

SKELLEFTEÅ KOMMUN

KLINTGATAN GATA & VA

PM GEOTEKNIK

2020-12-11

REV. 2021-06-16



KLINTGATAN GATA & VA

PM GEOTEKNIK

KUND

Skellefteå kommun

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

Box 502

901 10 Umeå

Besök: Storgatan 59

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wspgroup.se>

KONTAKTPERSONER

Lars Berge lars.berge@wsp.com 010 722 67 82

Niklas Hammarbäck niklas.hammarback@wsp.com 010-722 68 77

Adam Sjödin adam.sjodin@wsp.com 010-722 76 77

UPPDRAGSNAMN

Klintvägen gator & VA

UPPDRAGSNUMMER

10312467

FÖRFATTARE

Lars Berge

DATUM

2020-12-11

Rev 2021-06-16

GRANSKAD AV

Niklas Hammarbäck

GODKÄND AV

Anders Häggkvist

INNEHÅLL

1	UPPDRAG	4
1.1	BAKGRUND	4
1.2	PLANERAD BYGGNATION	4
1.3	DOKUMENTETS SYFTE	5
2	UNDERLAG	5
3	STYRANDE DOKUMENT	5
4	PROJEKTERINGSANVISNINGAR	5
5	GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS	5
6	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	6
6.1	TOPOGRAFI OCH YTBEKÄFFENHET	6
6.2	BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER	6
7	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	7
7.1	JORDLAGERFÖLJD	7
7.2	JORDMATERIALPARAMETRAR	7
7.3	GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	9
7.4	STABILITETSFÖRHÅLLANDEN	9
7.5	SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN	9
7.5.1	Sättningsberäkningar	9
8	REKOMMENDATIONER	14
8.1	GRUNDLÄGGNING AV BYGGNADER	14
8.2	GRUNDLÄGGNING AV VA-LEDNINGAR	14
8.3	GRUNDLÄGGNING VÄG	14
8.4	STABILISERING AV RAVIN	15
8.5	SCHAKT	15
8.6	SULFIDJORD	16
8.7	FYLLNING	16
8.8	KONTROLL	16

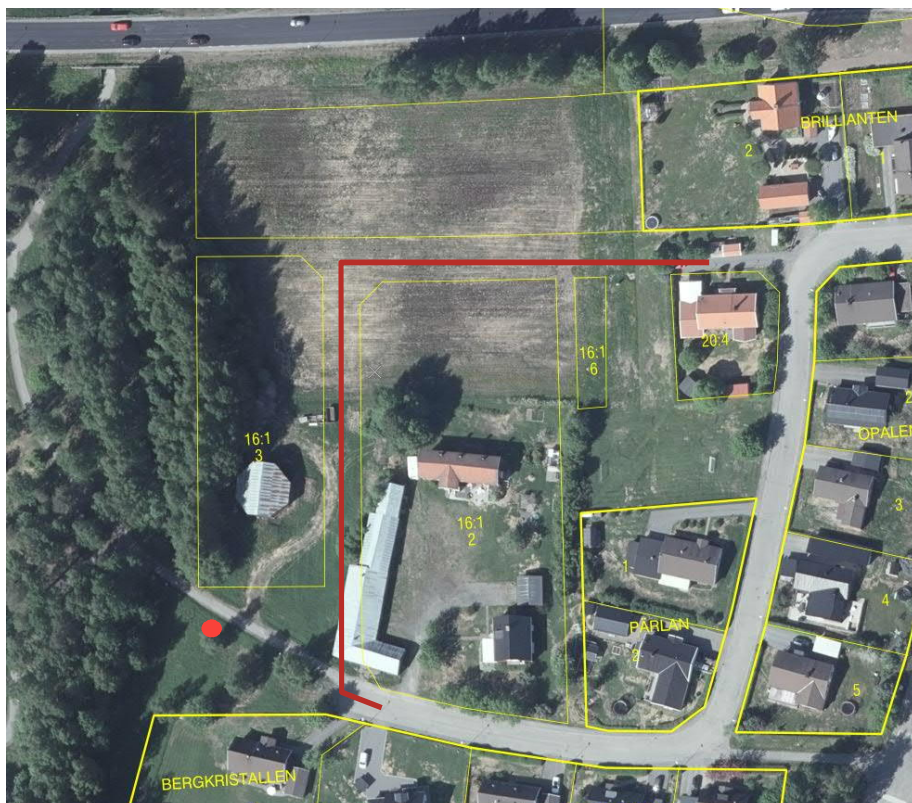
BILAGOR

- Bilaga 1 – Anvisning för installation av pegel
- Bilaga 2 – Anvisning för överlast
- Bilaga 3 – GS Settlement beräkningsrapport
- Bilaga 4 – Beräknings-PM stabilitet

1 UPPDRAG

1.1 BAKGRUND

WSP Samhällsbyggnad har på uppdrag av Skellefteå kommun utfört en översiktlig geoteknisk undersökning inför grundläggning av VA-ledningar samt ny väg i närheten av Klintgatan, Skellefteå, se **Figur 1.1**. Planen är att nya bostäder ska byggas i området, och till det kommer Klintgatan förlängas i en slinga genom det nya området. Befintlig GC-väg som idag ansluter till Klintgatan kommer dras om något längre söderut. VA-ledningar förläggs under Klintgatan och GC-väg.



Figur 1.1. Röd markering motsvarar ungefärligt läge för planerad gata där huvuddelen av sonderingarna är utförda, en punkt är också borrad i läge för anslutning mot befintlig GC-väg, väster om området. ©Lantmäteriet 2020.

1.2 PLANERAD BYGGNATION

Någon uppgift om exakt längdmätning samt vägbredden för projekterad väg saknas vid denna handlings upprättande.

I samband med vägbyggnation planeras grundläggning av VA-ledningar, grundläggningsdjup för dessa ledningar saknas vid denna handlings upprättande. Enligt uppgift från beställaren kommer marken inom det nya bostadsområdet att utjämnas genom att marken i den nordvästra delen höjs med upp till cirka två meter.

1.3 DOKUMENTETS SYFTE

De geotekniska undersökningarnas syfte är att beskriva markförhållandena avseende jordlagerföljd och mekaniska egenskaper för vidare projektering och dimensionering av planerade anläggningar. Undersökningarna ska även utgöra underlag för en dagvattenutredning.

2 UNDERLAG

Markteknisk undersökningsrapport (*MUR*) upprättad av WSP Samhällsbyggnad, daterad 2021-05-24 har använts som underlag för upprättande av detta dokument.

3 STYRANDE DOKUMENT

Denna rapport ansluter till SS -EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga.

- TRVK Väg (Trafikverkets tekniska krav Vägkonstruktion TRV 2011:072)
- AMA Anläggning 20
- TK Geo 13 (Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner, Dokument-ID TDOK 2013:0667)
- Rapport 6:2008, Slänter och bankar, IEGs tillämpningsdokument EN 1997-1
- Rapport 7:208, Plattgrundläggning, IEGs tillämpningsdokument EN 1997-1
- Geoteknisk fälthandbok 1:2013

4 PROJEKTERINGSANVISNINGAR

Dimensionering av geokonstruktioner skall utföras enligt BFS 2015:6 (Boverket) EKS 10 med tillhörande nationella val.

5 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS

Geokonstruktioner dimensioneras för Geoteknisk kategori 2 (GK2), säkerhetsklass väljs enligt *IEG Rapport 2:2008 Rev 2, Tillämpningsdokument Grunder* och 2015:6 (Boverket) EKS10.

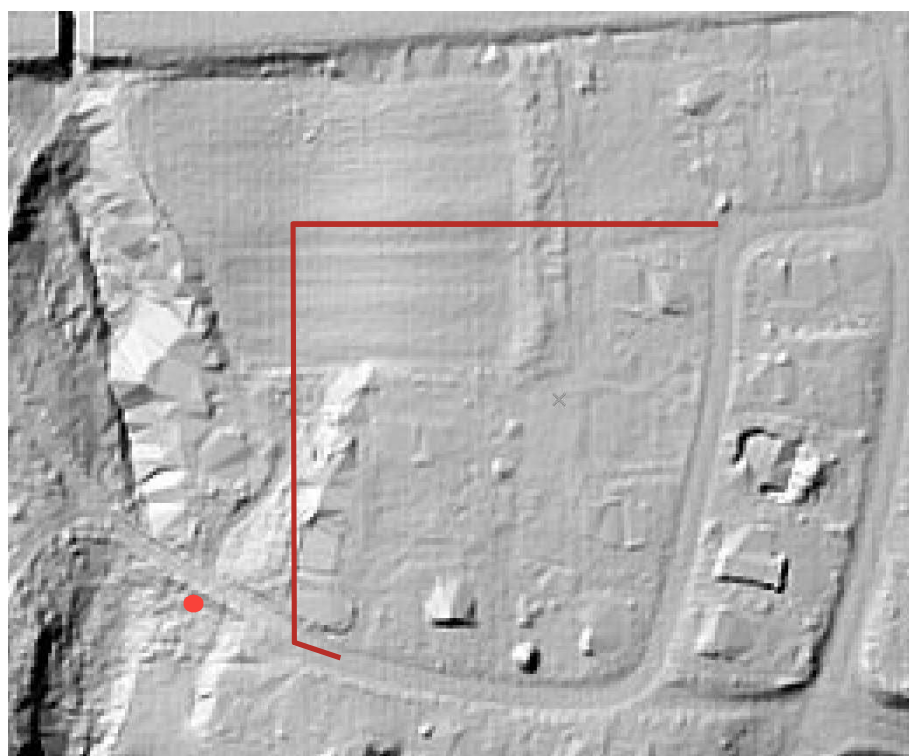
6 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

6.1 TOPOGRAFI OCH YTBEKÄFFENHET

Undersökningsområdet ansluter till en befintlig väg (Klintgatan) i nordost vid adressen Klintgatan 2 samt i södra delen vid adressen Klintgatan 17.

Huvuddelen av det undersökta området utgörs av åkermark.

Marken inom undersökningsområdet är relativt plan. Marknivåerna i läge för planerad kvartersgata varierar mellan ca **+21** och **+23**. Området som idag utgörs av åkermark ligger ungefär 2 m lägre än de bebyggda ytorna, se **Figur 6.1** nedan. Marken sluttar mot en bäckravin väster om undersökningsområdet, med slänkrön kring +19 och dikesbotten på nivå ca +16,3. Som brantast är släntens lutning ca 1:2,5.



Figur 6.1. Terrängskuggning som visualiserar markhöjder från nationella höjddatabasen. Röd markering motsvarar ungefärligt läge för planerad gata och ensam röd prick motsvarar borrhpunkt 20W005. ©Lantmäteriet 2020.

6.2 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER

Befintliga byggnader samt el- och VA-ledningar finns i undersökningsområdet. En långsträckt byggnad inom fastigheten 16:1 ska rivras och en gammal loge i samma fastighet kommer att flyttas inför byggandet av nya fastigheter.

7 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

7.1 JORDLAGERFÖLJD

Generellt består jordprofilen enligt utförda undersökningar överst av ca 0,4–0,5 m fyllning av typen mullhaltig sand med inslag av silt och grus. Fyllningen överlagrar huvudsakligen sandsediment till ca 5 m djup där sonderingarna avbrutits i tre av punkterna. I den djupare delen av skiktet har sanden en ökande finjordshalt.

I punkten 20W002 som borrats till 6 m djup följs sandsedimenten av sulfidhaltig silt.

I punkten 20W005, väster om det planerade bostadsområdet, i läge för anslutning till befintlig GC-väg, ser jordprofilen annorlunda ut. Här präglas jordprofilen till större del av siltiga sediment, på djupet dessutom sulfidhaltiga. Under de översta 2 metrarna fyllning bestående av siltig sand med inslag av organiskt material, följer ca 1 m sand som följs av omväxlande sand- och siltsediment, samtliga sulfidhaltiga ned till 6 m djup där sonderingen avbrutits.

Utförda viktsonderingar borrades ned till ca 7 m under markytan utan att stopp erhöjts. Block har inte påträffats under utförda geotekniska undersökningar. Materialtyper (M) och tjälfarlighetsklass (T) nedan enligt tabell CE/1 AMA Anläggning 20.

Fyllning

Finsand (M2, T1) eller siltig finsand (M4A, T3), mäktighet varierar mellan ca 0,5 m i läge för planerad gata och ca 2 m längre västerut. Lagringstäthet i fyllning bedöms vara lös till medelfast enligt utförda undersökningar.

Sandsediment

Under fyllningen påträffades naturligt lagrade sediment av sand (M2, T1) och siltig sand (M3B - 4A, T2 - 3) med mycket lös lagringstäthet. Närmare bäckravinen är den djupare jorden också sulfidhaltig. Sandsedimentens mäktighet är i läge för planerad ny gata ca 4,5 m.

Sulfidhaltig silt

Förekommande silt (M5A, T4) är sulfidhaltig och har mycket lös lagringstäthet.

7.2 JORDMATERIALPARAMETRAR

Valda värden på jordmaterialparametrar baseras på härledda värden enligt "Markteknisk undersökningsrapport" daterad 2020-12-11 och tabellvärden från TK Geo 13. Se Tabell 7.1 nedan.

Tabell 7.1. Sammanställning av valda värden för ny gata.

Nivå	Tunghet, ρ (ρ') (kN/m ³)	Hållfasthets-egenskaper	Deformations-egenskaper
Befintlig fyllning av huvudsakligen sand till ca 0,5 m djup under markytan.	17 (8)	$\varphi = 33^\circ$	E = 10 MPa
Sand från ca 0,5 m till ca 5 m djup under markytan.	18 (9)	$\varphi = 31^\circ$	E = 1,5 MPa
Sulfidhaltig silt från ca 5 m djup	17 (7)	$\varphi = 30^\circ$ $C_{u,korr} = 43-77$ kPa	M = 4,6 - 7 MPa

Dimensionerande värden erhålls enligt:

$$X_d = X_k / \gamma_m$$

Där karakteristiskt värde $X_k = \eta \cdot X_{medel}$

γ_m väljs ur BFS 2015:6 EKS

$\eta_{12345678}$ väljs enligt tillämpningsdokument Rapport 6:2008, Slänter och bankar.

Tabell 7.2. Omräkningsfaktor η_{total} och ingående delfaktorer η_{1-8}

η Plattor	
$\eta_1 - \eta_4$	0,9
$\eta_5 - \eta_6$	1,0
η_{7-8}	1,0
η_{total}	0,9

Valda värden omräknas till karakteristiska värden genom att multiplicera η_{total} med valt värde. Partialkoefficienter används för att ta fram dimensionerande värden, se Tabell 7.3. Beräkning av dimensionerande värden för jordens hållfasthetsparametrar utförs enligt Rapport 6:2008, Slänter och bankar, IEGs tillämpningsdokument EN 1997-1, kap 11 och 12.

Tabell 7.3. Sammanställning av partialkoefficienter

Jordparameter	Symbol	γ_m
Friktionsvinkel	$\tan(\varphi)$	1,3
Elasticitetsmodul/kompressionsmodul	E/M	1,0
Tunghet	γ	1,0

Tabell 7.4. Sammanställning av dimensionerande värden för ny gata.

Nivå	Tunghet, ρ (ρ') (kN/m ³)	Hållfasthets- egenskaper	Deformations- egenskaper
Befintlig fyllning av huvudsakligen sand till ca 0,5 m djup under markytan.	17 (8)	$\varphi = 24^\circ$	E = 9 MPa
Sand från ca 0,5 m till ca 5 m djup under markytan.	18 (9)	$\varphi = 23^\circ$	E = 2 MPa
Sulfidhaltig silt från ca 5 m djup	17 (7)	$\varphi = 22^\circ$ $C_{u,korr} = 43-77$ kPa	M = 4,6 - 7 MPa

7.3 GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Grundvattenytan enligt utförda korttidsobservationer i öppna grundvattenrör varierade mellan ca 1,8 – 3,3 m djup under markytan motsvarande nivåer ca +18,5 respektive +16,4. Vattnet ligger högre i den östra delen av området och rinner ner mot bäcken i väster.

Grundvattenytan varierar med årstiden varför både högre och lägre grundvattennivåer än de nu uppmätta kan förekomma.

7.4 STABILITETSFÖRHÅLLANDEN

Ingen risk avseende stabilitet bedöms föreligga i läget för planerad väg. Uppschaktade jordmassor eller andra upplag får ej placeras invid schaktslänters krön.

Markytan i den västra delen av området kommer fyllas upp med upp till 1,7 meter fyllnadsmassor. Väster om området finns en bäckkravin som i dagläget står i jämvikt. Stabilitetsberäkningar har utförts i tre sektioner för olika lastfall i slänten för kontroll av släntstabilitet, något som redovisas i Bilaga 4 Beräknings-PM stabilitet.

7.5 SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN

Förekommande lager av sand och sulfidhaltig silt bedöms vara sättningkänsliga. Om laster i form av uppfyllnad av markytor, byggnader etc. påförs kan sättningar förutsättas bildas.

7.5.1 Sättningsberäkningar

Sättningsberäkningar har utförts för fastighet 16:1 3 och 16:1 5 med beräkningsprogrammet GS Settlement samt med överslagsmässiga handberäkningar.

Förutsättningar

Sättningsberäkningar har utförts för tidig utläggning av 1 m respektive 2 m markuppfyllnad (20 respektive 40 kPa) och olika stora överlastar med liggtider upp till 12 månader.

För sättningsberäkningar med tidig utläggning av 1 m markuppfyllnad är överlasternas storhet (last utöver 1 m markuppfyllnad) 15, 20 respektive 30 kPa. Belastning för färdig konstruktion för sättningsberäkning med 1 m markuppfyllnad har antagits till 35 kPa, där 20 kPa utgörs av markuppfyllnad och 15 kPa utgör last från byggnad.

För sättningsberäkningar med tidig utläggning av 2 m markuppfyllnad är överlasternas storhet (last utöver 2 m markuppfyllnad) 15 respektive 25 kPa. Belastning för färdig konstruktion för sättningsberäkningar med 2 m markuppfyllnad har antagits till 55 kPa, där 40 kPa utgörs av markuppfyllnad och 15 kPa utgör last från byggnad.

Enligt utförda CRS-försök har den sulfidhaltiga silten en överkonsolideringsgrad (OCR) på ca 1,6–2. Rådande effektivspänning plus tillskottslast överstiger ej 80% av förkonsolideringstrycket och därmed har inte krypning beaktats i beräkningarna. Den sättning som sker över längre tid utgörs av konsolideringssättningar.

Jordlagerföljden för utförda sättningsberäkningar utgörs överst av ett 6 m mäktigt sandlager som underlagras av ett 9 m mäktigt lager sulfidsilt, med deformationsegenskaper enligt

Tabell 7.4.

Dimensionerande sättning avser beräknad sättning multiplicerat med en modellfaktor för osäkerhet $\gamma_{Rd} = 1,3$.

Resultat

Dimensionerande sättning inom fastighet 16:1 3 och 16:1 5 med en belastning för färdig konstruktion på 35 kPa (1 m markuppfyllnad + byggnad) är ca 8,5 – 9 cm.

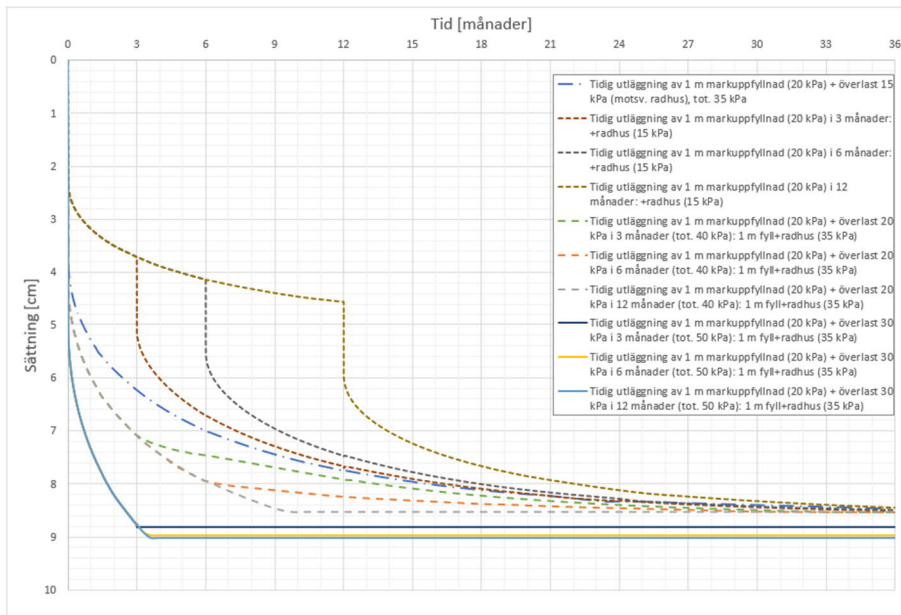
Dimensionerande sättning inom fastighet 16:1 3 och 16:1 5 med en belastning för färdig konstruktion på 55 kPa (2 m markuppfyllnad + byggnad) är ca 13,5 – 14 cm.

Ungefär 40% av den dimensionerande sättningen sker i sandlagret och 60% i lagret av sulfidhaltig silt.

I sandlagret sker sättningarna i huvudsak momentant vid belastning, dvs. som initiala sättningar. I underliggande lager av sulfidhaltig silt sker en mindre del av sättningarna momentant och resterande som tidsberoende sättningar i form av konsolideringssättningar.

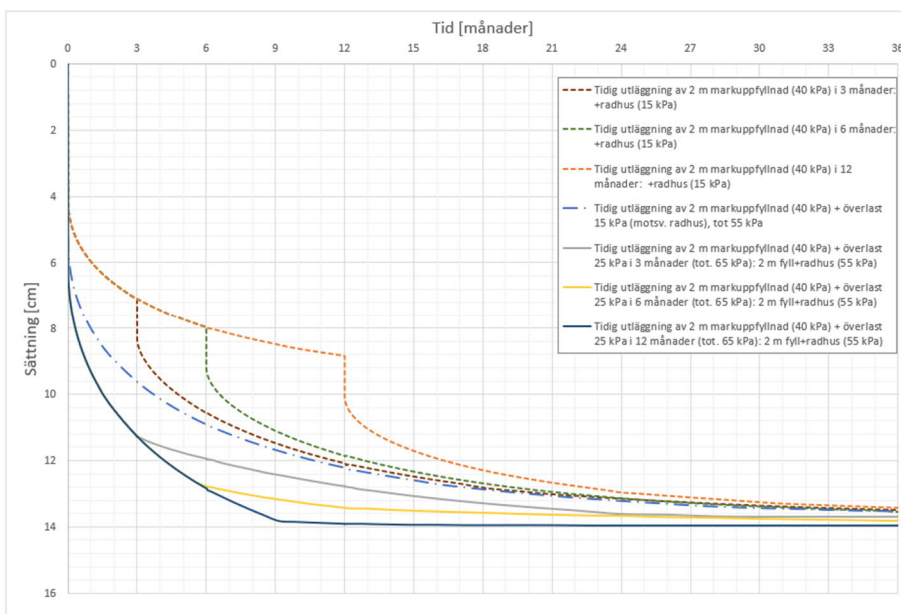
Sättningsutvecklingen över tid, med en belastning för färdig konstruktion på 35 kPa (1 m markuppfyllnad + byggnad), för olika överlaster presenteras i

Figur 7.1.



Figur 7.1. Sättningsutveckling över tid med belastning för färdig konstruktion på 35 kPa (1 m markuppfyllnad + byggnad): Sättning [cm] över tid [månader].

Sättningsutvecklingen över tid, med en belastning för färdig konstruktion på 55 kPa (2 m markuppfyllnad + byggnad), för olika överlaster presenteras i **Figur 7.2.**



Figur 7.2. Sättningsutveckling över tid med belastning för färdig konstruktion på 55 kPa (2 m markuppfyllnad + byggnad): Sättning [cm] över tid [månader].

I Tabell 7.5 redovisas uttagen sättnings efter en viss ligg tid med överlast, för sättningsberäkning med belastning för färdig konstruktion på 35 kPa.

I Tabell 7.6 redovisas uttagen sättnings efter en viss ligg tid med överlast, för sättningsberäkning med belastning för färdig konstruktion på 55 kPa.

Uttagen sättnings avser den sättnings som tagits ut vid respektive ligg tid, och kvarvarande sättnings avser den sättnings som återstår till dess att totala dimensionerande sättnings uppnåts.

Tabell 7.5. Uttagen och kvarvarande sättning efter ligg tid med överlast, sättningsberäkning med belastning för färdig konstruktion på 35 kPa (1 m markuppfyllnad+ byggnad).

1 månad ligg tid	Sättning			
	Uttagen [cm]	Uttagen [%]	Kvarvarande [cm]	Kvarvarande [%]
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa)	3,2	37%	5,4	63%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 15 kPa. Totalt 35 kPa	5,3	62%	3,2	38%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 20 kPa. Totalt 40 kPa	6,0	70%	2,6	30%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 30 kPa. Totalt 50 kPa	7,3	82%	1,6	18%
3 månader ligg tid	Uttagen [cm]	Uttagen [%]	Kvarvarande [cm]	Kvarvarande [%]
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa)	3,7	43%	4,8	57%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 15 kPa. Totalt 35 kPa	6,2	73%	2,2	27%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 20 kPa. Totalt 40 kPa	7,1	83%	1,5	17%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 30 kPa. Totalt 50 kPa	8,8	98%	0,2	2%
6 månader ligg tid	Uttagen [cm]	Uttagen [%]	Kvarvarande [cm]	Kvarvarande [%]
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa)	4,1	48%	4,4	52%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 15 kPa. Totalt 35 kPa	7,0	83%	1,5	17%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 20 kPa. Totalt 40 kPa	7,9	93%	0,6	7%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 30 kPa. Totalt 50 kPa	9,0	100%	0,0	0%
12 månader ligg tid	Uttagen [cm]	Uttagen [%]	Kvarvarande [cm]	Kvarvarande [%]
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa)	4,5	53%	4,0	47%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 15 kPa. Totalt 35 kPa	7,8	92%	0,7	8%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 20 kPa. Totalt 40 kPa	8,8	100%	0,0	0%
Utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) + överlast 30 kPa. Totalt 50 kPa	9,0	100%	0,0	0%
Färgförklaring (kvarvarande sättning i % efter ligg tid med överlast)	0-10%	10-25%	25-50%	50-100%

Utifrån **Figur 7.1** och Tabell 7.5 kan bl.a. följande konkluderas:

- En tidig utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) kommer efter 12 månader ligg tid bara tagit ut ca 50% av de totala dimensionerande sättningsarna. Dvs. ca 4 cm kvarvarande sättningsar som kommer ske mellan 12 och 36 månader.
- En tidig utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) samt överlast på 15 kPa (totalt 35 kPa) tar ut ca 80% av de totala dimensionerande sättningsarna efter 6 månader ligg tid (ca 1,5 cm kvarvarande sättningsar).
- En tidig utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) samt överlast på 20 kPa (totalt 40 kPa) tar ut ca 80% av de totala dimensionerande sättningsarna efter 3 månader ligg tid (ca 1,5 cm kvarvarande sättningsar).
- En tidig utläggning av 1 m markuppfyllnad (20 kPa) samt överlast på 30 kPa tar ut ca 80% av de totala dimensionerande sättningsarna efter 1 månad ligg tid (ca 1,5 cm kvarvarande sättningsar).

Tabell 7.6. Uttagen och kvarvarande sättning efter liggtid med överlast, sättningsberäkning med belastning för färdig konstruktion på 55 kPa (2 m markuppfyllnad+ byggnad).

	Sättning			
	Uttagen [cm]	Uttagen [%]	Kvarvarande [cm]	Kvarvarande [%]
1 månad liggtid				
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa)	6,0	44%	7,7	56%
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) + överlast 15 kPa. Totalt 55 kPa	8,0	59%	5,6	41%
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) + överlast 25 kPa. Totalt 65 kPa	9,3	67%	4,5	33%
3 månader liggtid				
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa)	7,1	52%	6,6	48%
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) + överlast 15 kPa. Totalt 55 kPa	9,6	71%	4,0	29%
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) + överlast 25 kPa. Totalt 65 kPa	11,3	81%	2,6	19%
6 månader liggtid				
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa)	8,0	58%	5,7	42%
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) + överlast 15 kPa. Totalt 55 kPa	10,9	80%	2,7	20%
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) + överlast 25 kPa. Totalt 65 kPa	12,8	93%	1,0	7%
12 månader liggtid				
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa)	8,8	65%	4,8	35%
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) + överlast 15 kPa. Totalt 55 kPa	12,2	90%	1,4	10%
Utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) + överlast 25 kPa. Totalt 65 kPa	13,8	100%	0,0	0%
Färgförklaring (kvarvarande sättning i % efter liggtid med överlast)	0-10%	10-25%	25-50%	50-100%

Utifrån **Figur 7.2** och Tabell 7.6 kan bl.a. följande konkluderas:

- En tidig utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) kommer efter 12 månader liggtid bara tagit ut ca 65% av de totala dimensionerande sättningarna. Dvs. ca 5 cm kvarvarande sättningar som kommer ske mellan 12 och 36 månader.
- En tidig utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) samt överlast på 15 kPa (totalt 55 kPa) tar ut ca 70% av de totala dimensionerande sättningarna efter 3 månader liggtid (ca 4 cm kvarvarande sättningar), ca 80% av de totala dimensionerande sättningarna efter 6 månader liggtid (ca 2,7 cm kvarvarande sättningar) och ca 90% av de totala dimensionerande sättningarna efter 12 månader liggtid (ca 1,4 cm kvarvarande sättningar).
- En tidig utläggning av 2 m markuppfyllnad (40 kPa) samt överlast på 25 kPa (totalt 65 kPa) tar ut ca 80% av de totala dimensionerande sättningarna efter 3 månader liggtid (ca 2,6 cm kvarvarande sättningar), ca 90% av de totala dimensionerande sättningarna efter 6 månader liggtid (ca 1 cm kvarvarande sättningar) och ca 100% av de totala dimensionerande sättningarna efter 9 månader liggtid.

Detaljerad redovisning av beräknande sättningar samt deformations- och permeabilitetsparametrar för respektive jordlager presenteras i beräkningsrapport i Bilaga 3.

8 REKOMMENDATIONER

Då kommande marknivåer ännu inte är fastställda beskrivs nedanstående rekommendationer utifrån olika tänkbara scenarion. När en höjdsättning av området finns framme kan mer detaljerade rekommendationer presenteras.

8.1 GRUNDLÄGGNING AV BYGGNADER

Byggnader i form av fristående villor föreslås grundläggas med kantförstyvad platta på mark på packad fyllning av materialtyp 1 eller 2 under förutsättningar att lämplig sättningsreducerande åtgärd i form av förbelastning med överlast och liggtid tillämpas, och att kvarvarande sättning för motsvarande överlast och liggtid enligt Tabell 7.5 och Tabell 7.6 accepteras.

För belastning för färdig konstruktion på 35 kPa (1 m markuppfyllnad + byggnad), förbelastas ytan för planerad byggnad med 1 m markuppfyllnad och förslagsvis en överlast motsvarande 20 kPa (total belastning på 40 kPa) med ca 3–5 månader liggtid för att ta ut ca 80–90% av de totala sättningarna. Kvarvarande sättningar efter ca 3–5 månader liggtid med 1 m markuppfyllnad och 20 kPa överlast uppgår till ca 0,5–1,5 cm.

För belastning för färdig konstruktion på 55 kPa (2 m markuppfyllnad + byggnad) förbelastas ytan för planerad byggnad med 2 m markuppfyllnad och förslagsvis en överlast motsvarande 15 kPa (total belastning 55 kPa) med ca 6–12 månader liggtid för att ta ut ca 80–90% av de totala sättningarna. Kvarvarande sättningar efter ca 6–12 månader liggtid med 2 m markuppfyllnad och 15 kPa överlast uppgår till 1,4–2,7 cm.

Val av storhet på överlast och liggtid styrs av aktuell sättningstolerans för planerade byggnader.

Grundläggning av byggnader ska utföras tjälsäkert, frostfritt samt väl-dränerat. Nödvändig utkravning av tjälisolering runt byggnaderna ska utföras.

Anslutningar mellan ledningar och byggnader föreslås utföras så att skador ej uppkommer till följd av sättningar.

8.2 GRUNDLÄGGNING AV VA-LEDNINGAR

Det rekommenderas att planerade VA ledningar grundläggs på förstärkt ledningsbädd under grundvattenytan.

Materialskiljande lager av geotextil läggs under och kring ledningsbädden där terrassen består av materialtyp 4 - 5.

8.3 GRUNDLÄGGNING VÄG

Planerad kvartersgata ska dimensioneras med programvaran PMS Objekt (Trafikverket) med hänsyn till materialtyp 2 och tjäl-farlighetsklass 1. För GC-väg dimensioneras överbyggnad utifrån terrass bestående av materialtyp 4A och tjäl-farlighetsklass 3.

8.4 STABILISERING AV RAVIN

Ravinen bedöms i dagsläget stå i jämvikt trots löst lagrade jordmaterial och bedöms gynnas av den mothållande kraft som trädens och växtlighetens rötter verkar med. Ravinen bedöms längst norrut vara stabil (se sektion C-C Bilaga 4).

Ravinen uppfyller däremot inte kraven för lägsta godtagbara säkerhetsfaktor för säkerhetsklass 2 enligt IEG tillämpningsdokument 6:2008 "slänter och bankar" i mitten och i den södra delen av ravinen (se sektion D-D/E-E Bilaga 4). För att uppfylla lägsta godtagbara säkerhetsfaktor behöver ravinen flackas ut till minst 1:2,5. Se Bilaga 4 för utförda stabilitetsberäkningar.

Slänten kan flackas ut genom avschaktning eller utfyllnad till ny lutning. Avschaktade massor från slänten kan återanvändas i entreprenaden, men en avschaktning minskar tillgänglig tomtyta i fastigheterna öster om ravinen.

För att bevara tomtmarken kan slänten istället utfyllas till ny lutning, vilket innebär en utbredning västerut. I den norra delen av ravinen har bäckfåran ett plant område öster om bäcken, så en utbredning av slänten bör inte innebära någon större påverkan för bäckens flöde.

I den södra delen av området passerar dock bäckfåran närmare befintlig slänt vilket innebär att en uppfyllning kan leda till att bäckfåran kommer behöva gå i kulvert i cirka 30 meter.

Utförda stabilitetsberäkningar visar att en utflackad slänt är fortsatt stabil även vid belastning av tomtmarkerna med höga uppfyllningar och överlast, upp till 3 meter. Se även bilaga 4.

För att undvika att utlagd ny fyllning inte eroderar bort vid högre flöden i bäcken, bör ett erosionsskydd installeras i släntfot. Ett alternativ kan vara naturlig vegetation som är det mest miljövänliga erosionsskyddet. Växternas rötter och rotsystem binder då samman sedimenten i jorden. Ytvatten kan emellertid orsaka erosion i planeringskedet, innan växter slagit rot, som då förhindrar en lyckad växtetablering. Erosionsskyddet kan därför behöva kompletteras med en annan permanent lösning. Återplantering av växter bör ske så snart som möjligt efter att fyllningen lagts ut.

8.5 SCHAKT

Jordschakt för VA-ledningar utförs enligt AMA Anläggning 17 kapitel CBB.3111.

Förekommande fyllning och organiskt material ska bortschaktas.

Släntlutning för tillfälliga schakter kan förutsättas vara 1:1,5 ovan grundvattenytan, se även Handboken "Schakta säkert" utgiven av Arbetsmiljöverket.

För säkerhetsskäl skall schakt för djupa VA-ledningar **>2 m** utföras med släntlutning 1:2 eller flackare.

Innan schaktningsarbetet påbörjas bör grundvattensänkning utföras till minst 0,5 m djup under schaktbotten. Schakter länshålls med filterförsedda pumpgropar.

Förekommande silt är erosionskänslig och flytbenägen vid vattenöverskott och samtidigt bearbetning vilket måste beaktas vid schaktning i siltiga sediment under grundvattenytan samt vid nederbörds- och snösmältningsperioder.

Uppgrävda jordmassor får ej förvaras på släntkrönet till ravinen.

8.6 SULFIDJORD

Uppschaktad sulfidjord räknas som farligt avfall och ska omhändertas enligt Skellefteå kommuns riktlinjer vilket innebär deponering på särskild deponi. En sådan deponi finns på Dåva DACs anläggning norr om Umeå. Deponering kräver att analysresultat avseende försurningspotential finns för jorden som ska deponeras.

Enligt de kriterier som Dåva DAC ställer för att sulfidjorden ska ha försurningspotential och således läggas på särskild deponi ska svavelhalten vara högre än 1000 mg/kg TS, och järn-svavel-kvoten mindre än 18. I samband med denna undersökning har ingen sådan analys gjorts.

Finns ett alternativ för deponi närmare schaktområdet kan massorna transporteras dit istället, förutsatt att resurser finns för korrekt omhändertagande.

8.7 FYLLNING

Fyllning för ledningsbädd utförs enligt AMA Anläggning 20 kapitel CEC.2111.

Kringfyllning utförs enligt AMA Anläggning 20 kapitel CEC.3111.

Packning utförs enligt tabell CE/4 i AMA Anläggning 20.

Förekommande sand kan återanvändas under byggskedet.

8.8 KONTROLL

Ett kontrollprogram bör upprättas för att verifiera att de verkliga jord- och grundvattenförhållanden överensstämmer med de förutsättningar som denna handling baserats på.

Det rekommenderas en provschaktning innan arbetena påbörjas för att verifiera att föreslagna schaktförhållanden stämmer överens med utförd geoteknisk undersökning.

8.8.1 Förbelastning med överlast och sättningsuppföljning

Vid förbelastning med överlast är det viktigt att utbredning av överlast täcker hela ytan för planerad framtida anläggning samt att den sträcker sig minst 2 m utanför framtida anläggning, såsom planerad byggnads fasader, se Bilaga 2 för anvisning för anläggande av överlast.

Kontrollprogram för anvisning för anläggande av överlast rekommenderas uppföras, detta för att säkerställa att överlast konstrueras på korrekt sätt. För att kunna avgöra när överlasten kan tas bort, ska regelbundna mätningar av sättningar utföras i förslag för utförande/installation av peglar. Utformning av

pegel utförs enligt AMA BBC.11, se Bilaga 1 för anvisning för installation av pegel.

Kontrollprogram för sättningsuppföljning rekommenderas uppföras. För sättningsuppföljning är det viktigt att nollmätning utförs innan fyllning påförs och sedan en ny mätning direkt efter pålastning. Därefter bör mätning utföras varje dag under första veckan, sedan utförs mätning veckovis upp till 3 månader ligg tid. Mellan 3 och 6 månader ligg tid bör mätning utföras varannan vecka och för ligg tider längre än 6 månader utförs lämpligen mätning månadsvis.

Kontrollprogram för sättningsuppföljning bör rimligtvis innefatta datum för sättningsmätningar/tidsintervall för mätningar samt mätnoggrannhet (förslagsvis en mätnoggrannhet på 2 mm).

Beställaren ska kontaktas för samråd och beslut innan överlast kan tas bort.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 36 500 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 3 700 medarbetare. www.wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

