömningar och rekommendationer

Denna utredning är endast översiktlig och när projektering av byggnationer har påbörjats ska en geotekniker rådfrågas för att bedöma behov och omfattning av en kompletterande geoteknisk utredning.

Nedanstående rekommendationer är översiktliga och beräkningar bör utföras av geotekniker när laster och nivåer för planerad bebyggelse är kända.

8.1 Grundläggning

Grundläggning bedöms kunna ske genom platta på mark på packad fyllning av krossmaterial efter bortschaktning av mullhaltiga jordar samt det översta lösa materialet, totalt ca 1–1,5 m.

I grundundersökningen som utfördes 2010-09-20 för Olenområdet, se kap 3, återfanns lösare jordskikt ned till ca 4 m under markytan. Detta område är beläget betydlig öster om undersökt område där jordartskartan visar på förekomst av lösare jordar. Vid aktuell undersökning har inga sådana skikt påträffats och jordartskartan visar morän. Dock bör en kompletterande grundundersökning utföras i projekteringskedet för respektive byggnadsdel för att säkerställa att sådana djupare liggande lösa lager ej finns i det aktuella området. Hejarsondering kan vara en lämplig sonderingsmetod.

Byggnaderna ska grundläggas på ett tjälskyddat sätt. Tjälritt djup beräknas enligt Plattgrundläggning figur 3.2 till > 2,1 m. Om detta ej uppfylls ska konstruktionerna grundläggas på ett tjälskyddat sätt, antingen genom utskiftning av tjällyftande jord och/eller termisk isolering för att förhindra skadlig tjälnedträngning.

8.2 Schaktning i jord

Baserat på att jorden utgörs av moränjord kan temporära schaktslänter ställas i lutning 1:1,5 eller flackare ovanför grundvattenytan. Under grundvattenytan ska den temporära slänthlutningen vara 1:2 eller flackare. Schaktslanten förutsätter att minst 1 m från släntrönn är obelastad. Permanenta slänter med siltinnehåll ställs i lutningar om 1:2,5 eller flackare. Men kan med slänthörstärkning eller erosionsskydd ställas brantare.

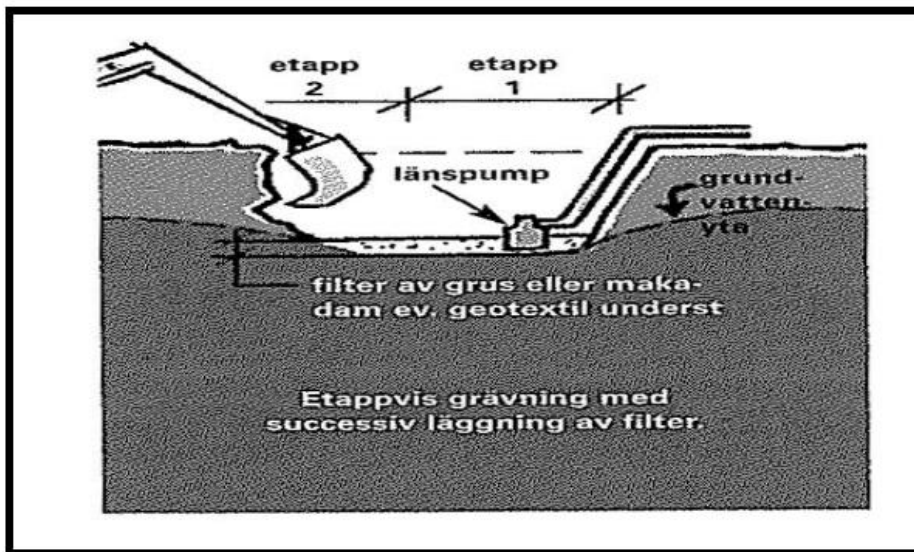
Generellt gäller att schaktning bör genomföras så att schaktbotten inte blir störd. Störning av silthaltig jord kan uppstå vid ovarsam schaktning. Vid vattenmättnad är förekommande siltjordar starkt flytbenägna, vilket skall beaktas under utförandet. Nederbörd kan här till medföra en vattenmättnad hos schaktbotten och därmed en bristande bärighet. Schaktbotten och/eller slänter bör härav skyddas mot direkt yttre påverkan.

Schaktarbeten bör utföras från lågpunkt till högpunkt så att schakten blir självdränerande.

8.3 Grundvattenhantering

Då grundläggningsnivån i skrivande stund ej är bestämd kan schaktning komma att ske under grundvattenytan.

Grundvatten omhändertas lämpligen genom anläggandet av pumpgrop i schakten med principutformning enligt följande bild och ett etappvis schaktningsförfarande.



Figur 3: Princip för hantering av vatten i schakt.

8.4 Sättningar

Förekommande morän bedöms ha goda sättnings- och bärighetsegenskaper. Eventuella sättningar vid grundläggning av hur, ledningar, och hårdgjorda ytor med normala laster bedöms bli försumbara.

Enligt utförda sättningsberäkningar bedöms sättningar bli omkring storleksordning 4 – 5 cm med en last på 50 kPa fördelat på 10 * 21 m. Detta vid befintlig jordlagerföljd samt lägsta valda elasticitetsmodul. Då djupet till berg inte har undersökts har djupet på moränen antagits till 7 m vid beräkning.

Vid utskiftning av 1,5 m morän som ersätts med krossfyllning bedöms sättningarna bli omkring 1,5 – 2 cm.

Sättningsberäkningar redovisas i bilaga 1.

Beräkningarna är en uppskattning med översiktliga laster och bör verifieras i nästkommande skede när konstruktionslaster är framtagna.

8.5 Stabilitet och rasrisk

Översiktliga beräkningar har utförts för att verifiera stabiliteten i området, med lägsta antagna parametrar och lasten har antagits till 50 kPa per hus och 100 kPa för hotellet. Då bottenbottenscanning ej har utförts har antagande om bottenbottenspografi gjorts vid beräkning. Beräkningssektionerna är utförda från FÖRSTUDIE DP – Hotell Funäsdalen C, daterad 2024-09-12. Sektionerna ska enbart ses som en skiss och inte färdigt utförande. Den översiktliga beräkningen för lägenhetshusen resulterade i godkänd säkerhetsfaktor, när den översta moränen ersätts med kross som beskrivet i kapitel 8.1. En översiktlig stabilitetsberäkning har utförts för hotellet som resulterade i godtagbar säkerhetsfaktor vid utskiftning av övre moränen samt fyll med kross. Byggnation bör ej ske närmare än 10 m från strandlinje. Beräkningar har även utförts med högre last, 100 kPa, vilket visar på godtagbar säkerhetsfaktor.

Beroende på byggnaders placering, laster och schacters storlek/lutningar och fyllningar kan kontroll av stabilitet bli aktuellt i kommande skeden. Beräkningarna kan även behöva kompletteras med korrekt markmodell i ett senare skede.

8.6 Dagvattenhantering

Det är viktigt att undersöka dagvattenhanteringen eftersom den planerade exploateringen kommer leda till fler hårdgjorda ytor och sämre möjligheter till infiltration, särskilt med tanke på framtida klimatförändringar som kan medföra ökade nederbörds mängder under kortare tidsintervall.

8.7 Blocknedfall

Inom detaljplaneområdet kan risk för blocknedfall nedskrivas enligt blocknedfallsutredning ”Komplettering Geo 323572 samt blocknedfall modellering”, upprättad av Tyréns. Inom området finns inga synliga block. Berg i dagen som kan riskera blocknedfall finns nordväst om detaljplaneområdet. De eventuella blocken kommer att falla åt det håll berget lutar, dvs inte in i detaljplaneområdet.

9 Sammanfattning

Jordprofilen inom området utgörs enligt utförda undersökningar av ett tunt lager humus ovan siltig morän/siltmorän. Moränens relativa fasthet varierar från mycket låg ca 1 – 1,5 m till hög mot djupet. Korttidsobservationer av grundvattnet inom området visar att det ligger ca 0,5 m under markytan strax nordost om vattenlinjen och sedan har torra rör mätts till nivå +592,7. Ytlig grundläggning bedöms genomförbar men ska anpassas och detaljprojekteras när laster och utformning är känt.

Ur geoteknisk synvinkel bedöms marken inom planområdet vara lämplig för bebyggelse då marken utgörs av bärkraftig morän. Ringa sättningar bedöms uppkomma som följd av byggnation.

10 Avslutning

Mätning av grundvattennivåer har utförts vid ett tillfälle. Grundvattennivån förväntas variera med årstid och nederbörd. Grundvattenavläsning bör genomföras under en längre tid.

Föreliggande PM behandlar endast rekommendationer för planläggning och **får ej användas** som bygghandling utan bör i så fall kompletteras med specificerande undersökningar i ett senare projekteringsskede när lägen och utformning på planerande byggnader är fastställt.

Bilageförteckning

DOKUMENT
PM

UPPDRAG
Aktualisering detaljplan Funäsdalen

UPPDRAGSNUMMER
30091611

Bilageförteckning	Antal sidor
Bilaga 1 - Sättningsberäkningar	2
Bilaga 2 - Stabilitetsberäkningar	6

Bilaga 1 - Sättningsberäkningar

DOKUMENT
PM

UPPDRAG
Aktualisering detaljplan Funäsdalen

UPPDRAGSNUMMER
30091611

Innehållsförteckning	Sida
Sättning Dagens situation	3
Sättning Urgrävning och fyll	4

Sättningar Dagens situation

Auktalisering detaljplan Funäsdalen

Uppskattning av sättningar under byggnad

2:1-metoden och Steinbrenners metod för spänningsfördelning i jord

2:1 metoden

Skikt	Jord	Last i kPa	Last bredd	Last längd	Skikt höjd	Skikt mitt	Delta sigma	Gen. delta sigma	ML & Ek kar kPa	gamma	ML & E dim kPa	Sättning m	Ack. sättning
1	Morän	50	10	21	1,5	0,75	44,91	0	3000	1,3	2308	0,029	
2	Morän	50	10	21	5,5	4,25	29,18	0	15000	1,3	11538	0,014	0,043
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													

Lastförutsättningar:

Belastningsbredd

10

m

Belastningsbredd

21

m

Grundtryck/m

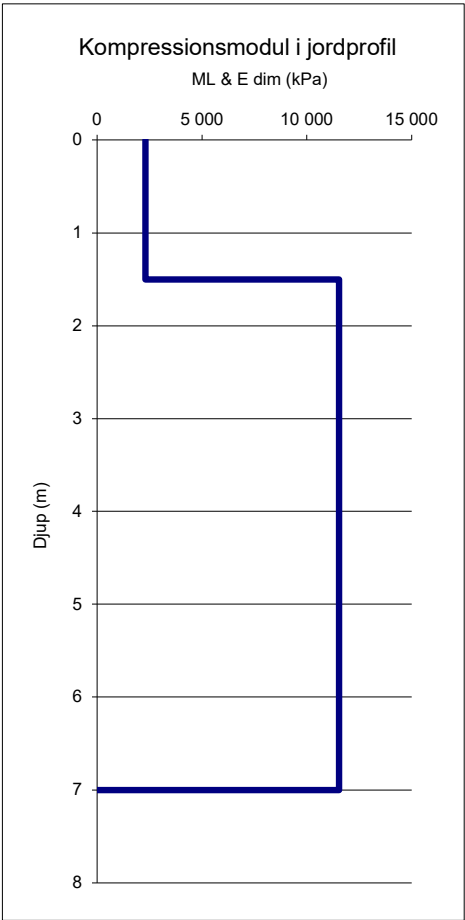
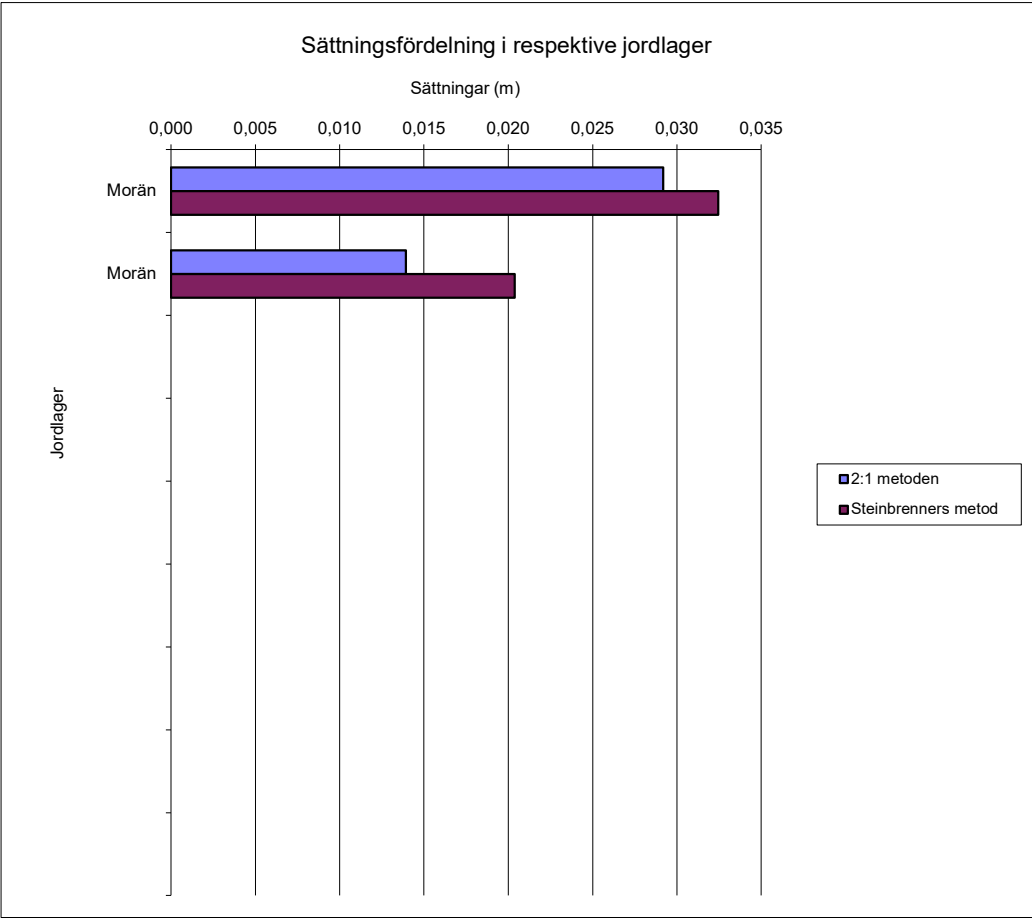
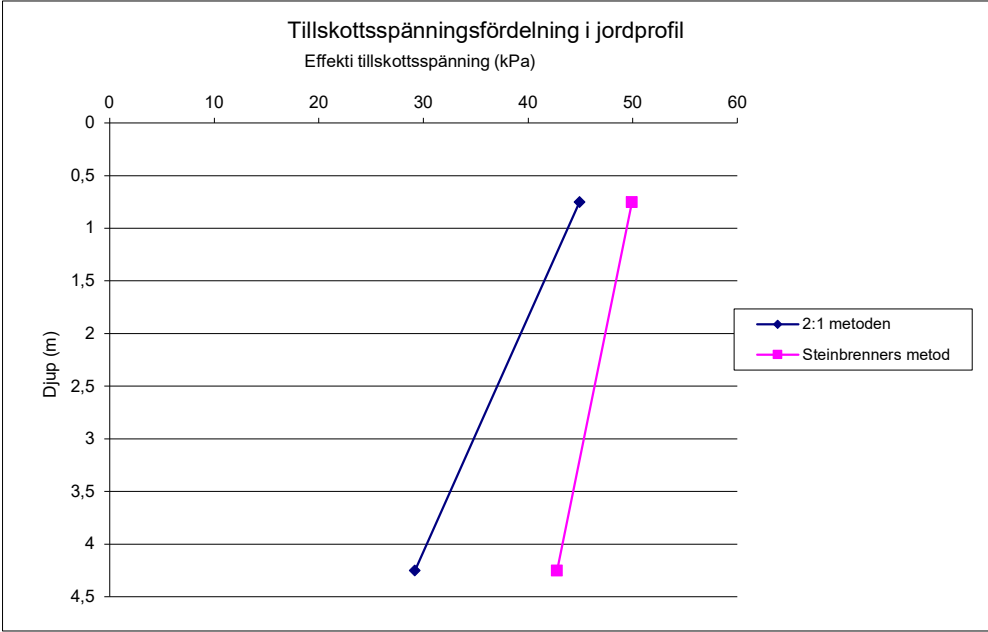
50

kPa/m

se flik "Grundtryck byggnad"

Steinbrenners metod

Skikt	Jord	Last i kPa	Last bredd	Last längd	Skikt höjd	Skikt mitt					Steinbergs formel				Delta sigma	Gen. delta sigma	ML & Ek kar	gamma	ML dim	Sättning	Ack. sättning
			B	L		z	m	n	m^2	n^2	Term 1	Term 2	T1+T2	1/2PI()			kPa		kPa	m	m
1	Morän	50	5	10,5	1,5	0,75	14	6,666667	196,00	44,44	0,163	1,406	1,568	0,159	49,93	0	3000	1,3	2308	0,032	
2	Morän	50	5	10,5	5,5	4,25	2,47	1,18	6,10	1,38	0,559	0,784	1,343	0,159	42,75	0	15000	1,3	11538	0,020	0,053
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					



Sättningar Fyll 1,5 m

Auktalisering detaljplan Funäsdalen

Uppskattning av sättningar under byggnad

2:1-metoden och Steinbrenners metod för spänningsfördelning i jord

2:1 metoden

Skikt	Jord	Last i kPa	Last bredd	Last längd	Skikt höjd	Skikt mitt	Delta sigma	Gen. delta sigma	ML & Ek kar kPa	gamma	ML & E dim kPa	Sättning m	Ack. sättning
1	Fyll	50	10	21	1,5	0,75	44,91	0	50000	1,3	38462	0,002	
2	Morän	50	10	21	5,5	4,25	29,18	0	15000	1,3	11538	0,014	0,016
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													

Lastförutsättningar:

Belastningsbredd 10 m

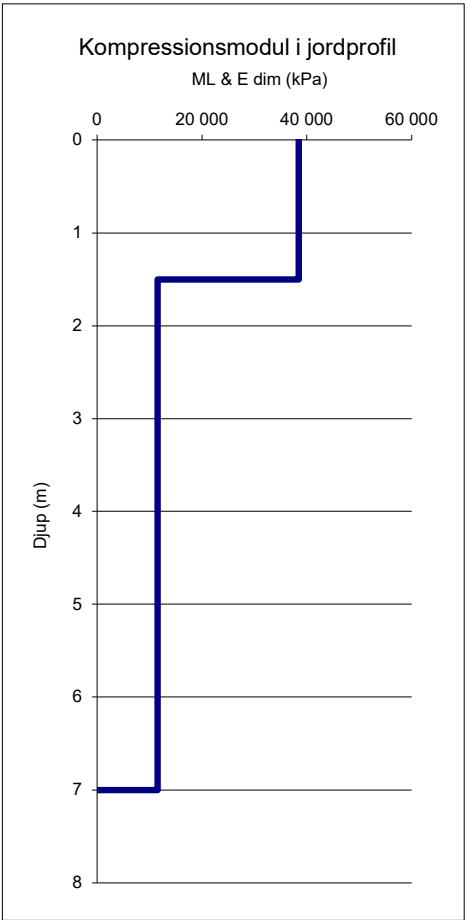
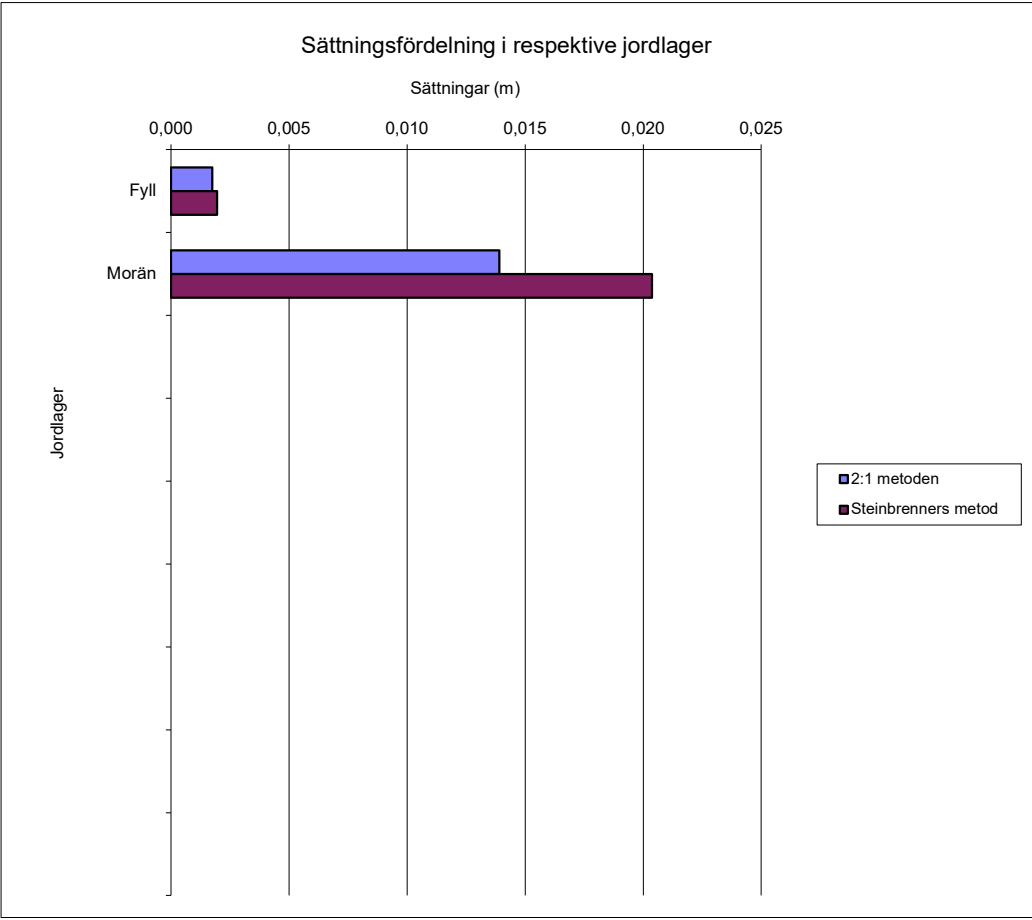
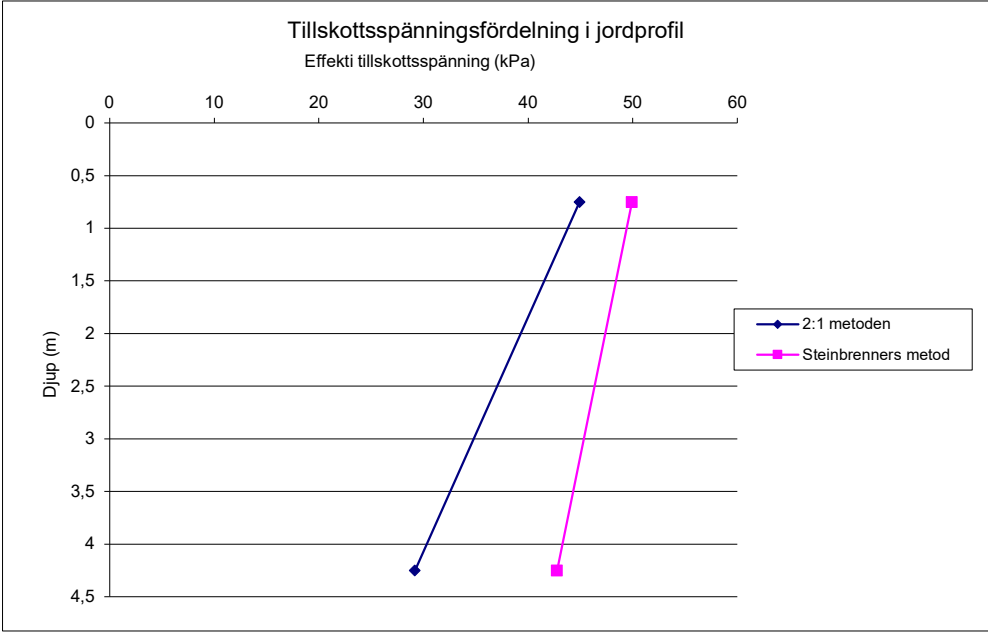
Belastningsbredd 21 m

Grundtryck/m 50 kPa/m

se flik "Grundtryck byggnad"

Steinbrenners metod

Skikt	Jord	Last i kPa	Last bredd	Last längd	Skikt höjd	Skikt mitt					Steinbergs formel				Delta sigma	Gen. delta sigma	ML & Ek kar	gamma	ML dim	Sättning	Ack. sättning
			B	L		z	m	n	m^2	n^2	Term 1	Term 2	T1+T2	1/2PI()			kPa		kPa	m	m
1	Fyll	50	5	10,5	1,5	0,75	14	6,666667	196,00	44,44	0,163	1,406	1,568	0,159	49,93	0	50000	1,3	38462	0,002	
2	Morän	50	5	10,5	5,5	4,25	2,47	1,18	6,10	1,38	0,559	0,784	1,343	0,159	42,75	0	15000	1,3	11538	0,020	0,022
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					



Bilaga 2 - Stabilitetsberäkningar

DOKUMENT
PM

UPPDRAG
Aktualisering detaljplan Funäsdalen

UPPDRAGSNUMMER
30091611

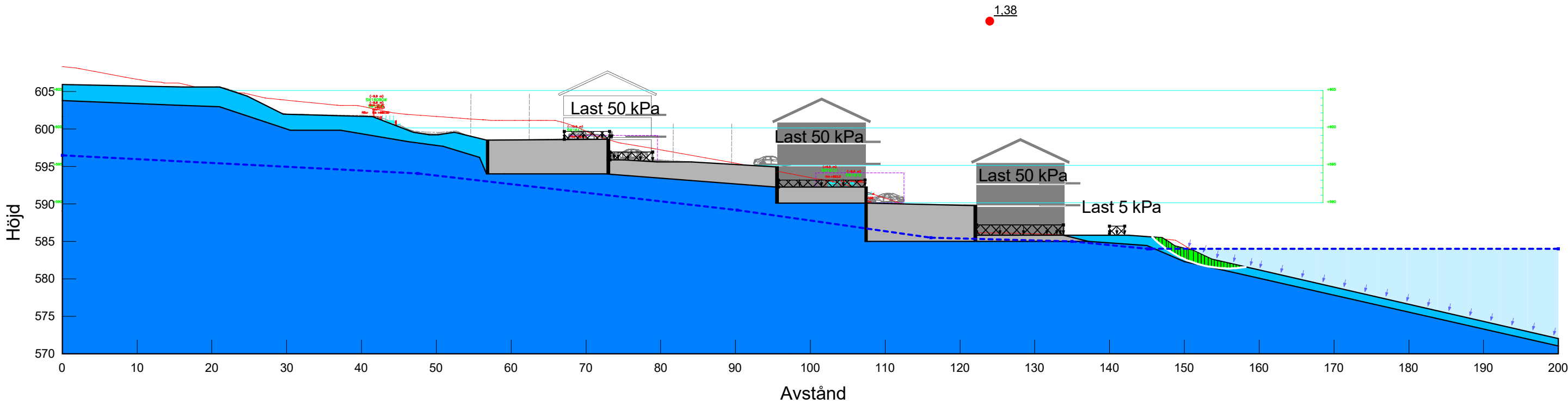
Innehållsförteckning	Sida
Beräkning - Sektion B, Kritisk glidyta mot vattnet	6
Beräkning - Sektion B	7
Beräkning - Sektion E, djup	8
Beräkning - Sektion E, ytlig	9
Beräkning - Sektion F, djup	10
Beräkning - Sektion F, ytlig	11

SEKTION B

Kritisk glidyta mot vattnet

Glidyta med SF=1,38

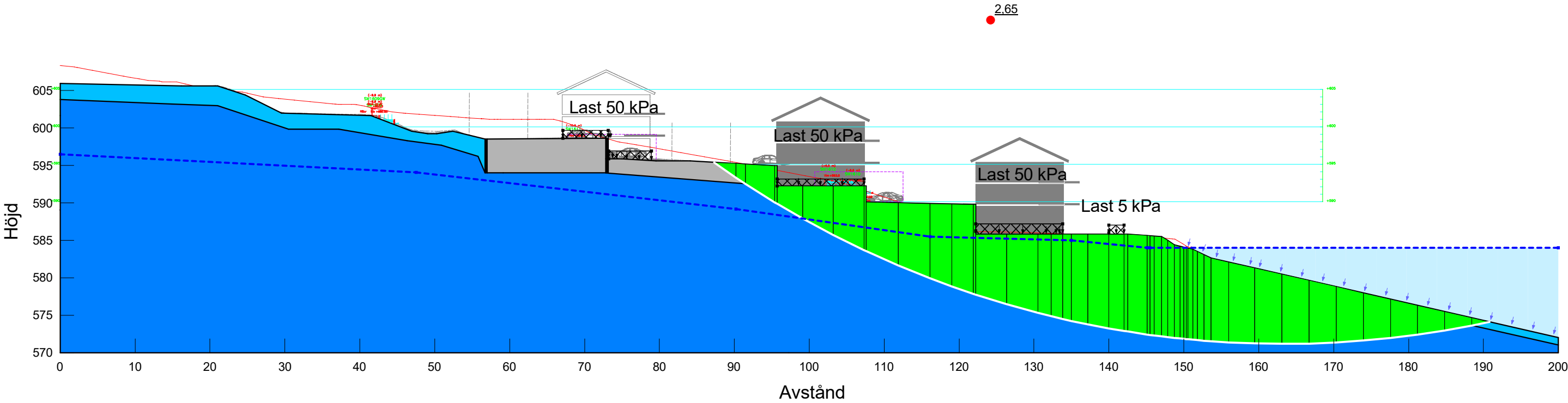
Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
■	Betong	20	
■	Kross	20	43
■	Siltg morän/siltmorän hög lagringstäthet	20	34
■	Siltg morän/siltmorän låg lagringstäthet	20	27



SEKTION B

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
	Betong	20	
	Kross	20	43
	Siltg morän/siltmorän hög lagringstäthet	20	34
	Siltg morän/siltmorän låg lagringstäthet	20	27

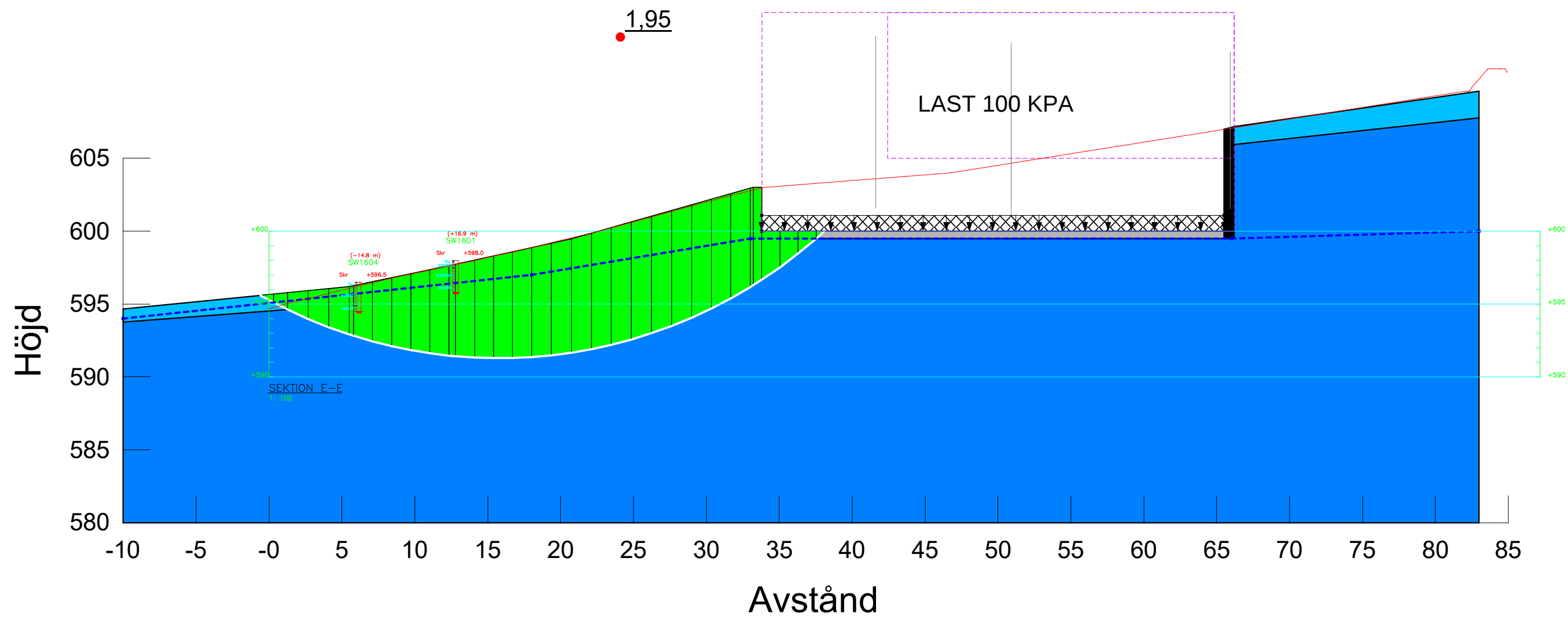
Glidyta med SF=2,65



SEKTION E - DJUP GRUNLÄGGNINGSNIVÅ

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
	Betong	20	
	Kross	20	43
	Siltg morän/siltmorän hög lagringstäthet	20	27,54
	Siltg morän/siltmorän låg lagringstäthet	20	21,87

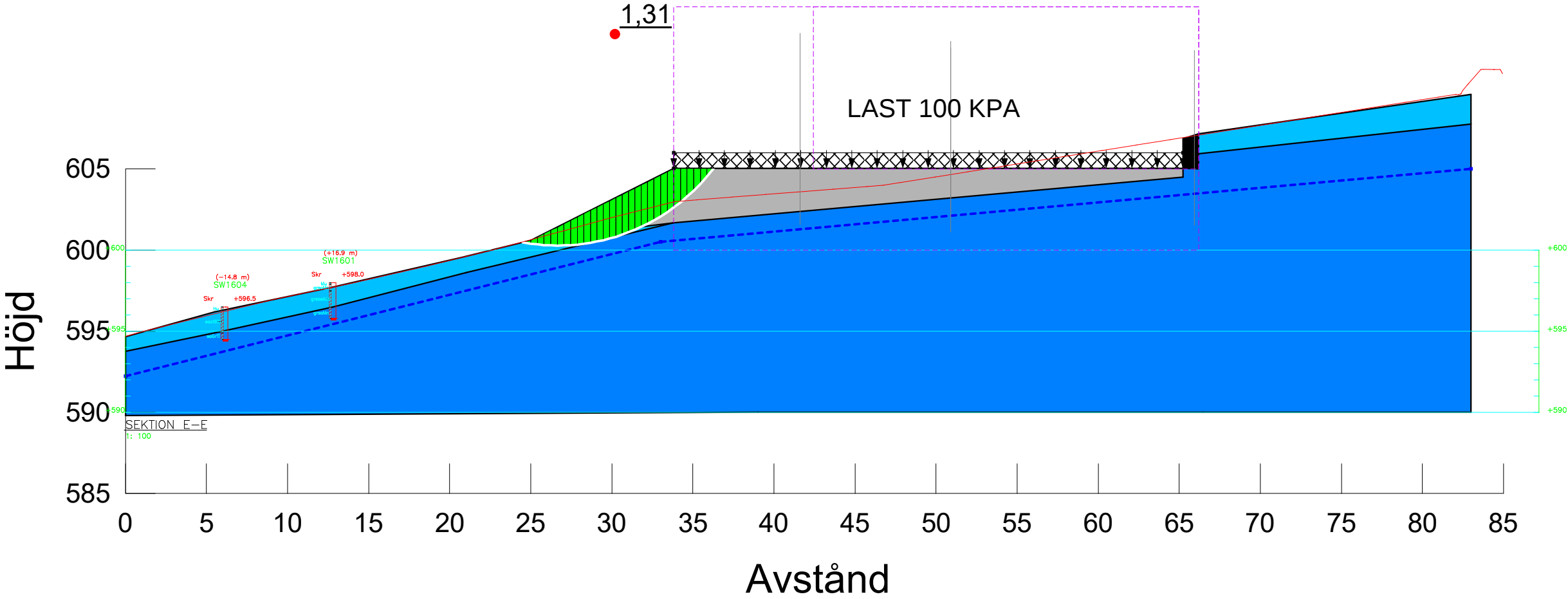
Glidyta med SF=1,95



SEKTION E - YTLIG GRUNLÄGGNINGSNIVÅ

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
	Betong	20	
	Kross	20	43
	Siltig morän/siltmorän hög lagringstäthet	20	27,54
	Siltig morän/siltmorän låg lagringstäthet	20	21,87

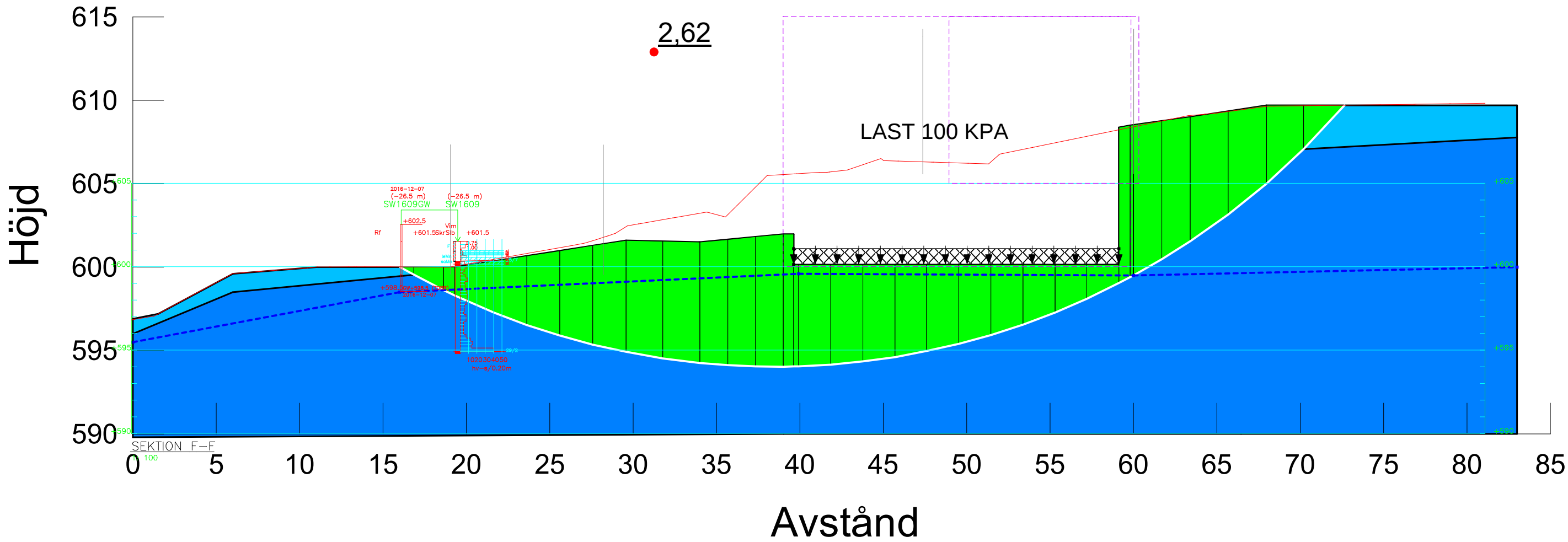
Glidyta med SF=1.31



SEKTION F - DJUP GRUNDLÄGGNINGSNIVÅ

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
	Betong	20	
	Kross	20	43
	Silitg morän/siltmorän hög lagringstäthet	20	27,54
	Silitg morän/siltmorän låg lagringstäthet	20	21,87

Glidyta med SF=2,62



Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
	Betong	20	
	Kross	20	43
	Siltig morän/siltmorän hög lagringstäthet	20	27,54
	Siltig morän/siltmorän låg lagringstäthet	20	21,87

The diagram is a cross-section of a road and embankment. The vertical axis is labeled 'Höjd' (Elevation) and ranges from 590 to 610. The horizontal axis is labeled 'Avstånd' (Distance) and ranges from 0 to 85. The road surface is shown as a black line. Below the road surface is a blue area representing the embankment. A red line indicates the ground level. A green hatched area represents a 100 KPa load. A red dot at the top left indicates a specific elevation of 1.33. The diagram is labeled 'SECTION F-F' and '100'.