



STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

INTRODUKTION TILL

GEOKALKYL

FÖR PLANERING AV BEBYGGELSE

I TIDIGA SKEDEN

PRAKTISK INFORMATION

- Zoom-instruktioner
- Frågor/problem med tekniken?
Skriv din fråga i chatten.
- Frågor kan också skickas in i efterhand till geokalkyl@sgi.se

OBS! Geokalkyl bygger på programvaran ArcMap.





INNEHÅLL

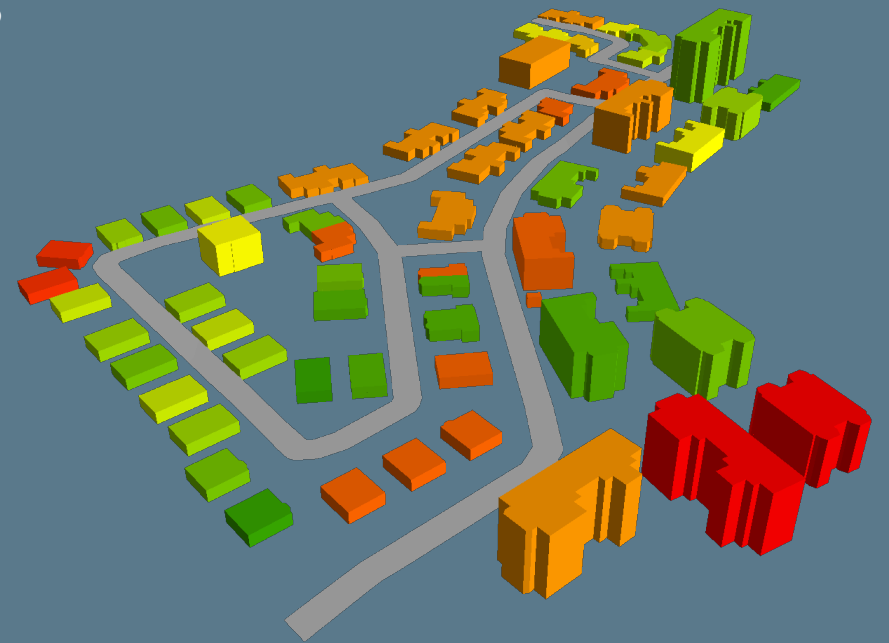
BLOCK 1 – ca 13:00-13:45

- Vad är Geokalkyl?
- Varför Geokalkyl?
- Hur fungerar Geokalkyl och vad krävs?
- Hur ser resultatet ut?
- Demo 1

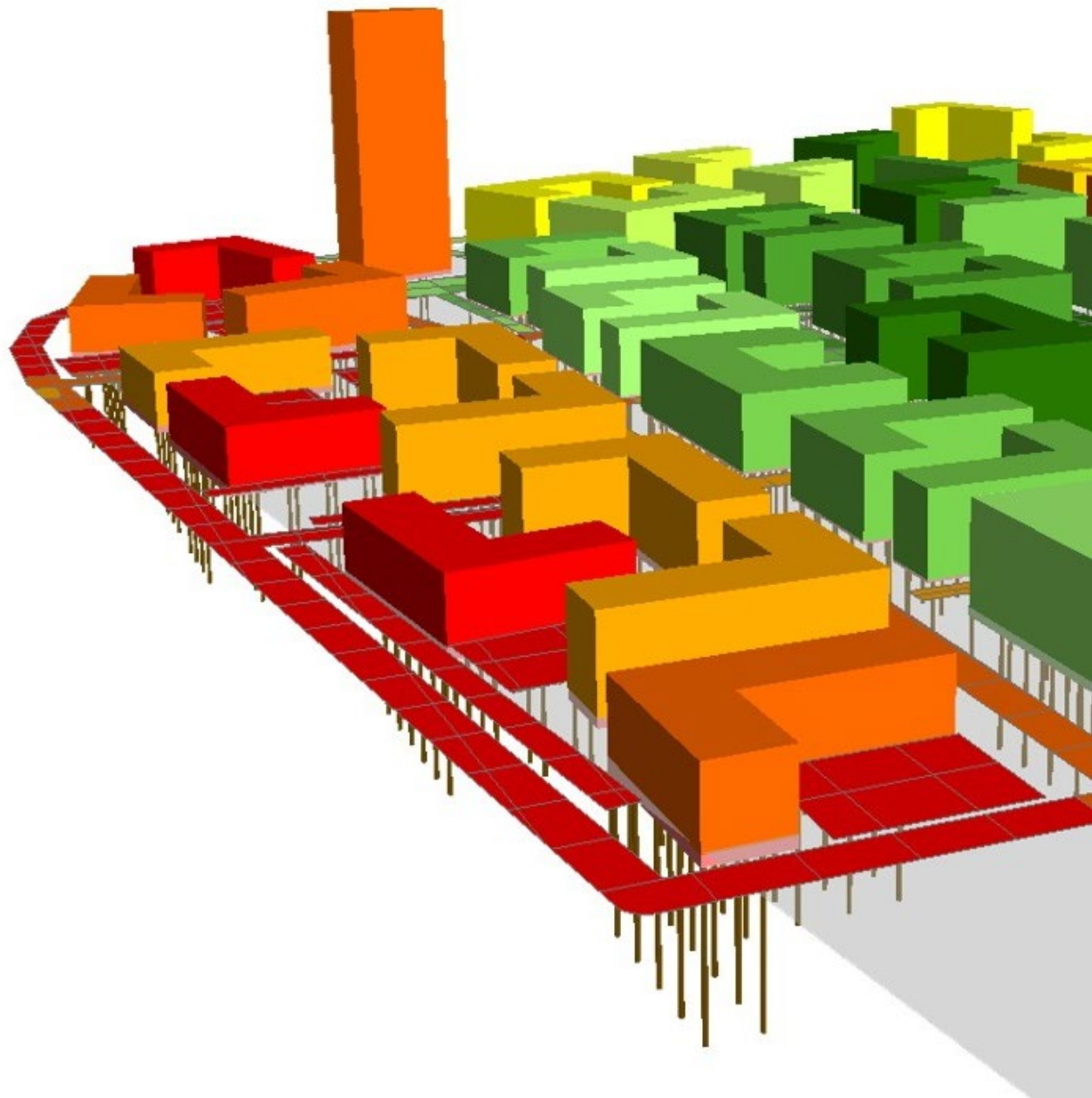
PAUS

BLOCK 2 – ca 13:50-14:30

- Demo 2
- Exempel från pilotstudier
- Moduler
- Frågor



VAD ÄR GOKALKYL?



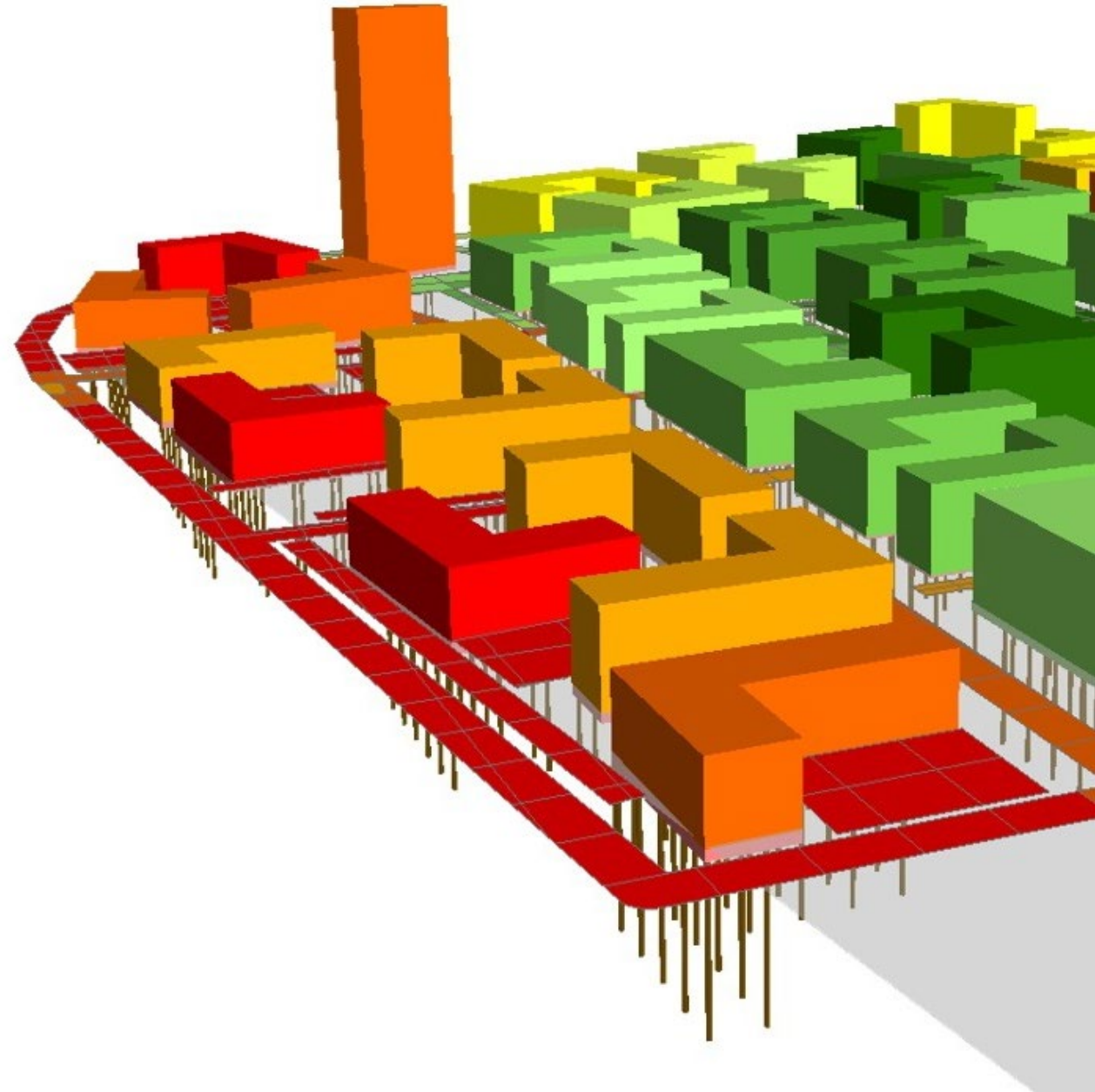
Geokalkyl är ett GIS-verktyg
för bedömning av geotekniska kostnader
i tidiga skeden





STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

VARFÖR GOKALKYL?



GEOTEKNISKA SKADEKOSTNADER

- De geotekniskt relaterade skadorna bedöms till 9 miljarder per år i Sverige

Okunskap och bristande förståelse för geologiska och geotekniska förhållanden är viktiga skadekostnadsorsaker.



VARFÖR GEOKALKYL?

öka kunskap om geologiska och geotekniska
förhållanden

minska kostnader

visualisering av kostnader

...översiktligt kunna
bedöma kostnaden för
schakt- och
fyllningsarbeten och
eventuella
förstärkningsåtgärder.



STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT



Tidig planering

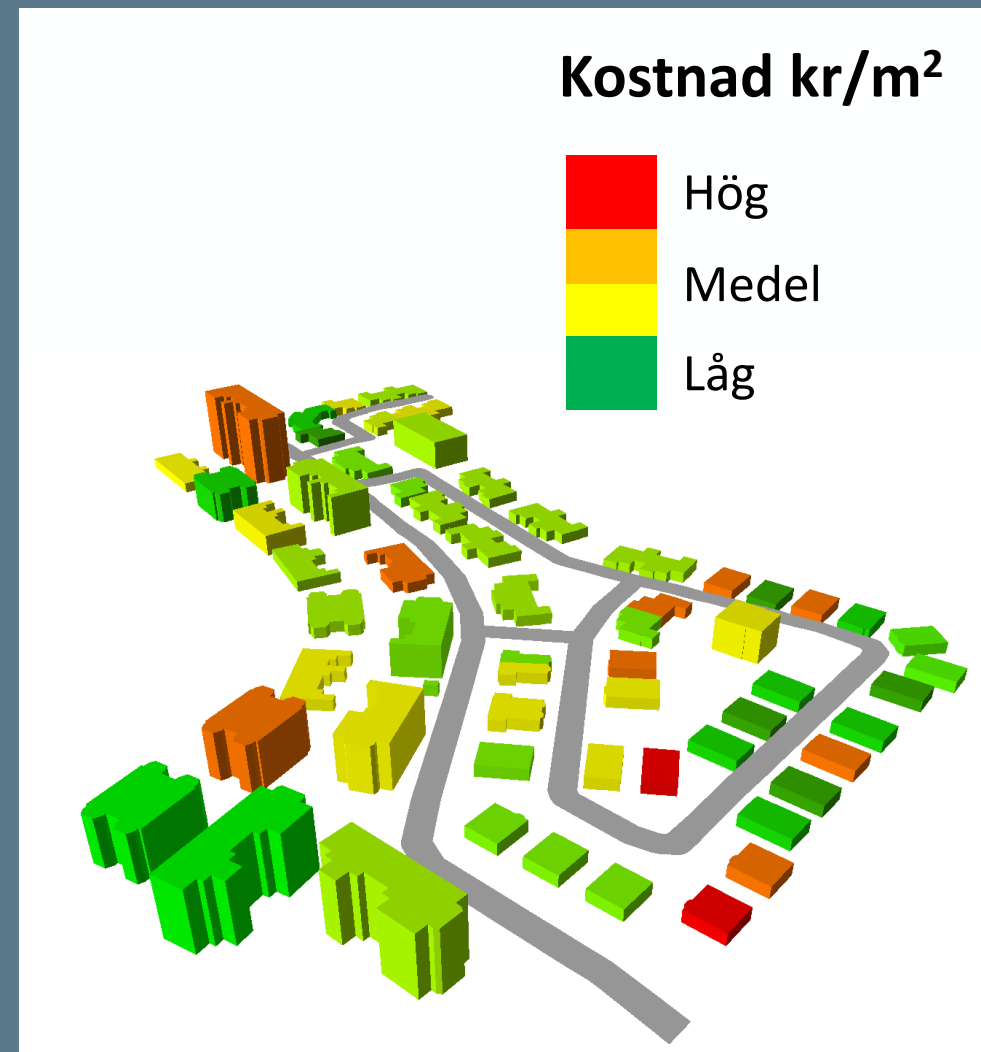
ÖP/FÖP/PP

Illustration: Google Earth, 2018

GEOTEKNISKA KOSTNADER

- Schakt & Fyll - Höjdsättning
 - Pålning
 - KC-pelare
 - Förbelastning
 - Urgrävning
- Förstärknings-
åtgärder

Ska ses som indikationer,
"varningsflaggor", och skapa en
översiktlig bild av byggbarhet i ett, eller
flera (jämförda), område(n).

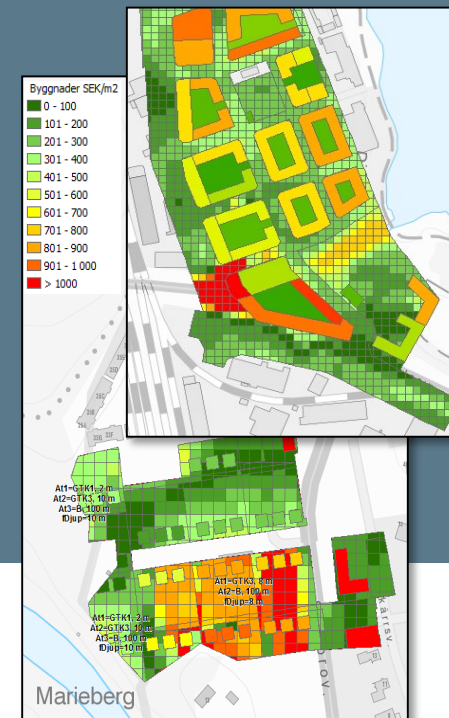


Excelrapporter

GEOKALKYL SAMMANSTÄLLNING	
Summering kostnader (MSEK)	
Kostnad Schakt/Fyll (MSEK)	95.2
Kostnad Grundförstärkning (MSEK)	5.9
Kostnad Klimatanpassning (MSEK)	4.0
Kostnad Sanering (MSEK)	13.9
Kostnad kompensation Massbalans (MSEK)	0.0
Total kostnad (MSEK)	119.0
Summering massor (m³)	
Summa Schakt (m ³) (tf)	100 700
Summa Fyll Byggnader (m ³)	11 900
Summa Fyll Hårdgjorda ytor (m ³)	32 100
Summa Fyll Grönytor (m ³)	232 400
Summa Schakt förstärkning (m ³) (tf)	0
Summa Fyll förstärkning (m ³)	0

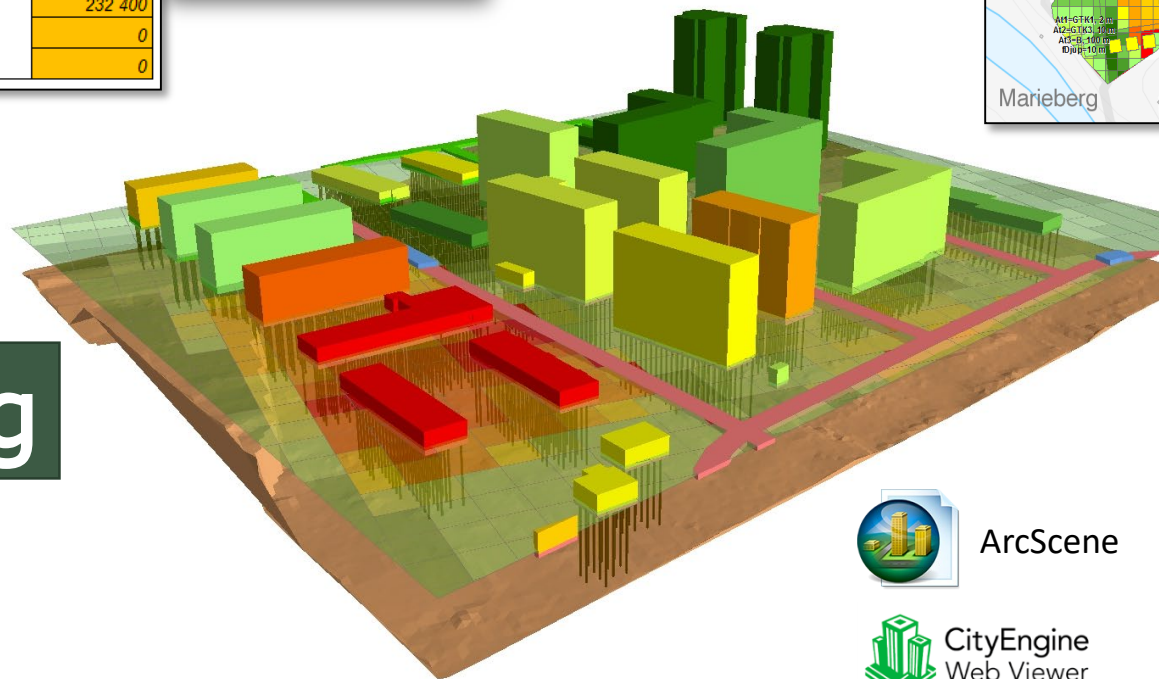
Grund- (m ²)	Kostnad Klimat- (MSEK)	Kostnad Sanering (MSEK)	Total Kostnad (MSEK)
65 989	0	0	81 588
53 477	0	0	66 526
70 743	0	0	97 497
37 898	0	0	45 505
158 265	0	0	191 362
0	0	89 149	45 505
0	31 729	0	62 372
76 053	0	0	86 675
0	28 699	0	37 118
167 560	0	0	189 355
78 214	0	0	81 266
75 636	0	0	83 239
3 052	78 214	0	81 266
7 603	75 636	0	83 239
3 052	78 214	0	81 266
7 603	75 636	0	83 239

2D-kartor

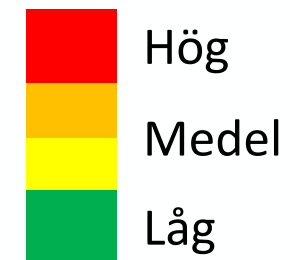


Redovisning

3D-visualisering



kr/m²
kr/BTA



ArcScene

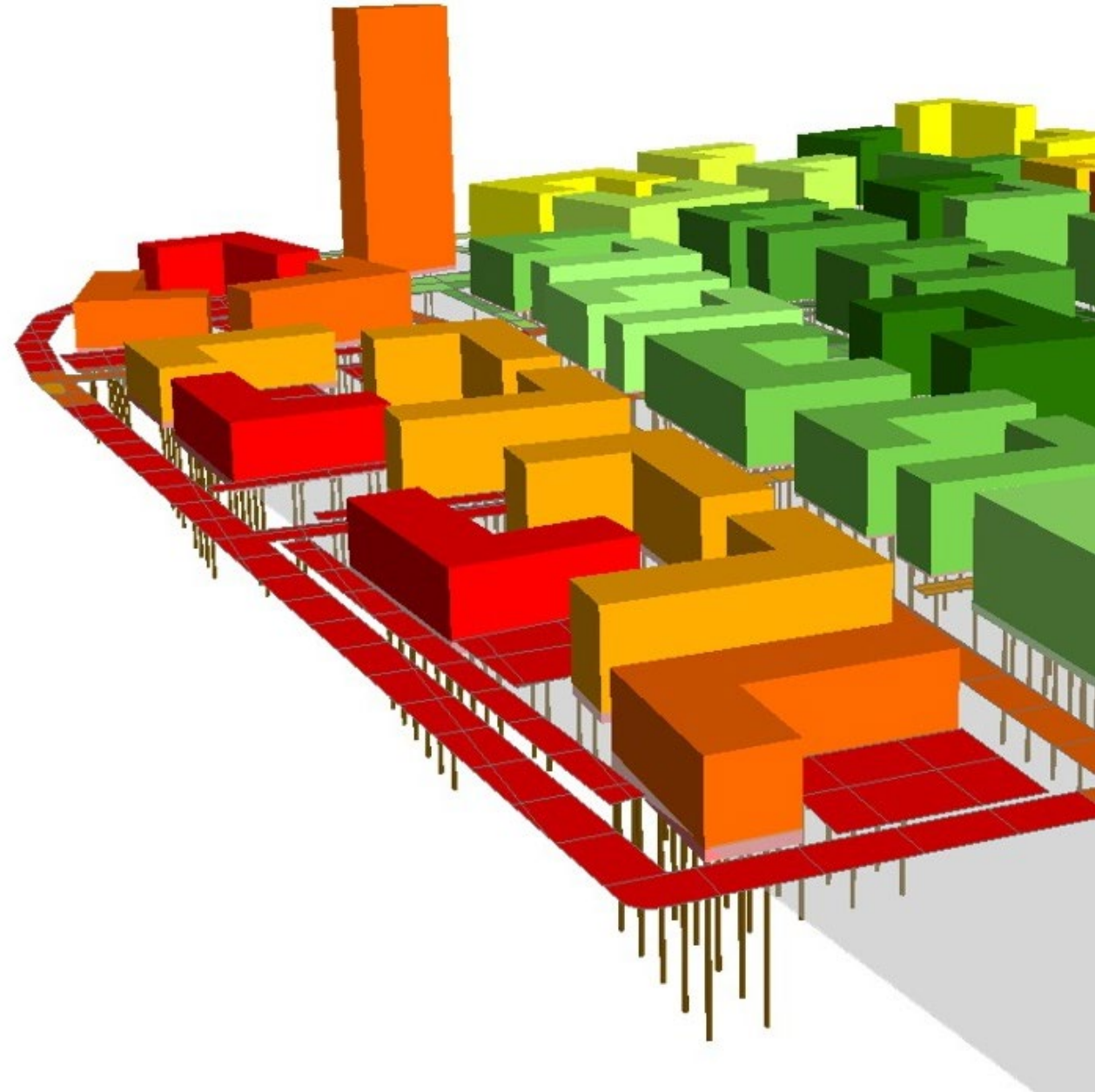


CityEngine
Web Viewer



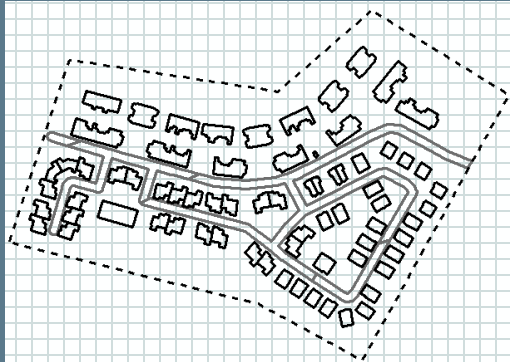
STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

HUR FUNGERAR GOKALKYL OCH VAD KRÄVS?





STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT



- Byggnader
- Hårdgjorda ytor
- Grönytor

Planskiss

Uppgifter från kommunen






Sveriges
Kommuner
och Regioner

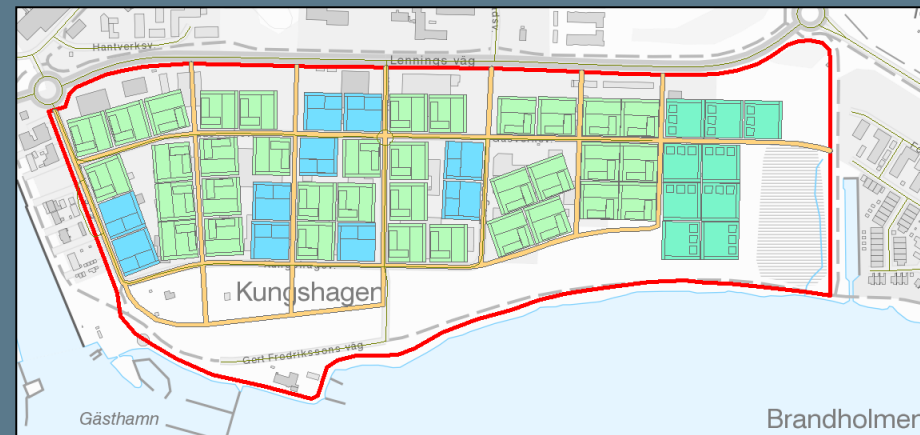


VADÅ PLANSKISS?



Kvartersmoduler i verktyget

Typ1	Typ2	Typ3
		
Stads kvarter, hyreshus	Bostad, småhus	Verksamhet (industri?)

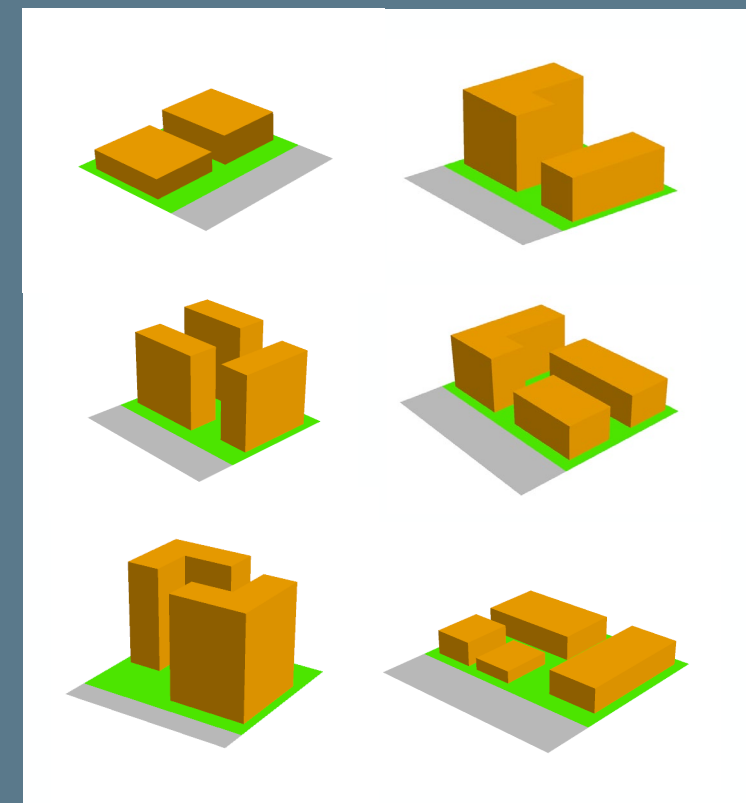


typ1_ready							
FID	Shape *	Id	typ	anm	area_m2	typyta1	typyta2
2	Polygon	0			250	Byggnad	by
5	Polygon	0			800	Grönyta inom kvartersmark	gr
0	Polygon	0			798	Hårdgjord inom kvartersmark	hg
4	Polygon	0			250	Byggnad	by
3	Polygon	0			202	Allmän platsmark	gr
1	Polygon	0			200	Gata	hg

VADÅ PLANSKISS?

- Egna kvartersmoduler utifrån önskad exploateringsgrad:

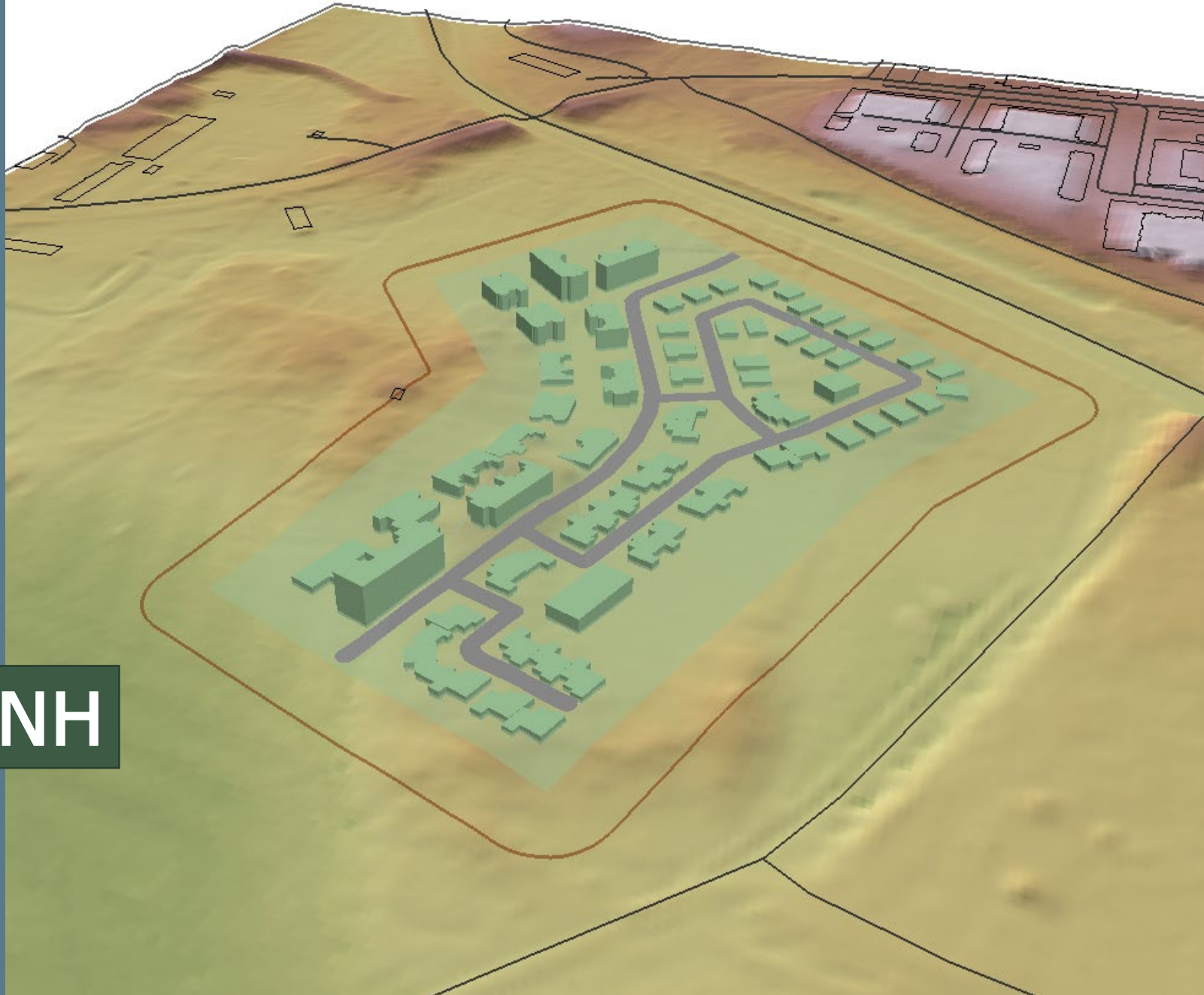
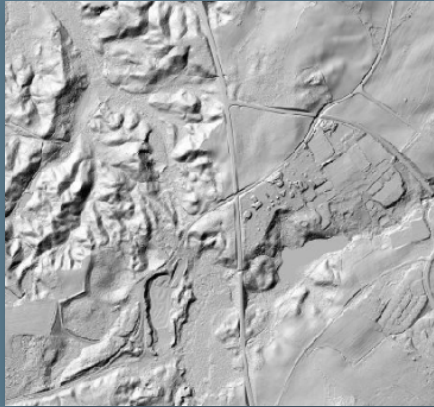
	Typkvarter 1	Typkvarter 4	Typkvarter 5
	Lägre bebyggelse	Högre exploatering	Väldigt hög exploatering
	%	%	%
Byggnadsyta (BYA)	40%	30%	30%
privat utemiljö	20%	25%	35%
Infrastruktur (hårdgjord yta)	20%	20%	15%
Offentlig plats totalt	20%	25%	20%
Offentlig grönyta	10%	10%	10%
Parkyta	5%	10%	5%
Övrig offentlig yta (hårdgjord)	5%	5%	5%
Övrigt	0%	0%	0%
Totalt yta	100%	100%	100%
Exploateringstal	1	2,5	3
Antal våningar	2-3	8-9	10
Total BTA	1000	2500	3000



- Eller hämta ett område från fastighetskartan!
Stöd för detta finns i verktyget.



STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT



Terrängmodell - NH

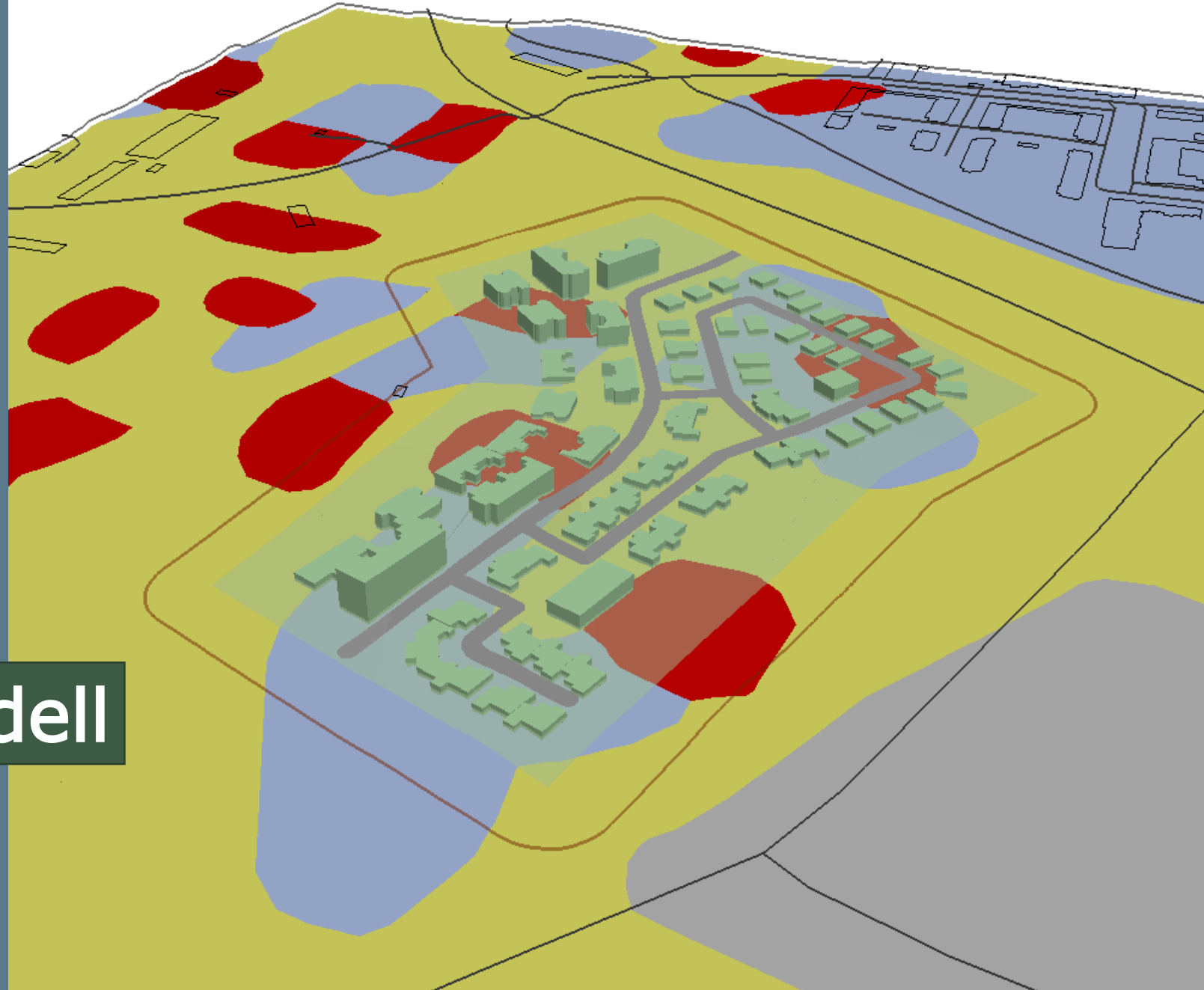
 Geodata

LANTMÄTERIET





STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT



Jordartsmodell



STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT



Bild från Sydsvenskan



Klimatanpassning

Uppgifter från kommunen



Sveriges
Kommuner
och Regioner



STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT



Förorenade områden

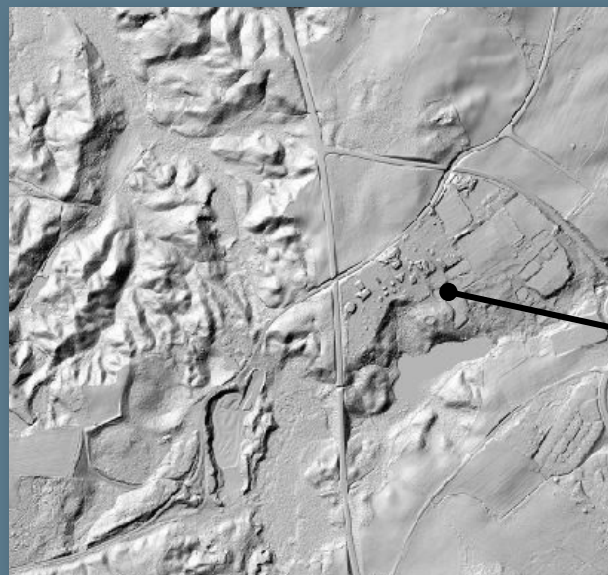
Uppgifter från kommunen



Sveriges
Kommuner
och Regioner



Terrängmodell



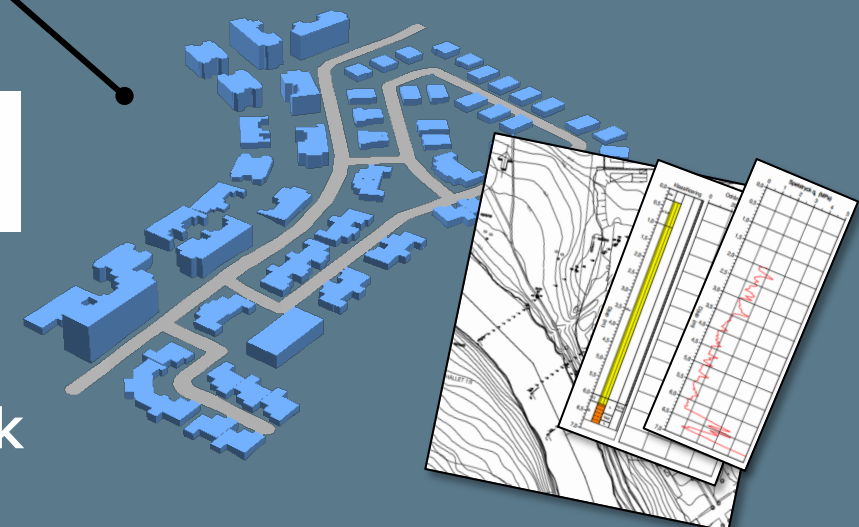
Jordartsmodell



Geokalkyl



Planskiss
& geoteknik

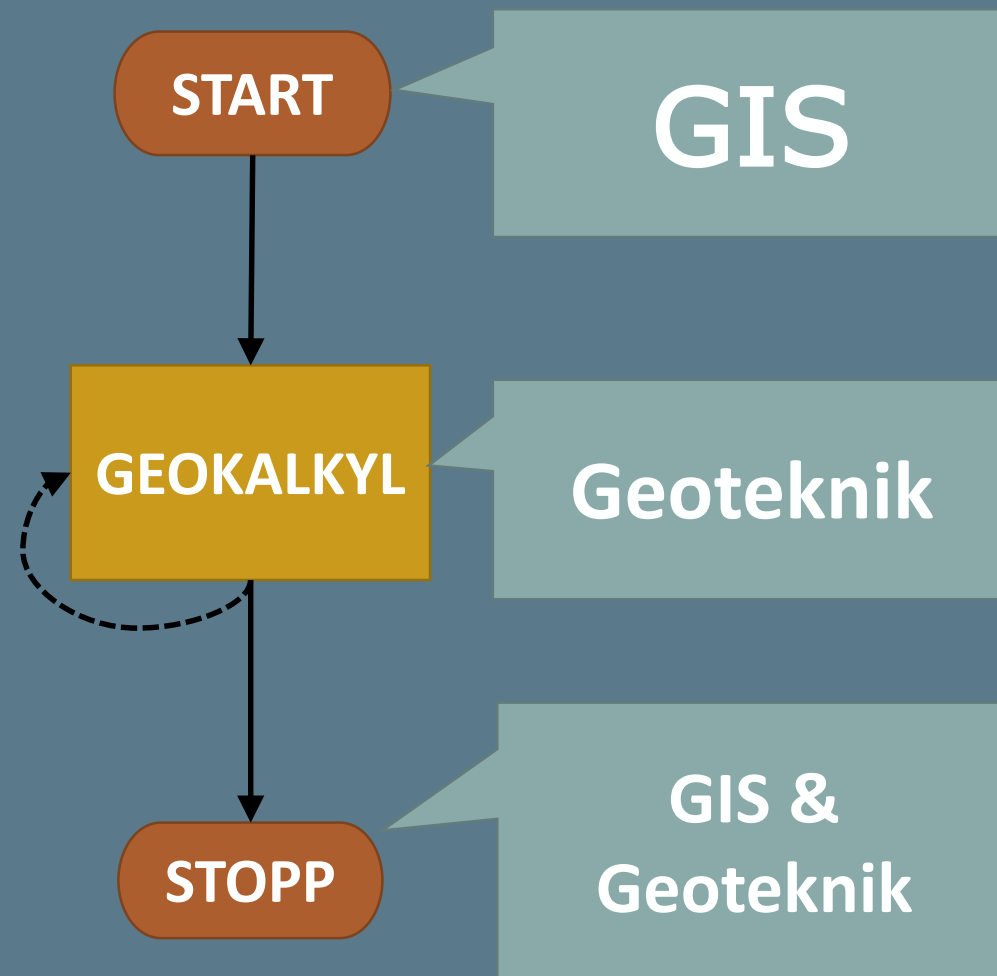


Digitala underlag



Databearbetning

- Geotekniker + GIS-tekniker
- ArcGIS 10.2+ (med Spatial Analyst & 3D Analyst)
- Excel 2010+



ArcGIS
verktyg



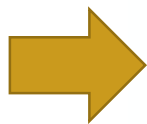


STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

Jordart

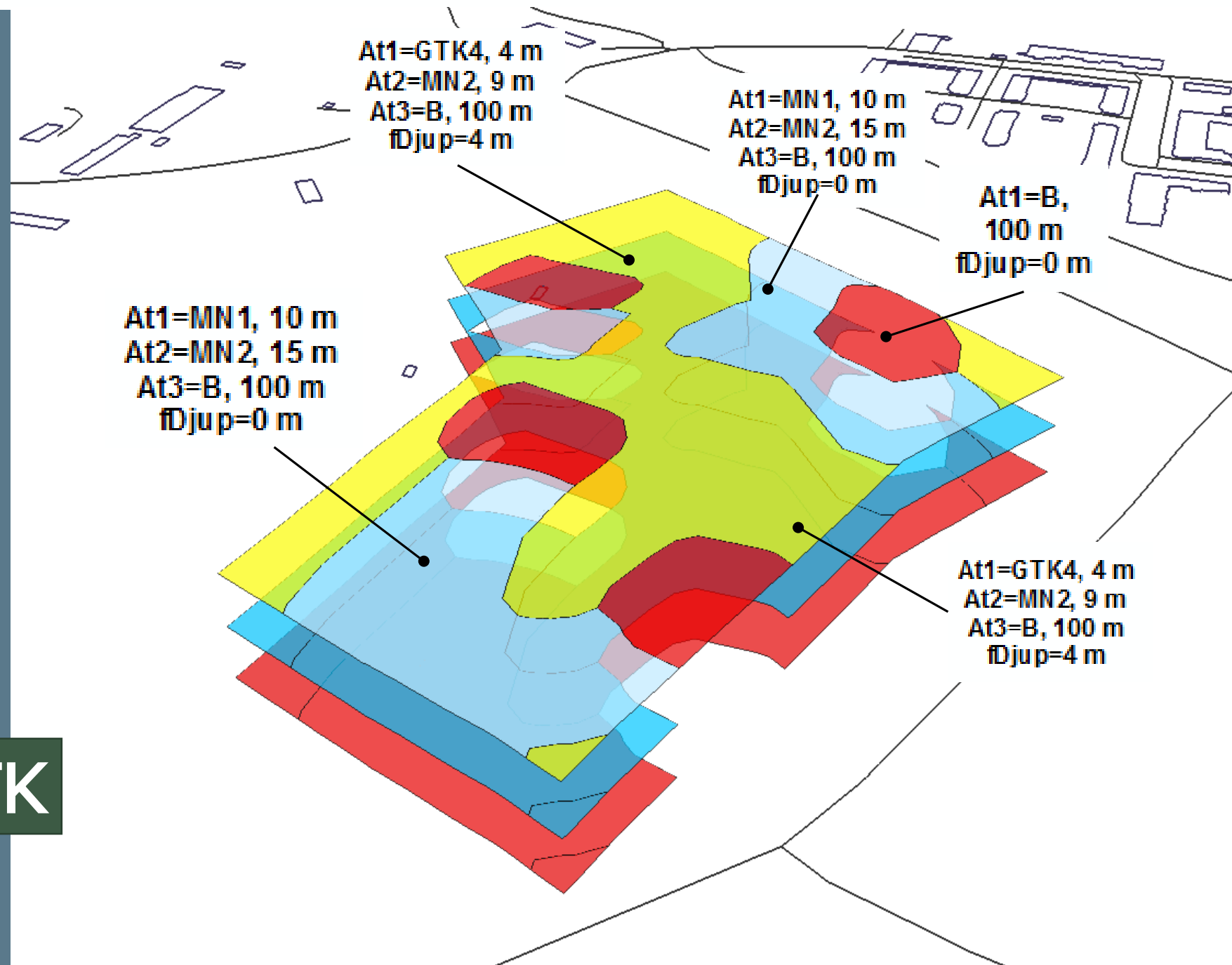
GTK

↑ ...	
Postglacial silt	GTK1
Lera--silt	GTK2
Silt	GTK3
Lera	GTK4
Finsand	GTK5
Sand	FRK
Sand--grus	MN1
Sten--block	MN2
Blockmark	MN3
Postglacial grovsilt-finsand	B
Postglacial finsand	F
Postglacial sand	V
Svallsediment, grus	I
Klapper	
Skaljord	
Glacial lera	
Glacial finlera	
↓ ...	



GTK

Geotekniska
terrängklasser



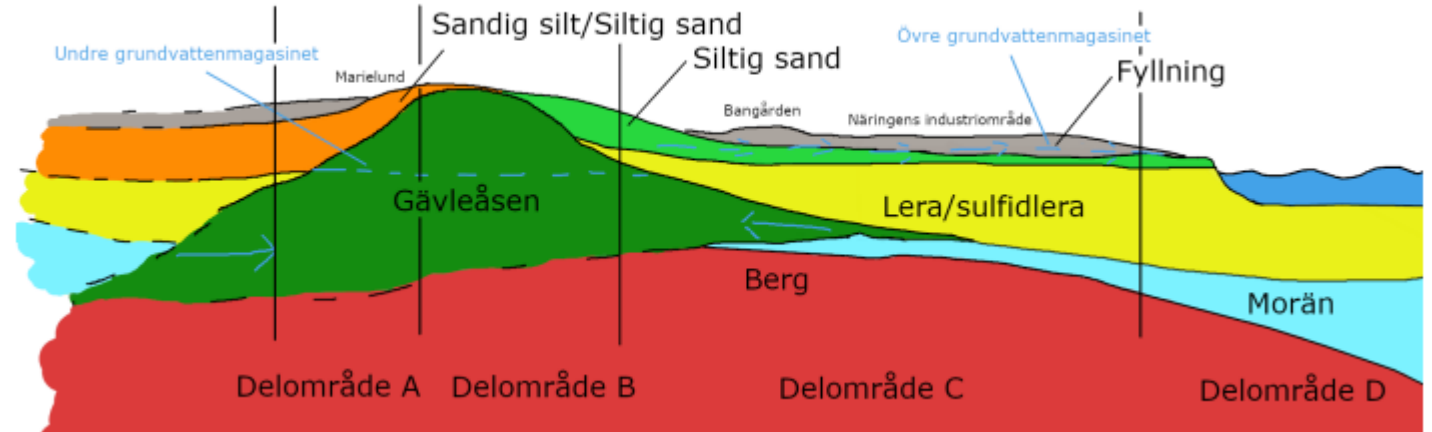
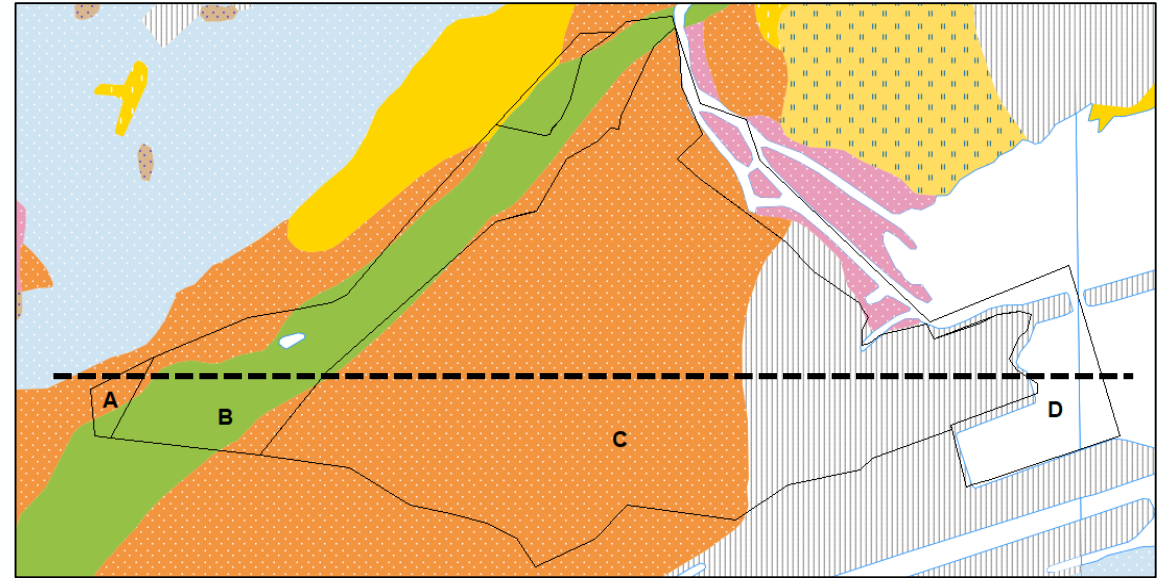
Jordartskartan från SGU
redovisar jordart till ca 0,5 m
djup

Grundläggningsförutsättningarna
bestäms vanligen av jordlager
på större djup

Kvalitén på kalkylen är beroende
av detaljeringsnivån på
geoteknisk indata

GTK

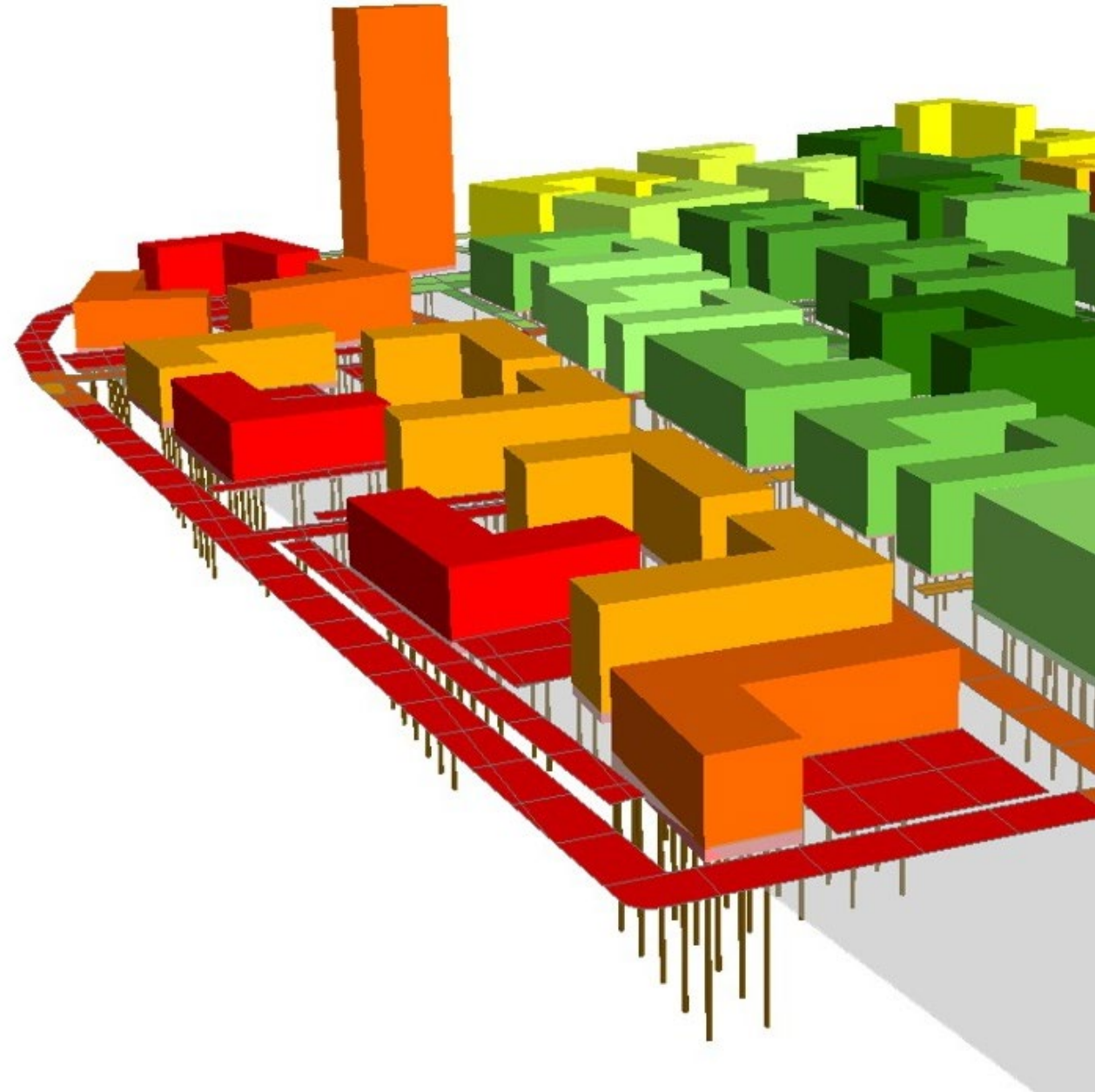
Geotekniska
terrängklasser





STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

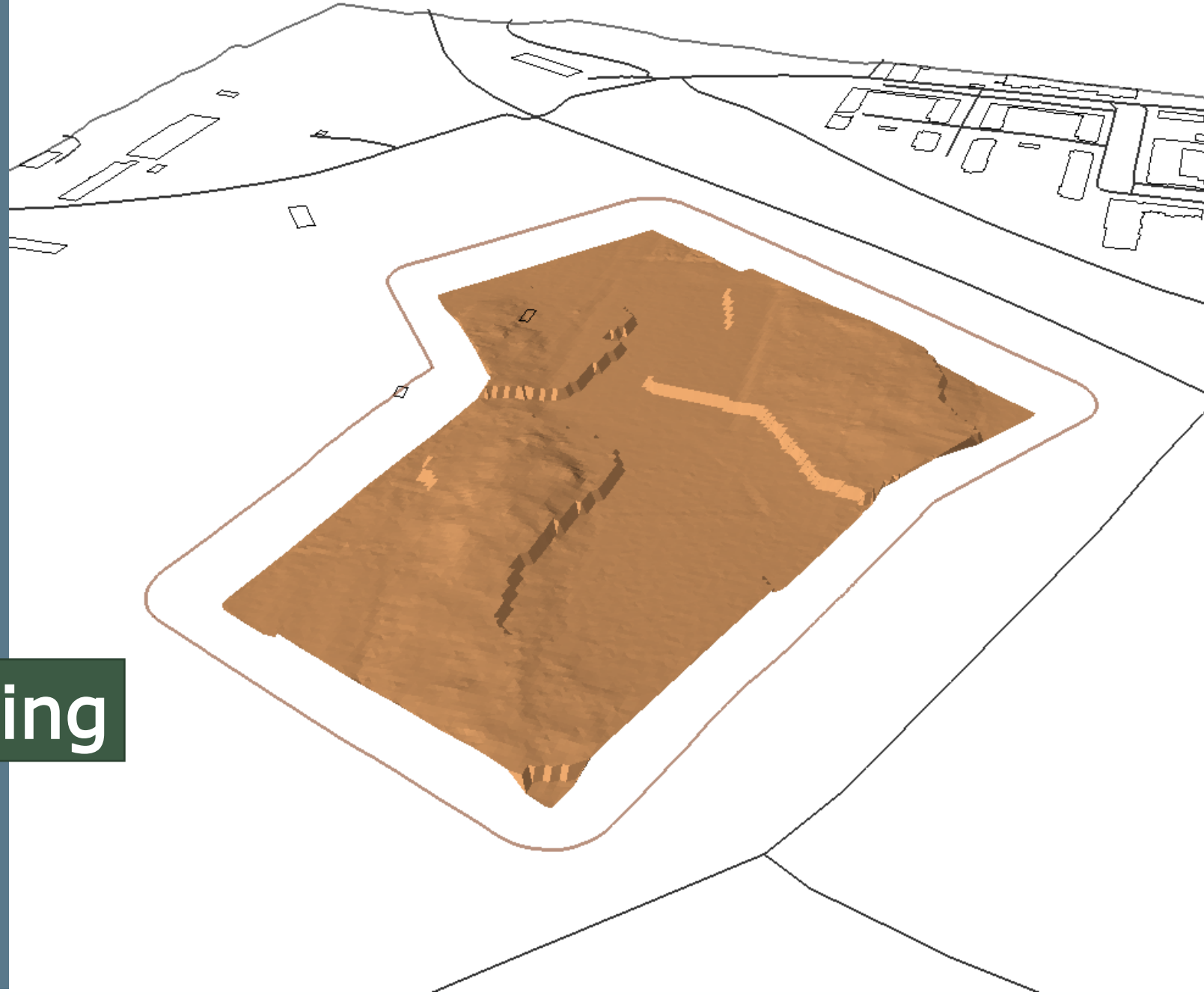
HUR SER RESULTATET UT?





STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

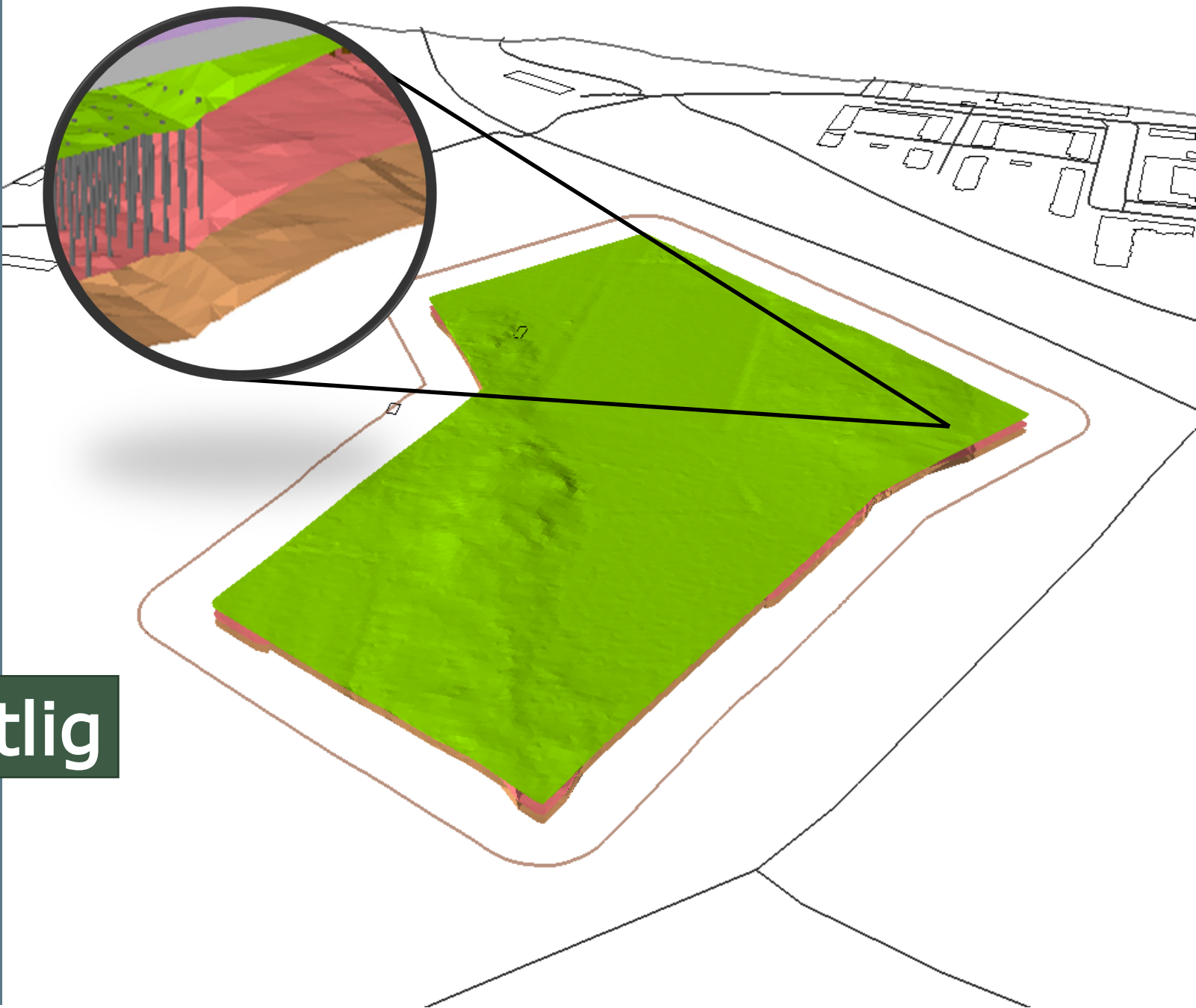
Nivå pålning





STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

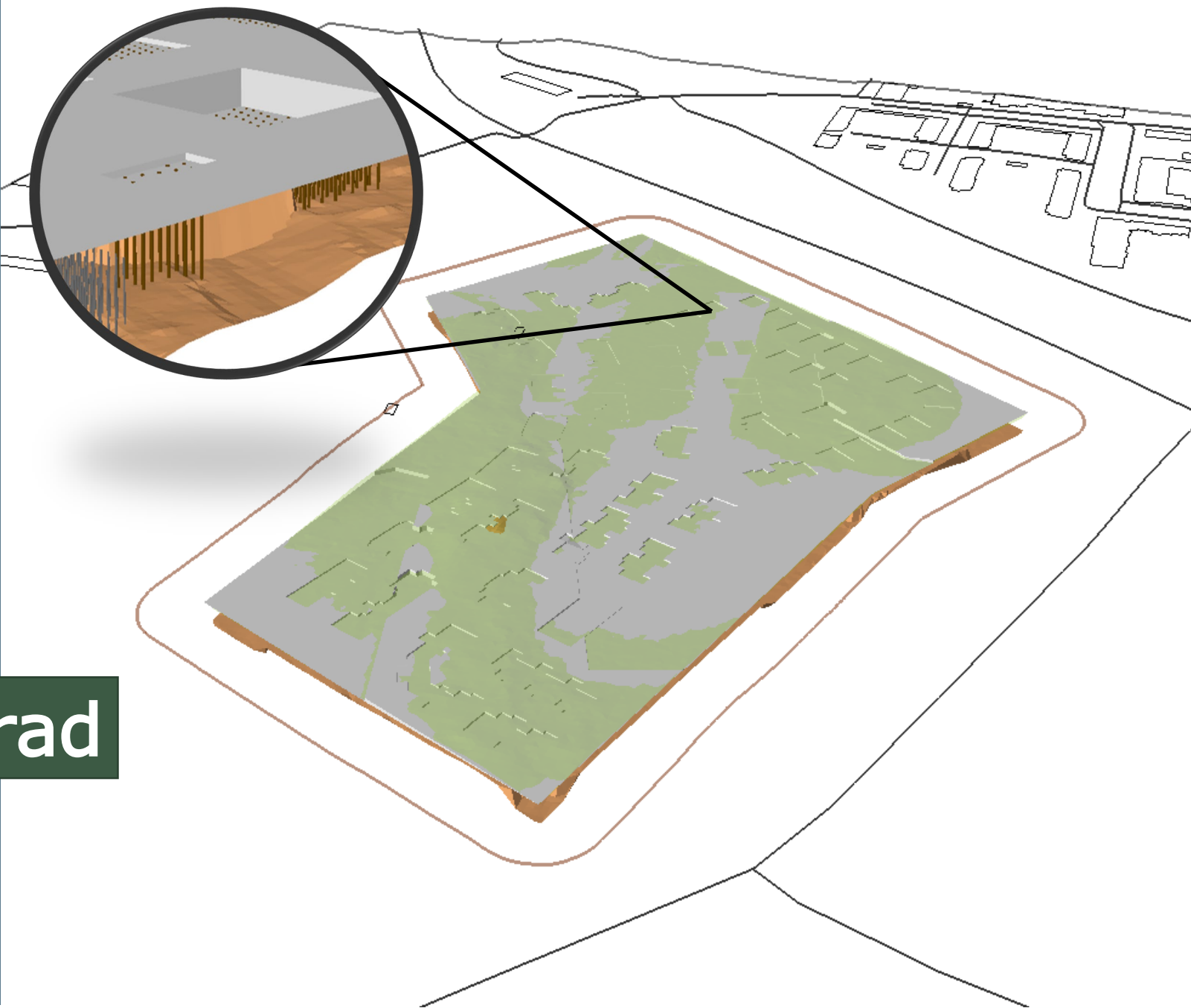
Nivå befintlig





STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

Nivå projekterad



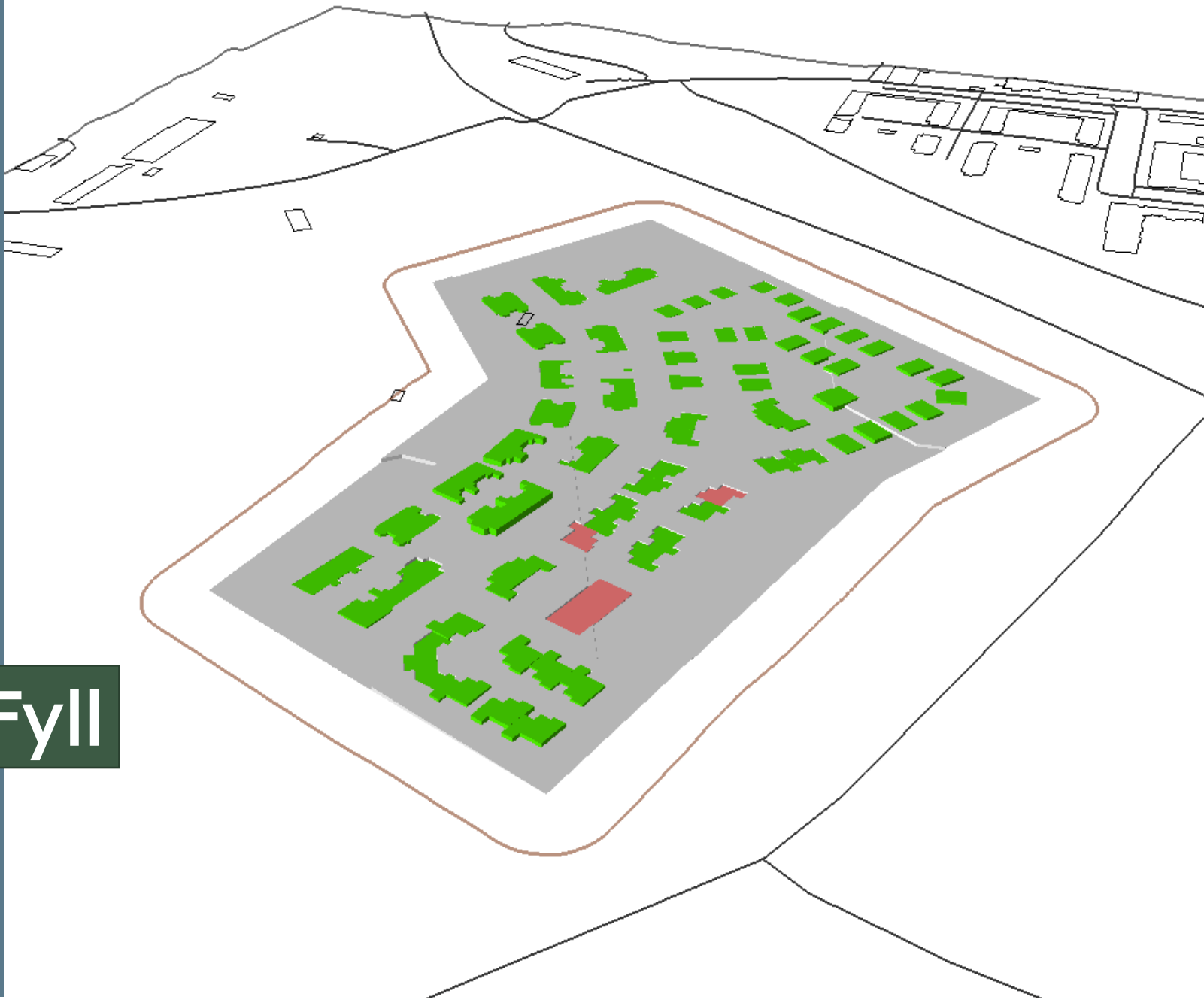


STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

Schakt & Fyll

Byggnader

-  Schakt
-  Fyll





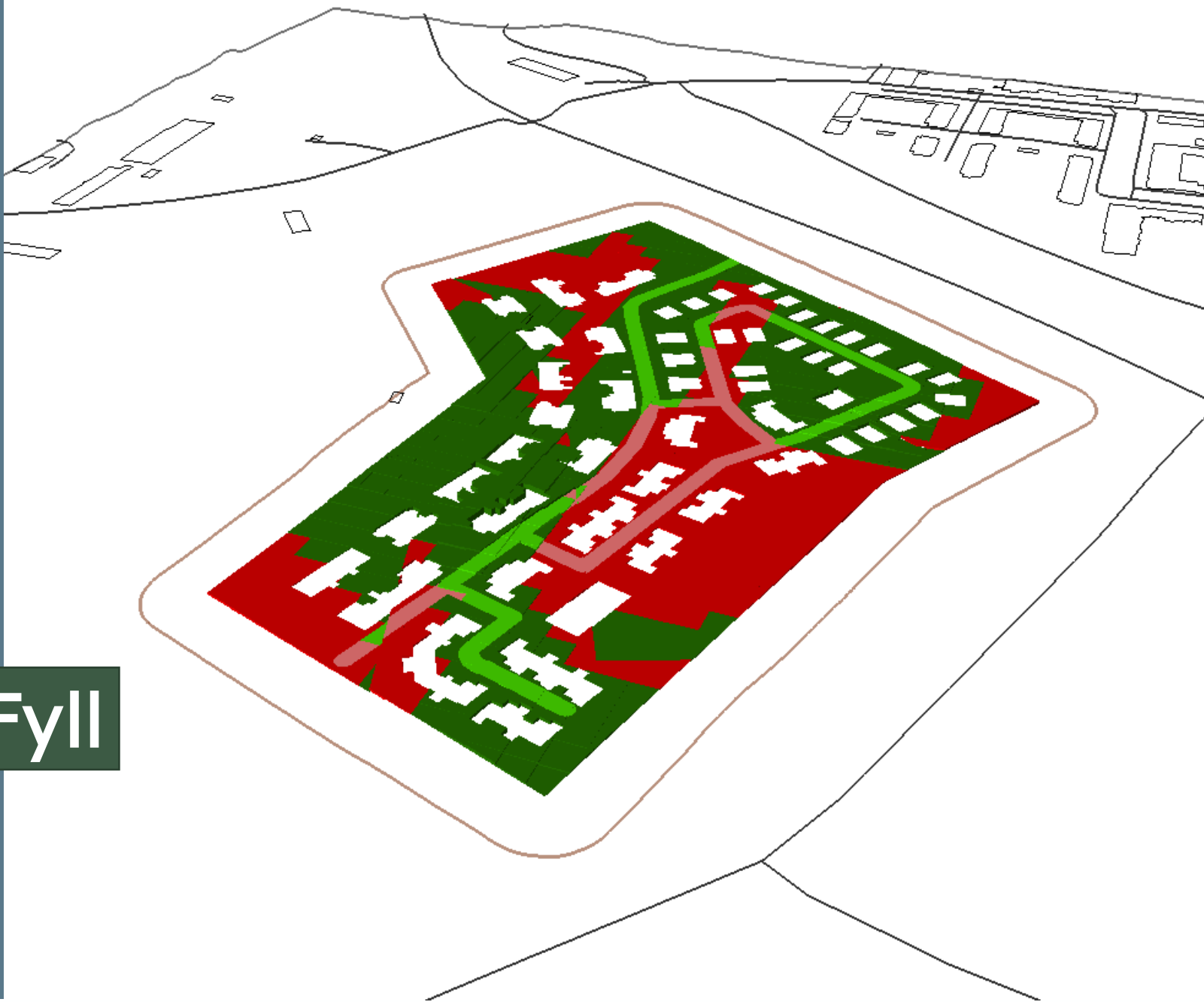
STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

Schakt & Fyll

Hårdgjorda ytor



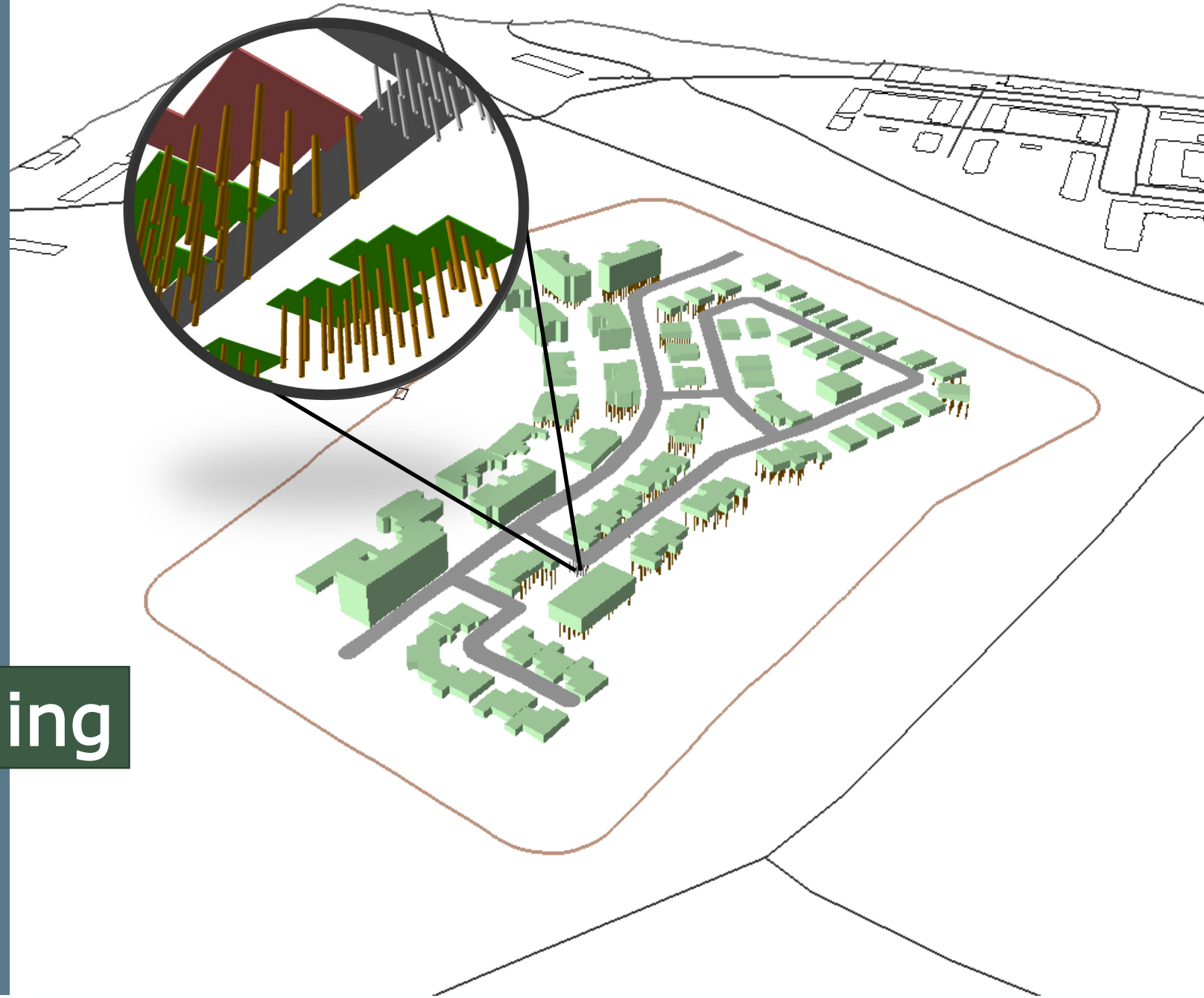
Grönytor





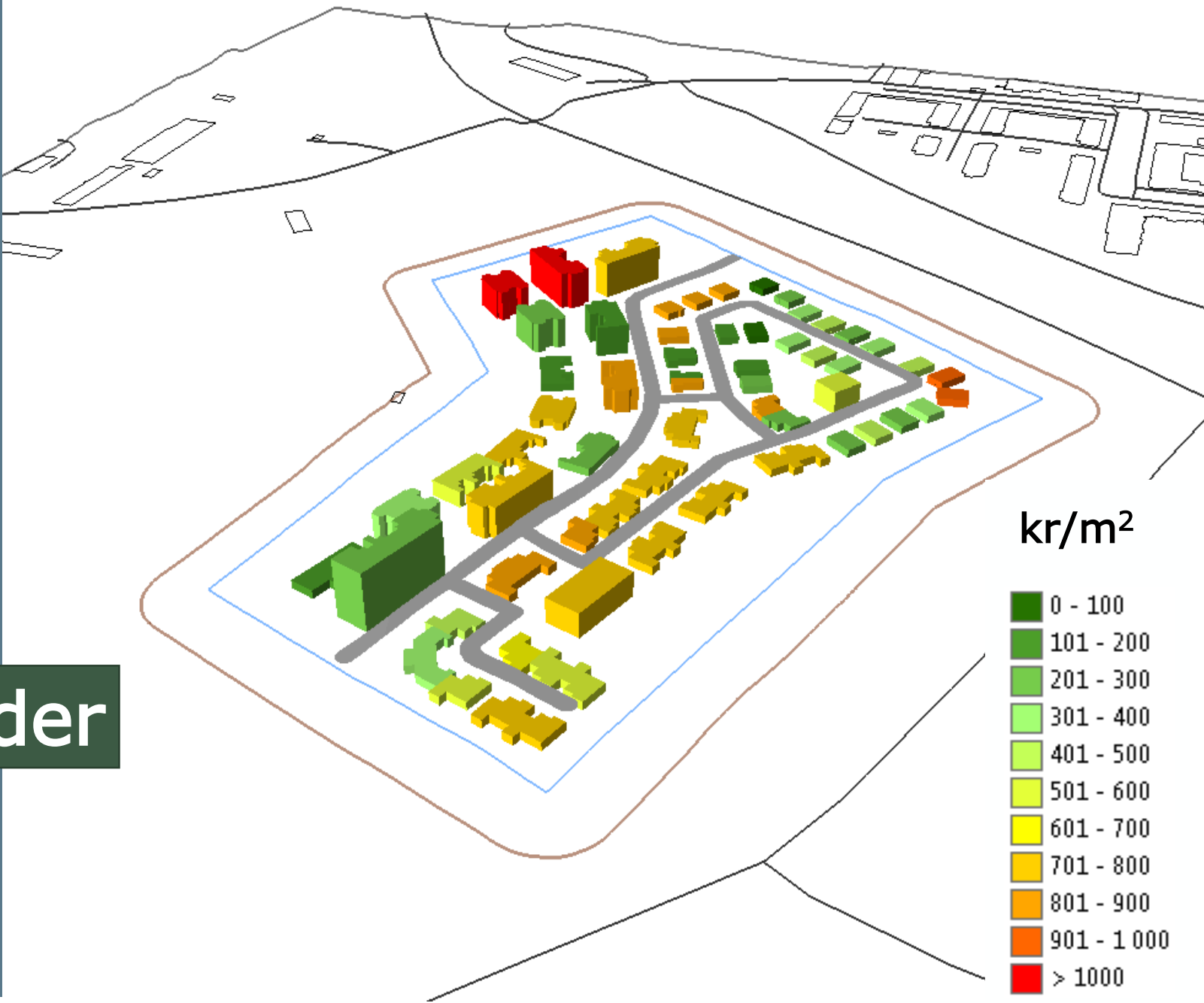
STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

Pålning





Kostnader





GEOKALKYL SAMMANSTÄLLNING

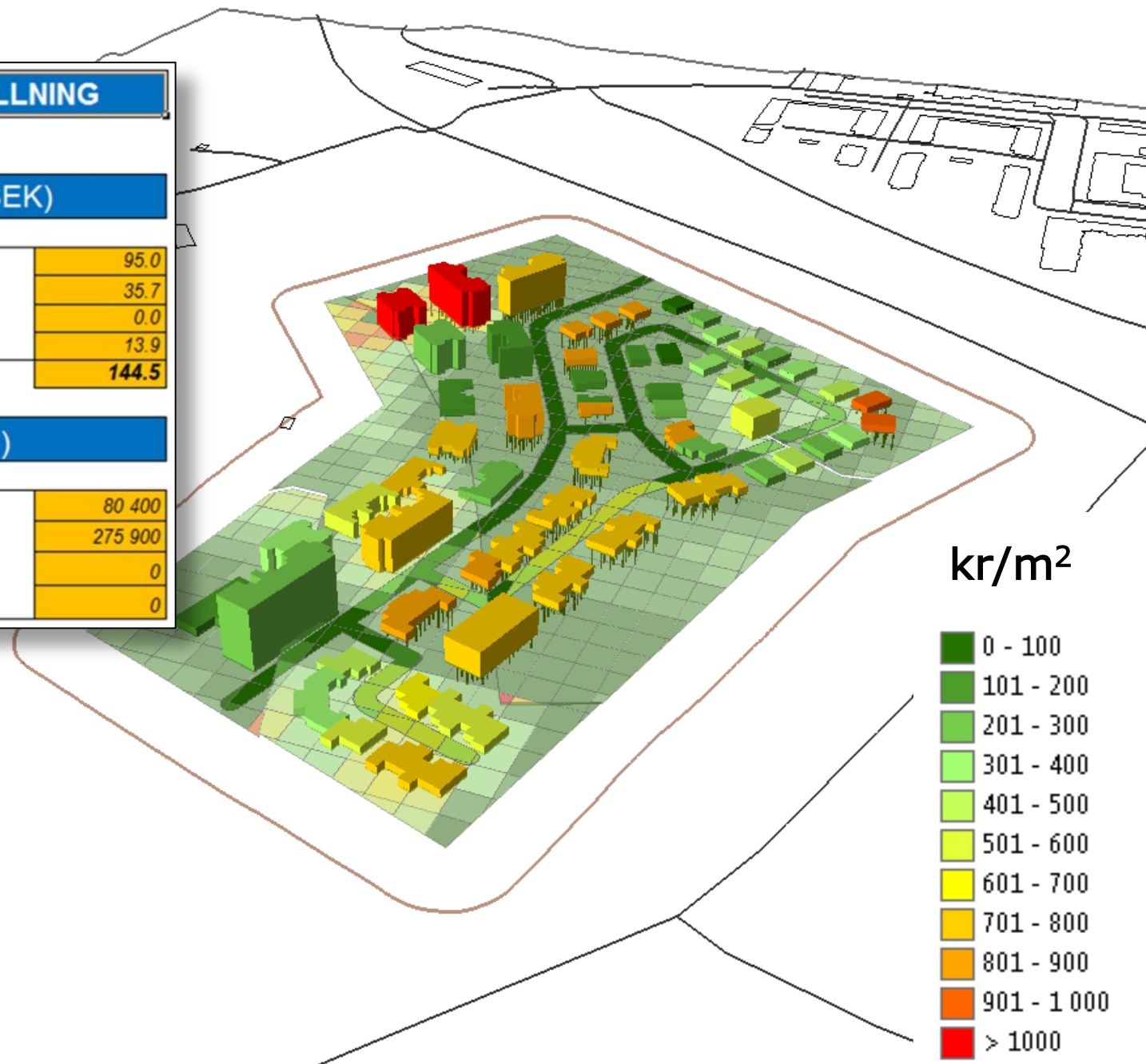
Summering kostnader (MSEK)

Kostnad Schakt/Fyll (MSEK)	95.0
Kostnad Grundförstärkning (MSEK)	35.7
Kostnad Klimatanpassning (MSEK)	0.0
Kostnad Sanering (MSEK)	13.9
Total kostnad (MSEK)	144.5

Summering massor (m³)

Summa Schakt (m ³) (tf)	80 400
Summa Fyll (m ³)	275 900
Summa Schakt förstärkning (m ³) (tf)	0
Summa Fyll förstärkning (m ³)	0

Kostnader





Identify Results

Layers: Byggnader SEK/m2

Location: 6116973,1548322,6513524,6881958

Field	Value
Shape	Polygon
Namn	Flerbostadshus 33
Höjd (m)	0
Höjd UK Bottenplatta (moh)	2,384957
Antal källarplan	0
Antal våningsplan	3
Typ av byggnad	Flerbostadshus
Belastning Byggnad (kPa)	50
Belastning Ny Fyll (kPa)	0
Belastning Totalt (kPa)	50
Jordlager 1	GTK4
Djup jordlager 1 (m)	15
Jordlager2	GTK2
Djup Jordlager 2 (m)	10
Jordlager 3	0
Djup Jordlager 3 (m)	100
Förstärkningsdjup	6
Z_Bef	2,7
Z_Ny	2,4
Z_Fast	-3,3
Förstärkningsmetod	Pålning
Area (m2)	443,9
Schakt (m3)	126,6
Fyll (m3)	0
Schakt F (m3)	0
Fyll F (m3)	0
Fyll F Jord (m3)	0
Kostnad Schakt/Fyll (SEK)	33652
Kostnad Grundförstärkning (SEK)	382257
Kostnad Sanering (SEK)	0
Kostnad Klimatanpassning (SEK)	65423
Kostnad Totalt (SEK)	479331
Kostnad (SEK/m2)	1080



Identify

Identify from: Byggnader SEK/m2

Byggnader SEK/m2

Flerbostadshus 35

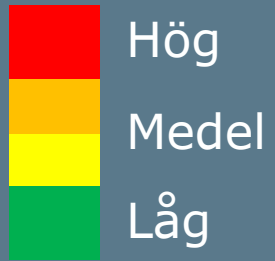
Location: 535 796,986 6 472 466,309 Meters

Field	Value
Höjd UK Bottenplatta (moh)	73,045728
Antal källarplan	0
Antal våningsplan	1
Typ av byggnad	Flerbostadshus
Belastning Byggnad (kPa)	50
Belastning Ny Fyll (kPa)	6
Belastning Totalt (kPa)	56
Jordlager 1	GTK4
Djup jordlager 1 (m)	4
Jordlager2	MN2
Djup Jordlager 2 (m)	9
Jordlager 3	B
Djup Jordlager 3 (m)	100
Förstärkningsdjup	4
Z_Bef	72,8
Z_Ny	73
Z_Fast	68,8
Förstärkningsmetod	Pålning
Area (m2)	108,6
Schakt (m3)	0
Fyll (m3)	29,9
Schakt F (m3)	0
Fyll F (m3)	0
Fyll F Jord (m3)	0
Kostnad Schakt/Fyll (SEK)	8972
Kostnad Grundförstärkning (SEK)	81363
Kostnad Sanering (SEK)	0
Kostnad Klimatanpassning (SEK)	0
Kostnad Totalt (SEK)	90335
Kostnad (SEK/m2)	832

Identified 1 feature

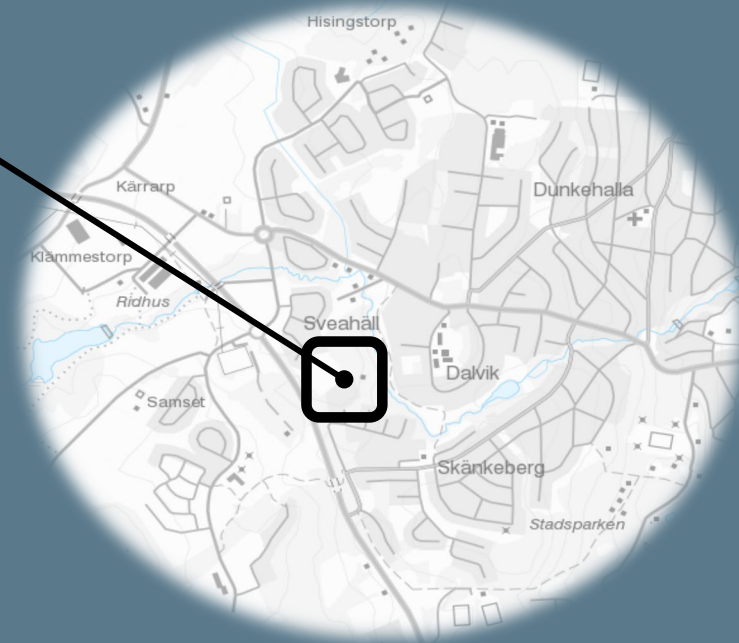
Detaljinformation

kr/m²

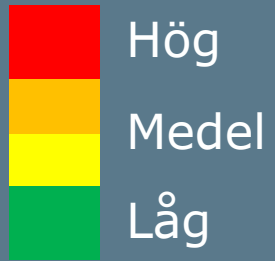


Total kostnad:
22,1 Mkr

Jämföra olika områden

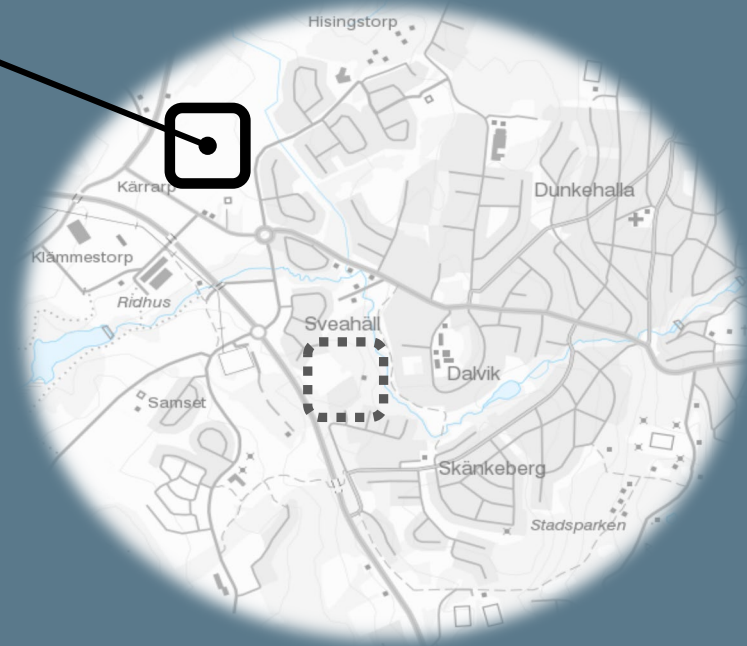


kr/m²



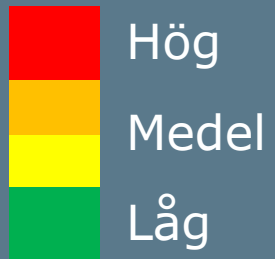
Total kostnad:
10,7 Mkr

Jämföra olika områden



Jämföra placering inom ett område

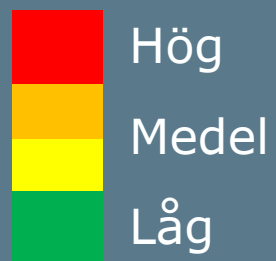
kr/m²



Total kostnad:
22,1 Mkr

Jämföra placering inom ett område

kr/m²

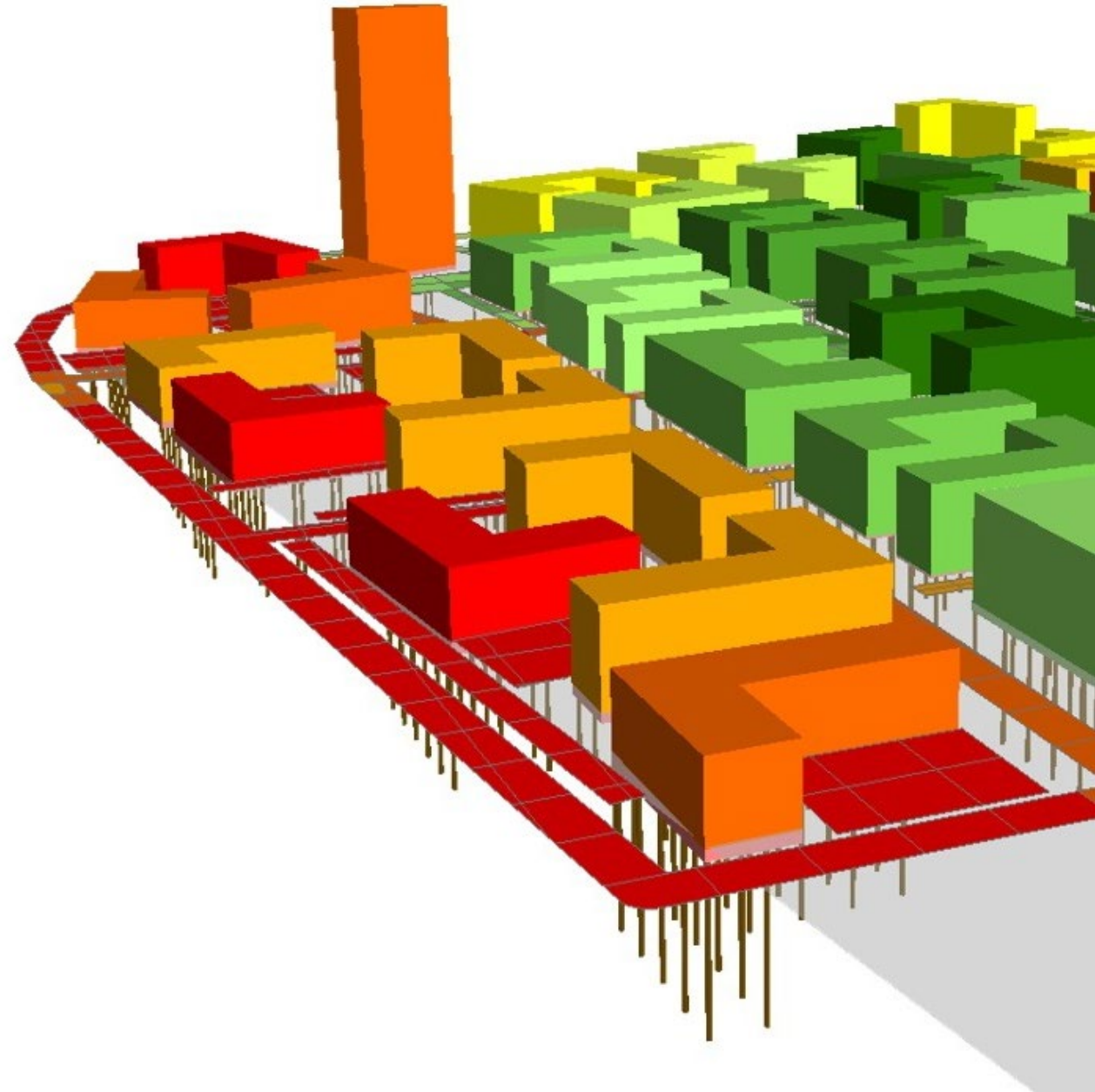


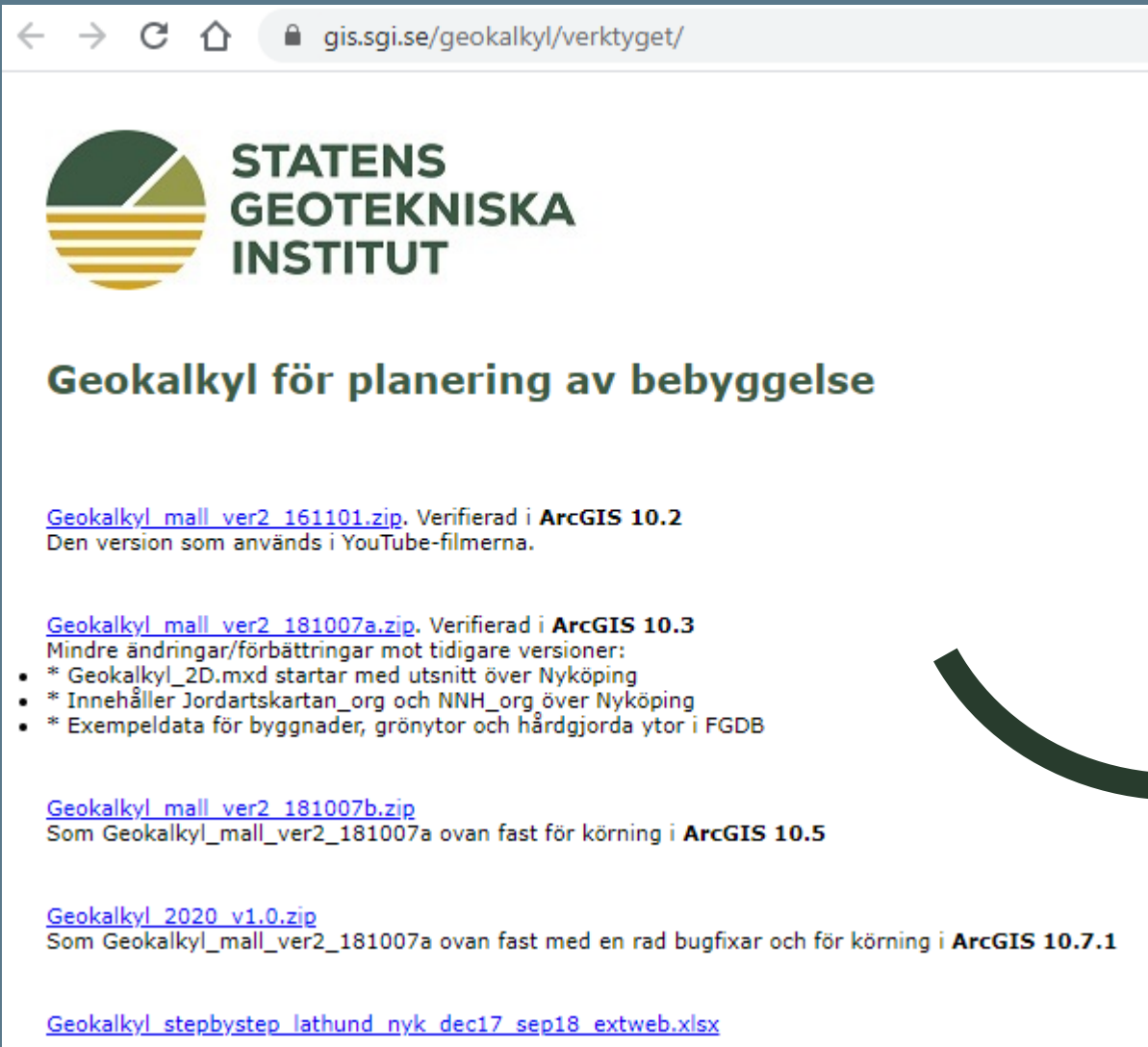
Total kostnad:
16,7 Mkr




STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

DEMO 1





← → ↻ 🏠 gis.sgi.se/geokalkyl/verkyget/



STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

Geokalkyl för planering av bebyggelse

[Geokalkyl_mall_ver2_161101.zip](#). Verifierad i **ArcGIS 10.2**
Den version som används i YouTube-filmerna.

[Geokalkyl_mall_ver2_181007a.zip](#). Verifierad i **ArcGIS 10.3**
Mindre ändringar/förbättringar mot tidigare versioner:


- * Geokalkyl_2D.mxd startar med utsnitt över Nyköping
- * Innehåller Jordartskartan_org och NNH_org över Nyköping
- * Exempeldata för byggnader, grönytor och hårdgjorda ytor i FGDB

[Geokalkyl_mall_ver2_181007b.zip](#)
Som Geokalkyl_mall_ver2_181007a ovan fast för körning i **ArcGIS 10.5**

[Geokalkyl_2020_v1.0.zip](#)
Som Geokalkyl_mall_ver2_181007a ovan fast med en rad bugfixar och för körning i **ArcGIS 10.7.1**

[Geokalkyl_stepbystep_lathund_nyk_dec17_sep18_extweb.xlsx](#)

...då kör vi!



Icon	Name	Date	Type	Size
📁	Geokalkyl_mall_ver2_181007a	2018-11-23 08:38	Komprimerad mapp	41 678 kB
📁	stureby	2018-11-22 19:04	Filmapp	
📁	nyhamnen	2018-11-23 08:50	Filmapp	
📁	marieberg	2018-11-22 19:05	Filmapp	
📁	Data	2018-11-22 19:04	Filmapp	
📁	Dokument	2018-11-22 19:04	Filmapp	
📁	Lyrfiler	2018-11-22 19:04	Filmapp	
📁	Resultat	2018-11-22 19:04	Filmapp	
📁	Toolbox	2018-11-22 19:04	Filmapp	
📁	Underlag	2018-11-22 19:04	Filmapp	
📄	Det här är ver2 från 181007a	2018-10-08 16:00	TXT-fil	
🗺️	Geokalkyl_2D	2018-10-08 16:16	ArcGIS ArcMap Document	
🗺️	Geokalkyl_3D	2018-10-08 20:51	ArcGIS ArcScene Document	

PAUS



Inparametrar

Schakt/Fyll	
a-pris schakt jord (kr/m ³)	250
a-pris schakt berg (kr/m ³)	300
a-pris fyllning jord (kr/m ³)	270
a-pris fyllning bergkross (kr/m ³)	300

Pålar	
c/c pålar (m)	3.0
Produktionlängd pålar (m)	13.0
Kostnad skarvning (kr)	1000
a-pris pålning (kr/m påle)	700
Fribärande betongplatta kr/platta	1650
Fribärande betongplatta (m ²) (1650kr / (c/c-avstånd ²))	183










KC-pelare	
c/c KC-pelare (m)	1.5
a-pris KC-pelare (kr/m)	90

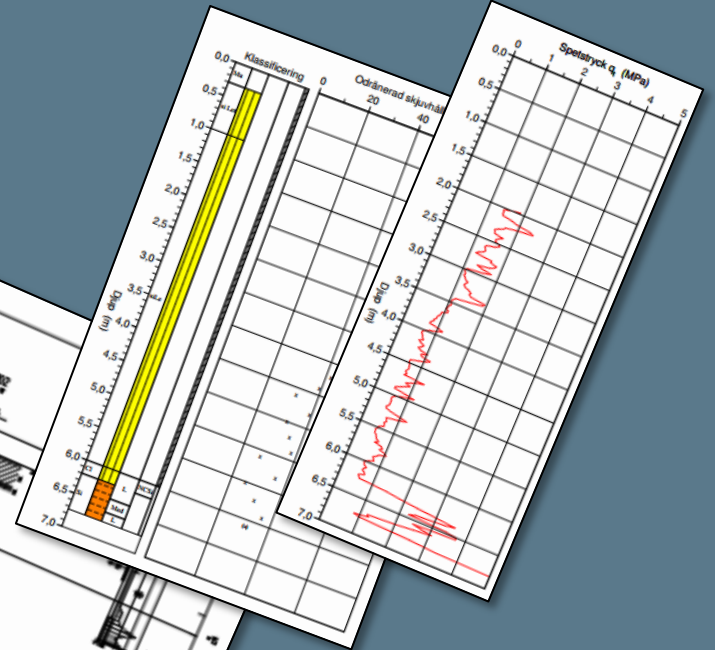
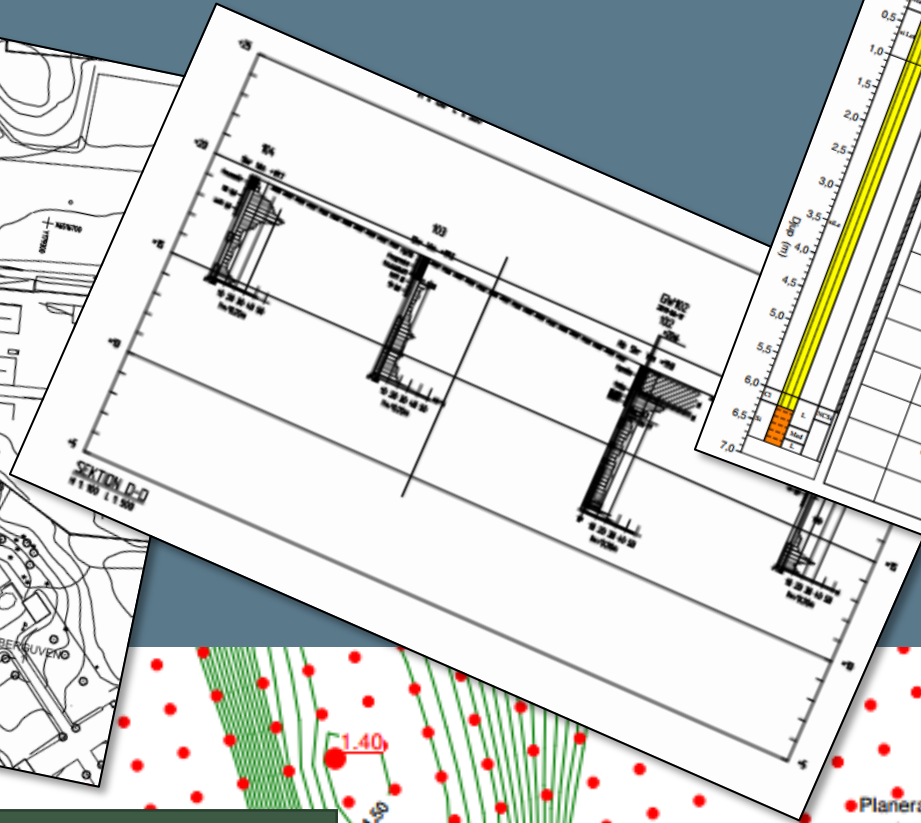
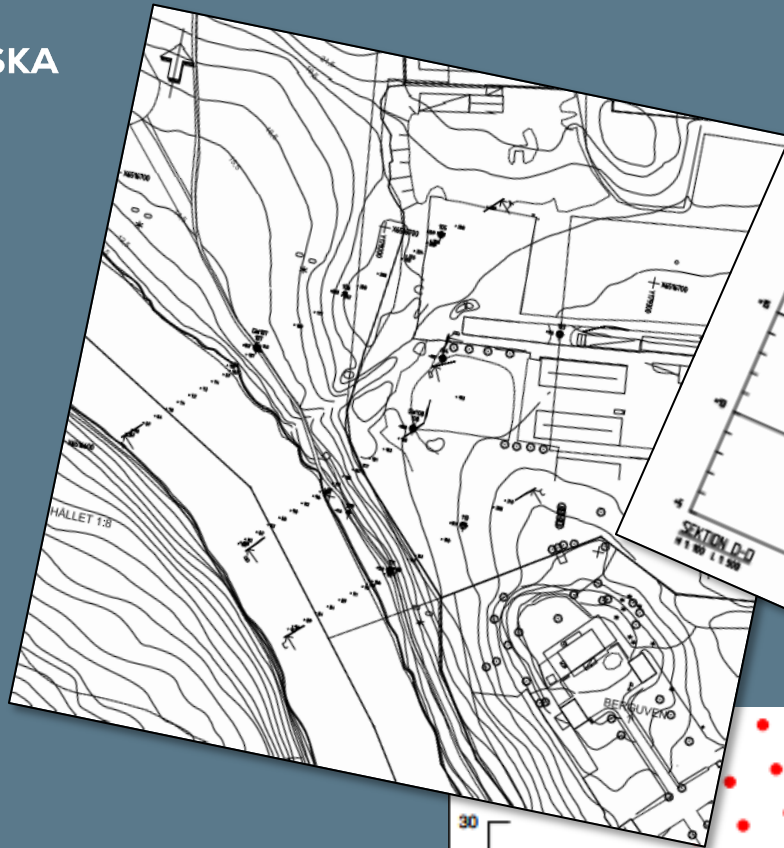
Förbelastning	
Höjd Förbelastning (m)	1.0
a-pris förbelastning (m ³)	405

Urgrävning	
a-pris schakt urgrävning (kr/m ³)	250
a-pris fyllning bergkross efter urgrävning (kr/m ³)	300
a-pris fyllning jordmaterial efter urgrävning (kr/m ³)	270

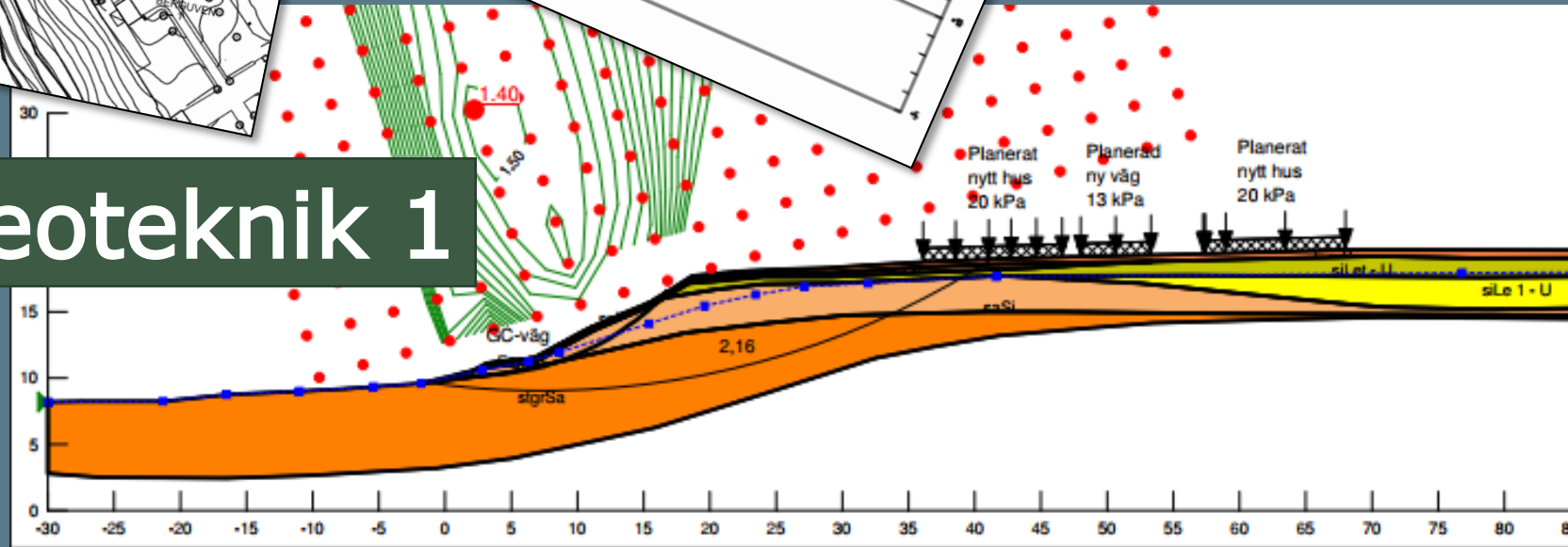


Tabell 5.2 Beskrivning av Geotekniska terrängklasser (GTK) och tillhörande symboler.

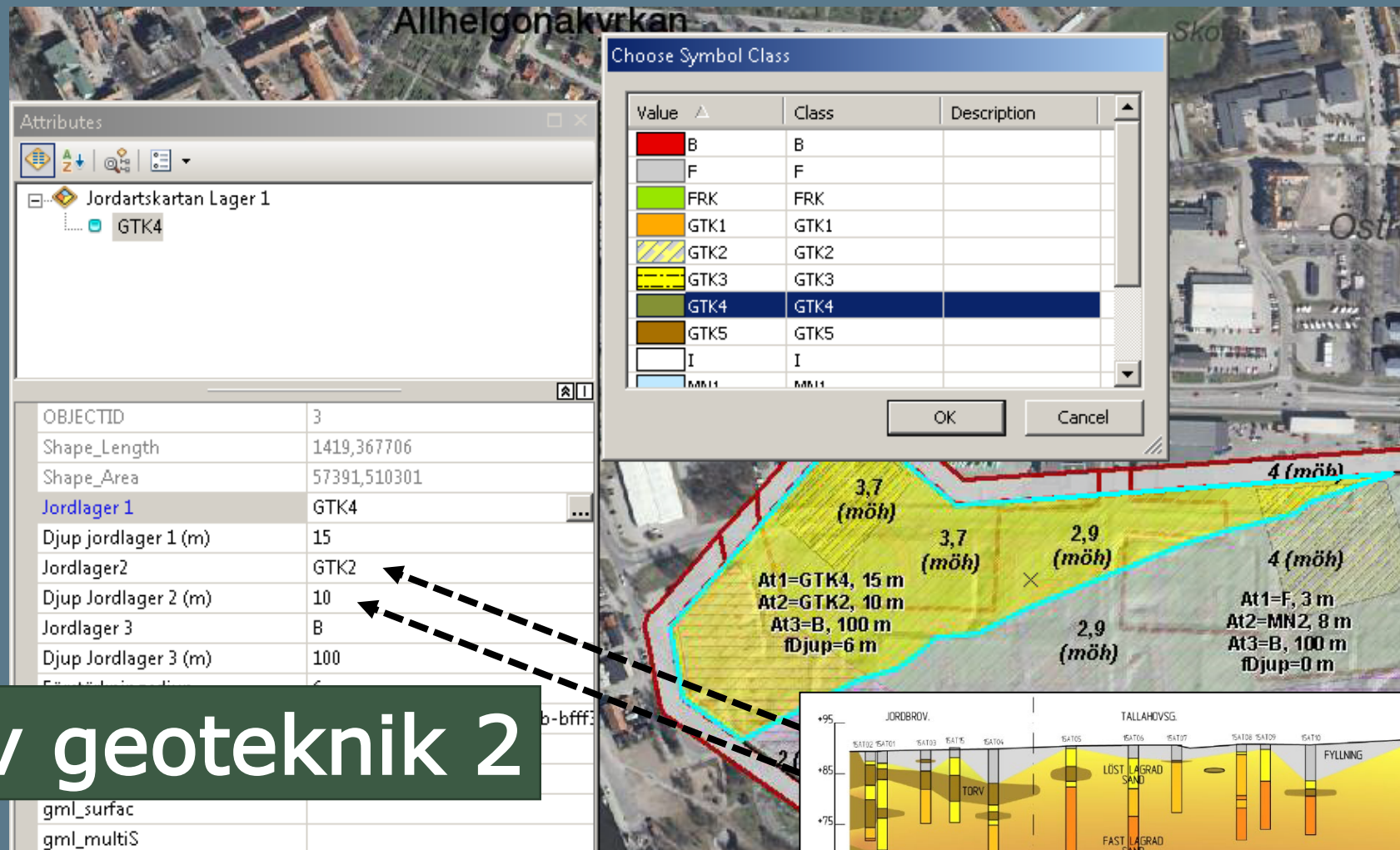
Marktyp	Geoteknisk terrängklass	Mäktighet	Beskrivning	Symbol
Lös mark	GTK1	<5 m	Älvsediment, silt eller mycket siltig jord i denna klass.	 GTK1
	GTK2	5-10 m	MoränLera eller Lera, fast till mycket fast lera. Reducerad skjuvhållfasthet över 60 kPa.	 GTK2
	GTK3	10-15 m	Lera--silt (postglacial eller glacial). Lera eller siltig lera med reducerad skjuvhållfasthet över 20 kPa och under 60 kPa.	 GTK3
	GTK4	>15 m	Lera--silt (postglacial eller glacial) Lös lera eller sulfidjord. Reducerad skjuvhållfasthet under 20 kPa.	 GTK4
	GTK5		Torv (kärr eller ospecificerat) och organisk jord.	 GTK5
Fast mark	FRK		Gravitationsjord, sand--block (postglacial eller ospecificerat), flygsand, sten--block (glacial eller postglacial), isälvsediment, sand--block, talus.	 FRK
	MN1		Morän, siltmorän, siltig Morän	 MN1
	MN2		Morän, sandig eller siltig sandig morän	 MN2
	MN3		Morän, sandig eller morän ospecificerat, bottenmorän, mkt blockig morän, blockjord.	 MN3
	B		Urberg eller ospecificerat berg.	 B
	F		Fyllning	 F
	V		Vatten	 V
	I		Is	 I



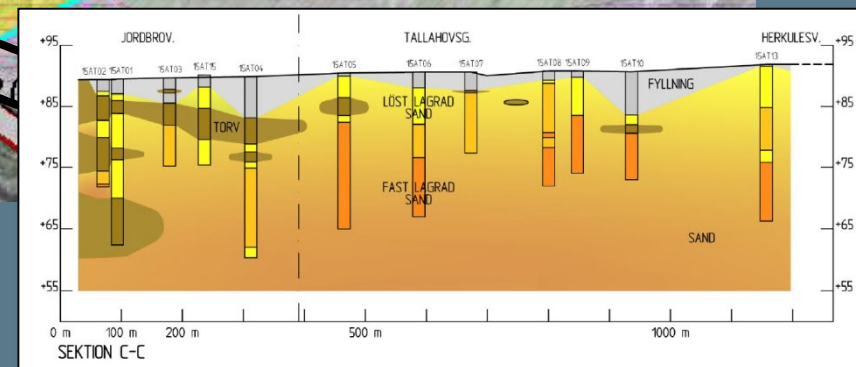
Tolkning av geoteknik 1



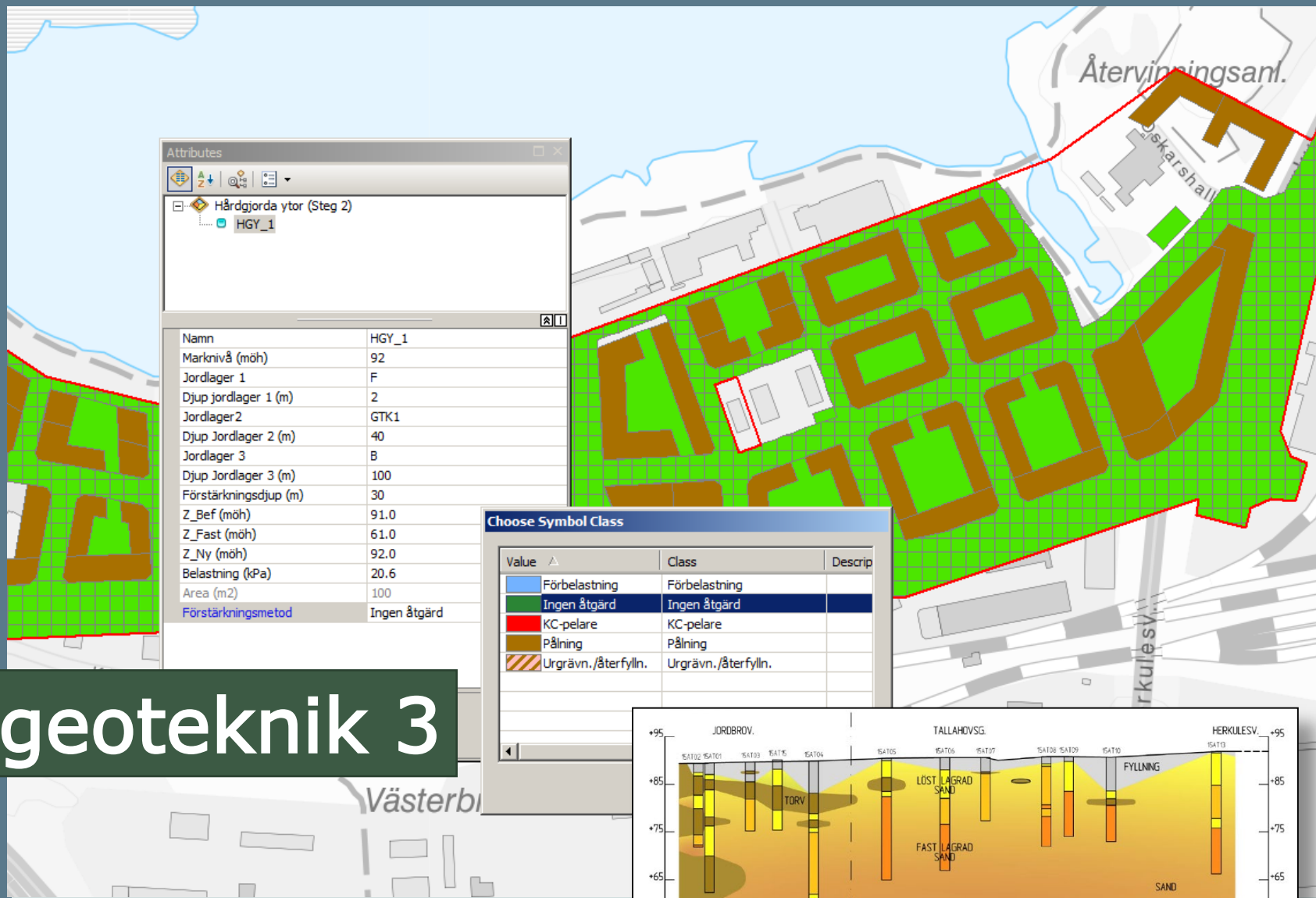
Geotekniker justerar GTK baserat på kompletterande (om befintliga) geotekniska undersökningar



Tolkning av geoteknik 2



Geotekniker
justerar
förstärkningsåtgärd

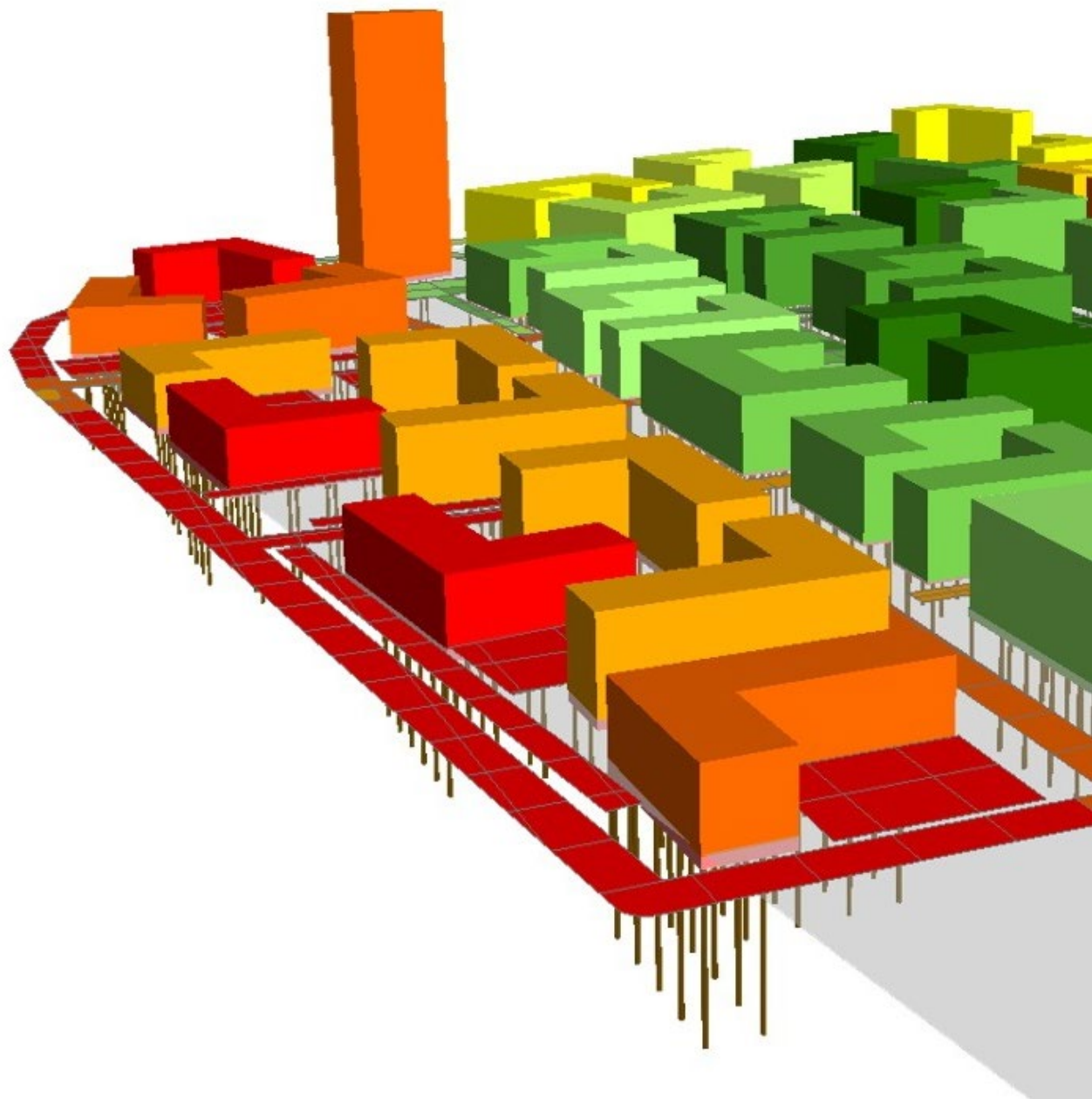


Tolkning av geoteknik 3



STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

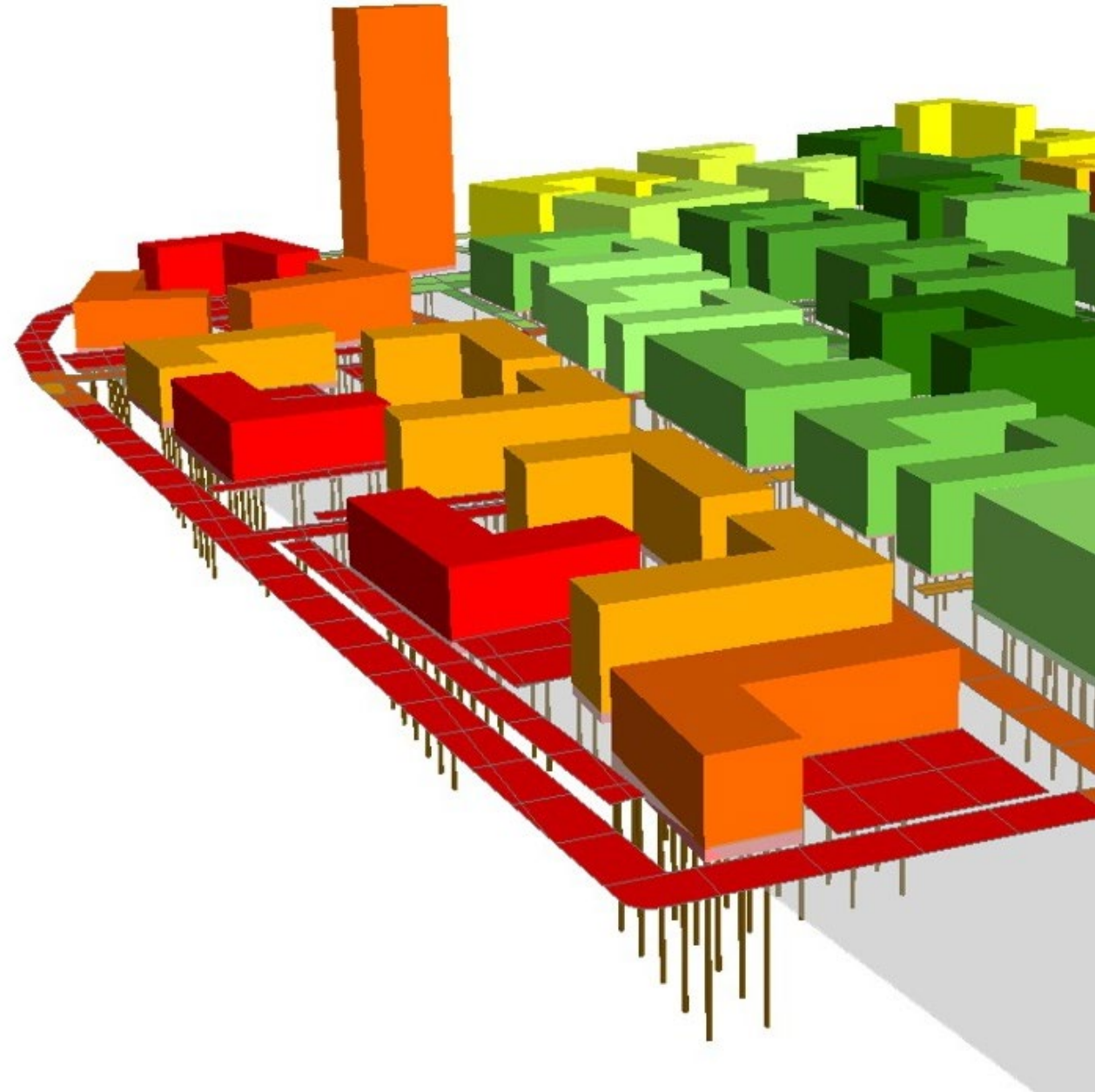
DEMO 2

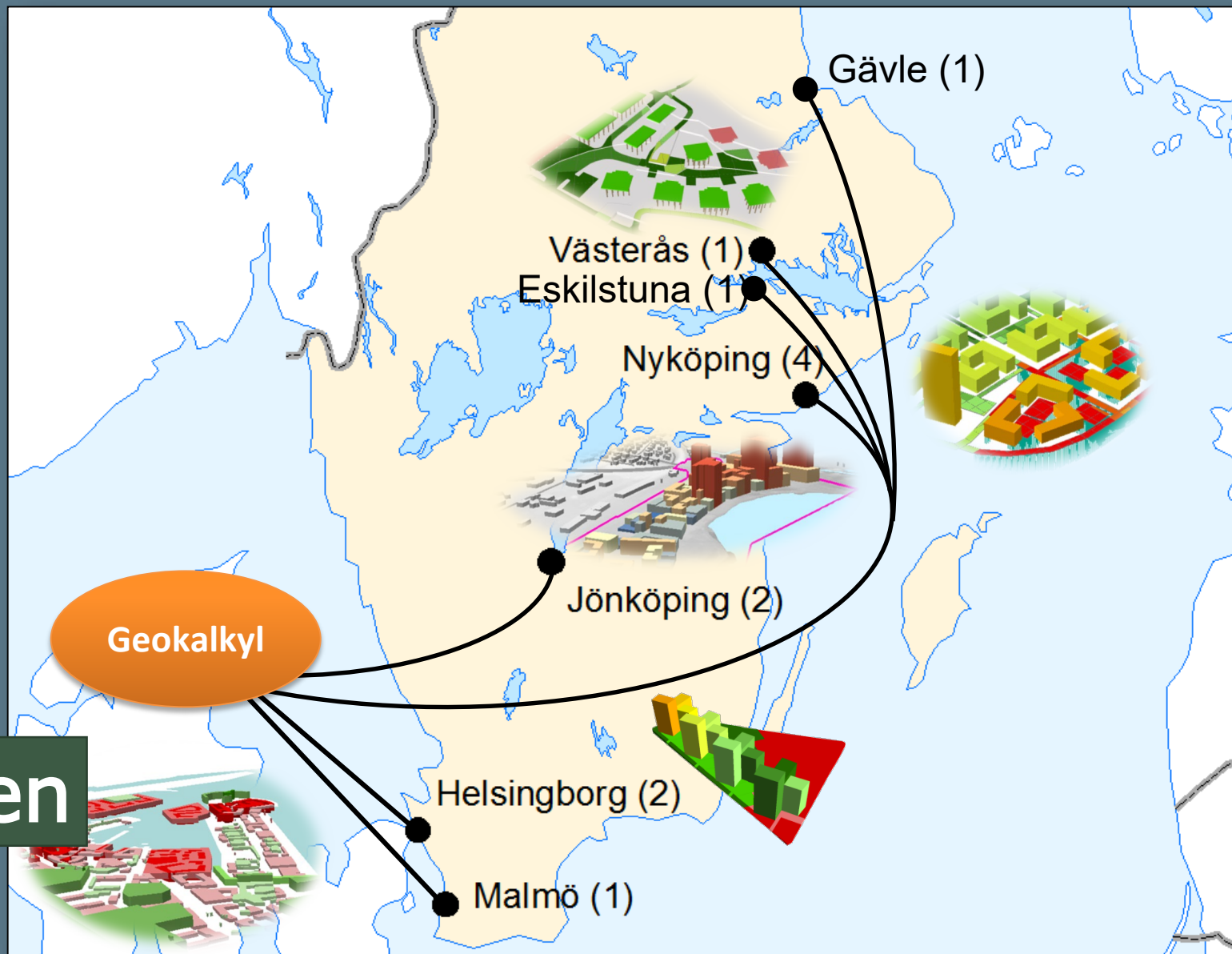




STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

EXEMPEL FRÅN PILOTSTUDIER



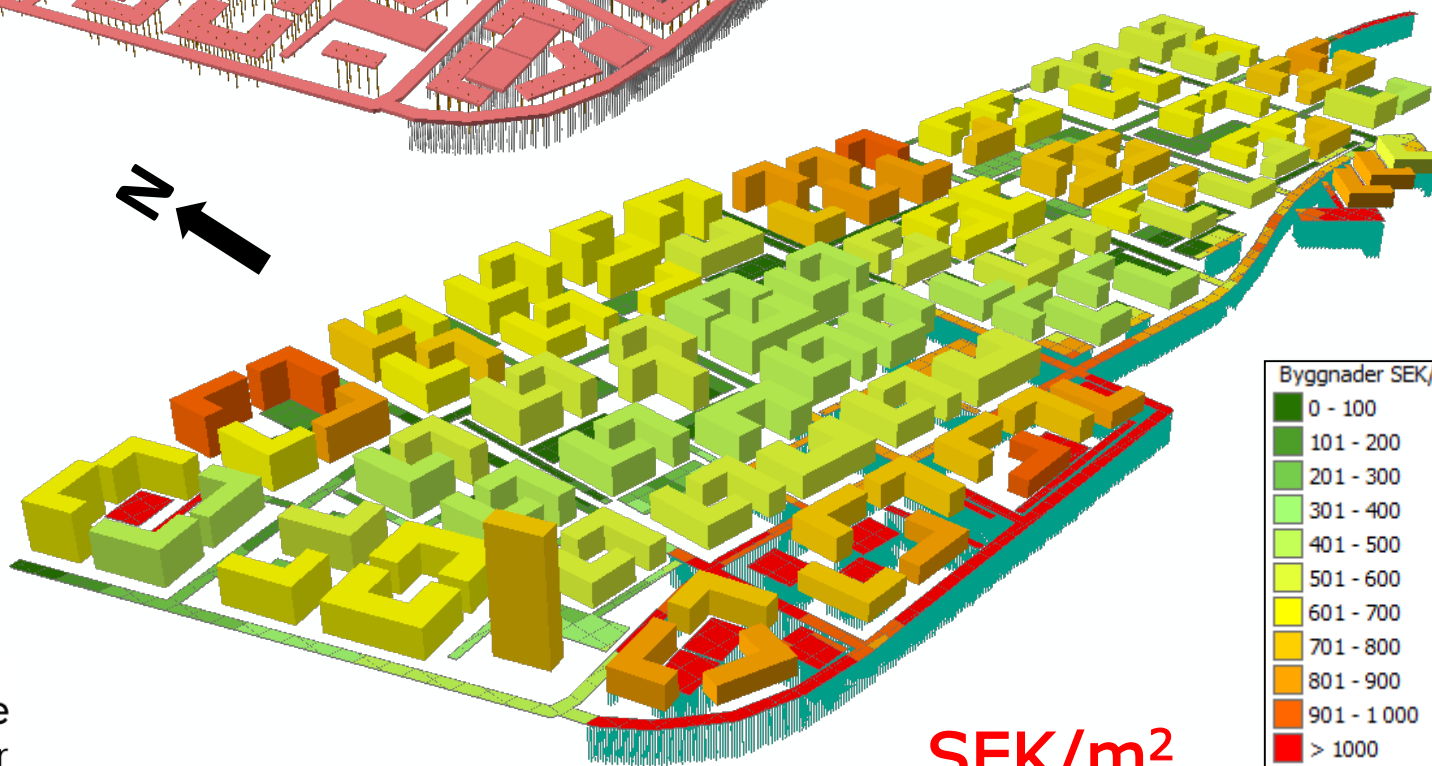
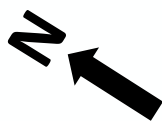
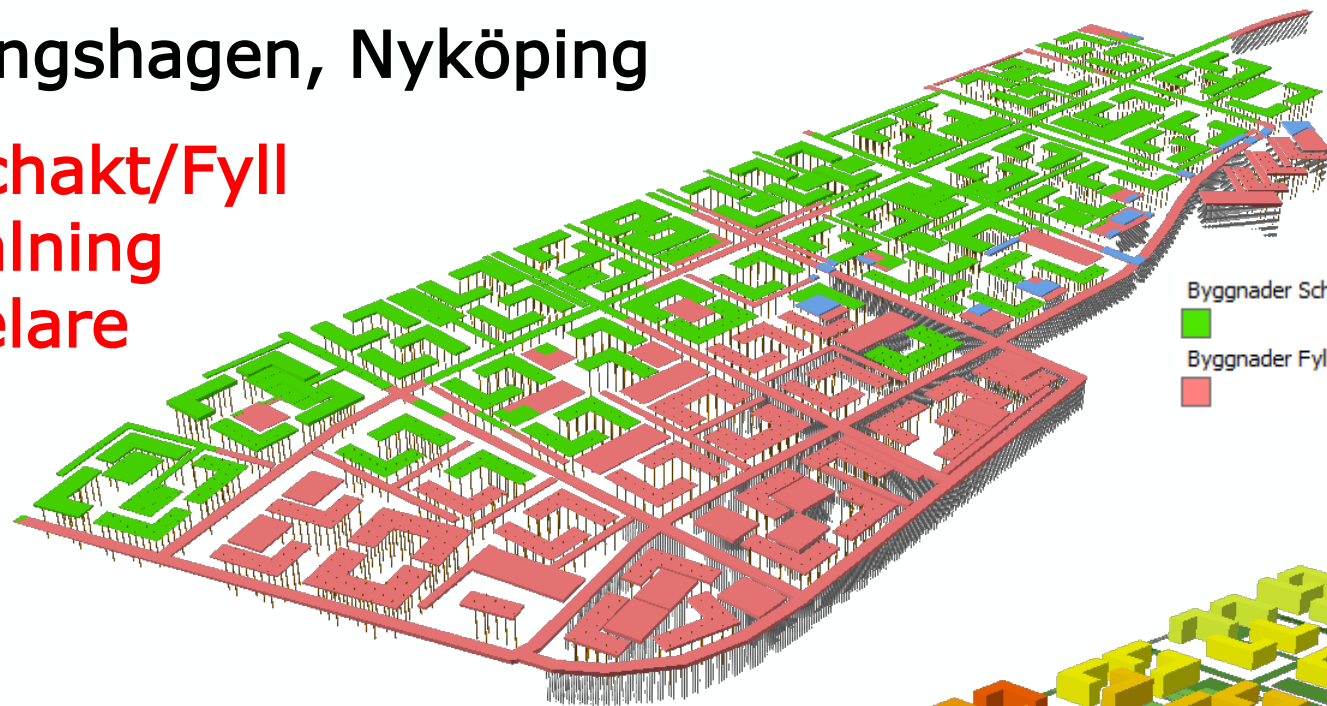


Pilotområden



Kungshagen, Nyköping

Schakt/Fyll
Pålning
Pelare



Exempel



SEK/m²

Nyhamnen, Malmö



Byggnader SEK/m²

444 - 1 430
1 431 - 1 438
1 439 - 1 470
1 471 - 1 486
1 487 - 1 499
1 500 - 1 511
1 512 - 1 517
1 518 - 1 520
1 521 - 1 538
1 539 - 1 669

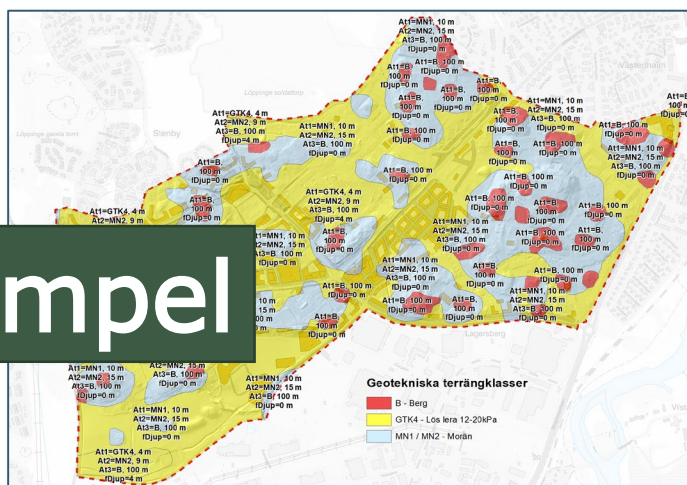
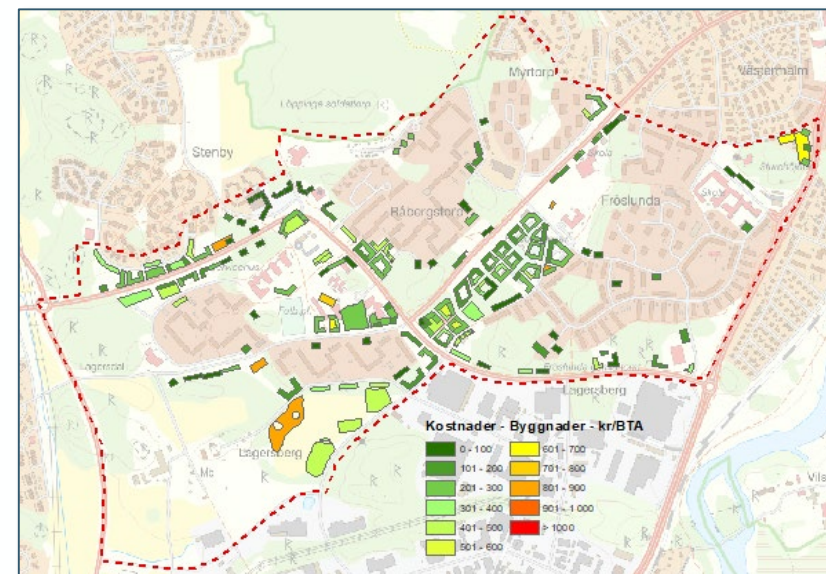
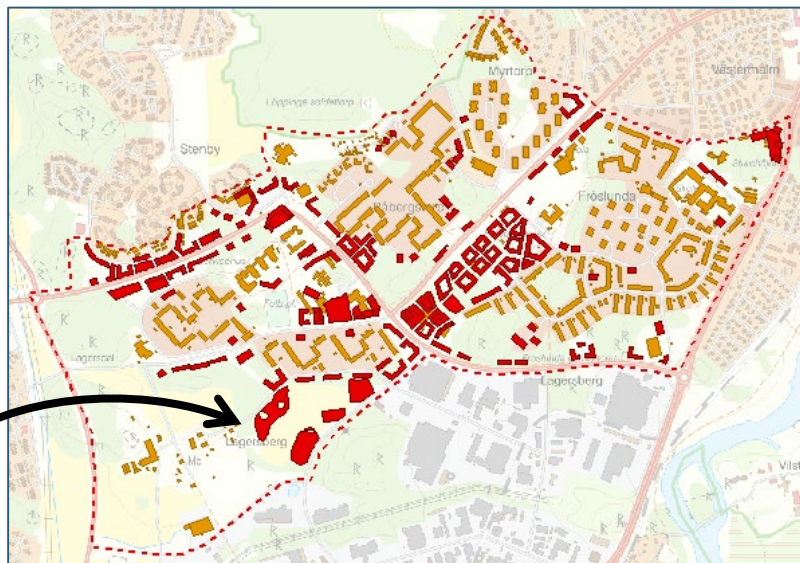
Exempel

GEOKALKYL SAMMANSTÄLLNING	
Summering kostnader (MSEK)	
Kostnad Schakt/Fyll (MSEK)	14.4
Kostnad Grundförstärkning (MSEK)	16.3
Kostnad Klimatanpassning (MSEK)	0.0
Kostnad Sanering (MSEK)	0.0
Total kostnad (MSEK)	30.7
Summering massor (m ³)	
Summa Schakt (m ³) (tf)	56 700
Summa Fyll (m ³)	800
Summa Schakt förstärkning (m ³) (tf)	12 700
Summa Fyll förstärkning (m ³)	4 600

Eskilstuna - Utvecklingsplan Fröslunda Lagersberg Råbergstorp

Stadsomvandlingsprojekt med mål att knyta ihop områdena med centrala staden på flera sätt.

- Planskiss fanns (nya byggnader i rött)
- Stort antal byggnader
- Varierande geotekniska förutsättningar
- Stora höjdskillnader



Exempel

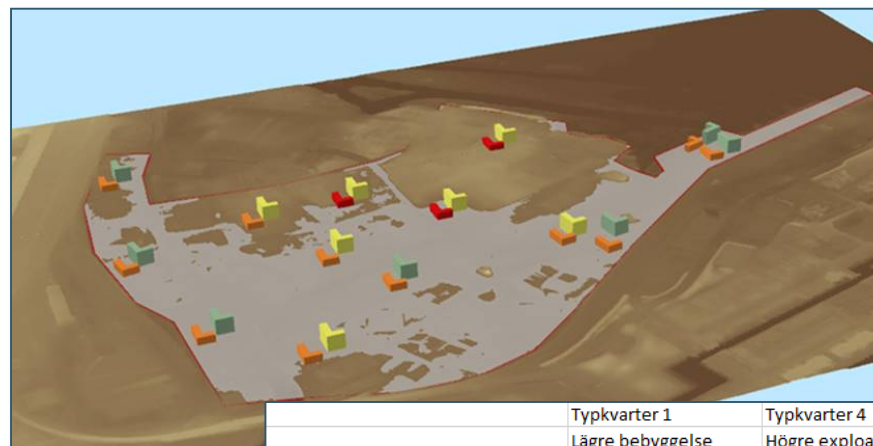


Gävle – Förstudie stadsomvandling Näringen

En ny stadsdel med målet att vara en av de mest hållbara i Europa år 2040.

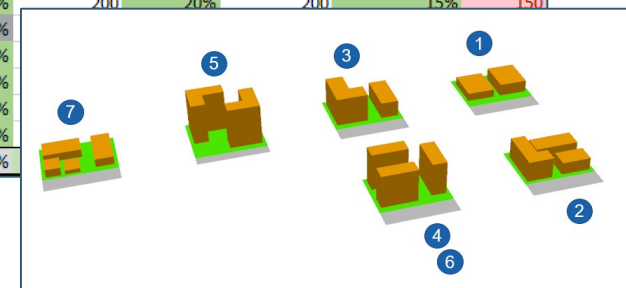
Befintligt industriområde saneras och omvandlas till blandstadsdel.

Steg 1:
Kostnader för olika "typbyggnader"



Steg 2:
Skapande av nya typkvarter utifrån olika exploateringsgrad.

	Typkvarter 1		Typkvarter 4		Typkvarter 5	
	Lägre bebyggelse		Högre exploatering		Väldigt hög exploatering	
	%	m2	%	m2	%	m2
Byggnadsyta (BYA)	40%	400	30%	300	30%	300
privat utemiljö	20%	200	25%	250	35%	350
Infrastruktur (hårdgjord yta)	20%	200	20%	200	15%	150
Offentlig plats totalt	20%					
Offentlig grönyta	10%					
Parkyta	5%					
Övrig offentlig yta (hårdgjord)	5%					
Övrigt	0%					
Totalt yta	100%					



Exempel

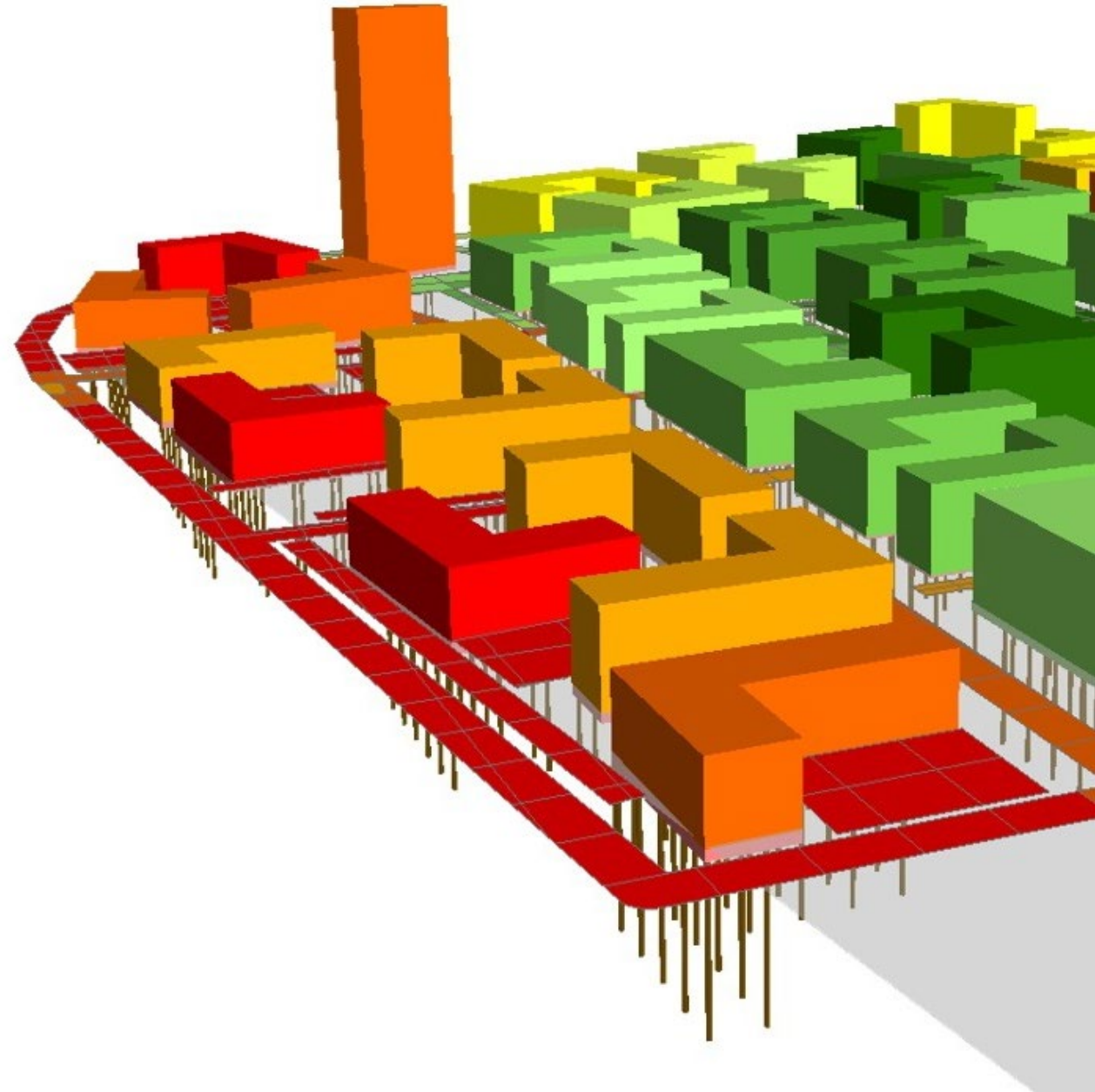


Steg 3:
Kostnader (kr/BTA) för respektive typkvarter



STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

MODULER



Geodata

SGU

Sveriges geologiska undersökning

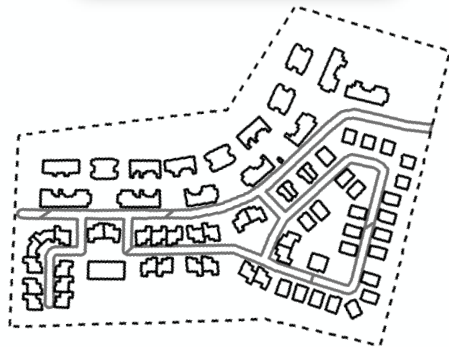
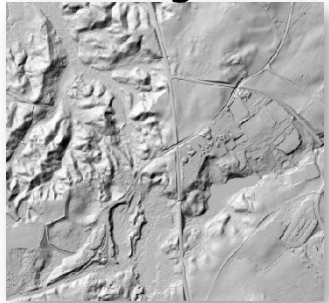
Jordartsmodell



LANTMÄTERIET

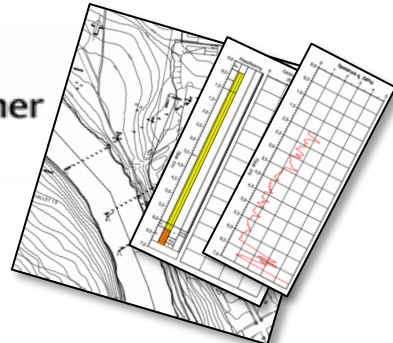


Terrängmodell



Sveriges
Kommuner

Planskiss
& geoteknik



Geokalkyl



Geotekniska
kostnader

Ekosystem-
tjänster

Schaktmassornas
användbarhet

Klimat-
påverkans-
index (CF)

Förorenade
områden



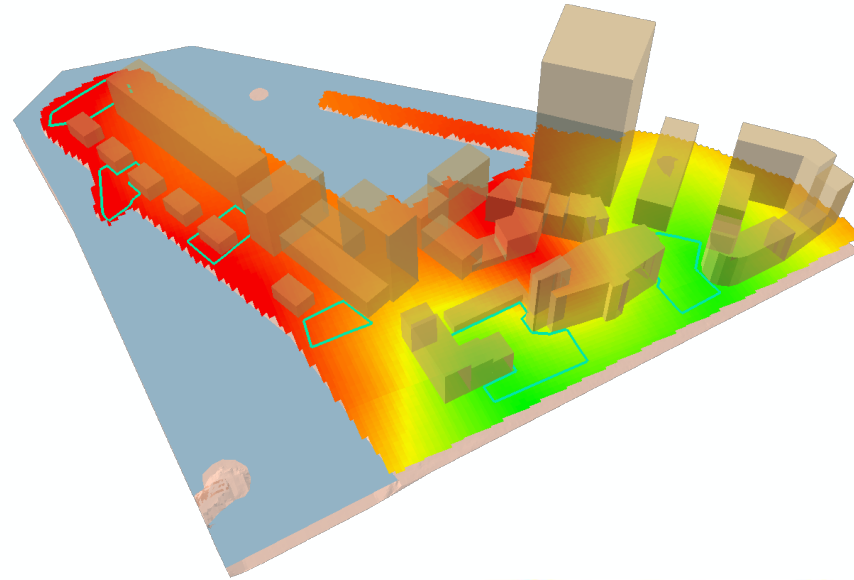
STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

Två ekosystemtjänster
har valts ut

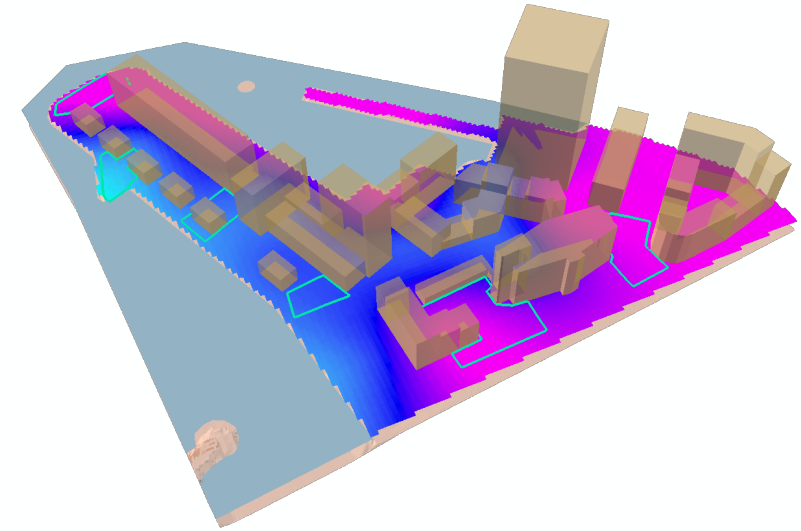
Finns som fristående
verktyg:

[http://gis.sgi.se/geokalkyl/
/verktyget/](http://gis.sgi.se/geokalkyl/verktyget/)

Ekosystemtjänster

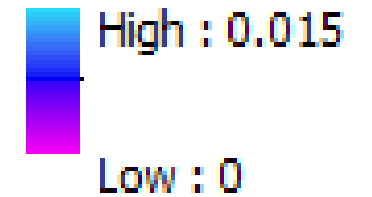


Växtpotential



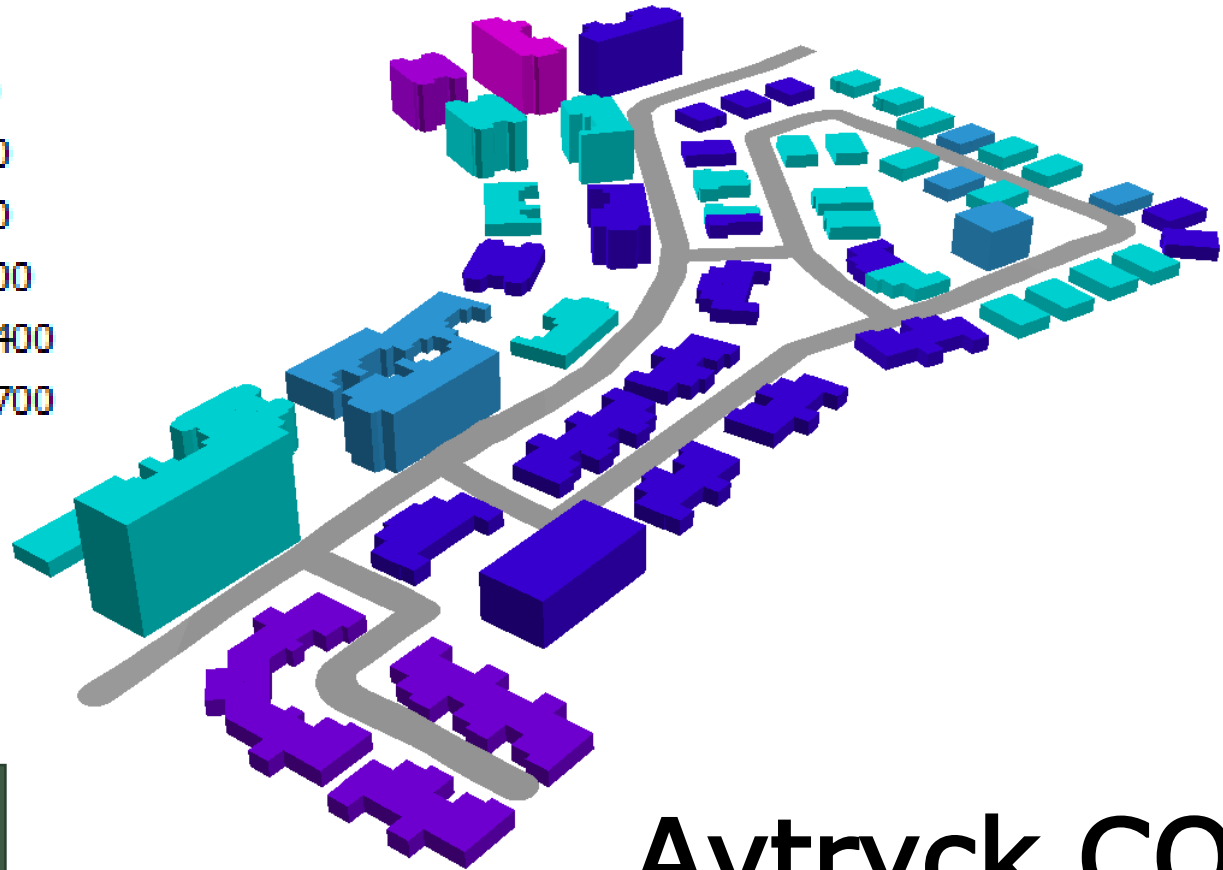
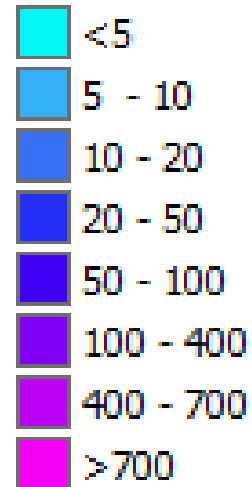
Markens genomsläpplighet

K (m/s)





kg CO₂e/m²



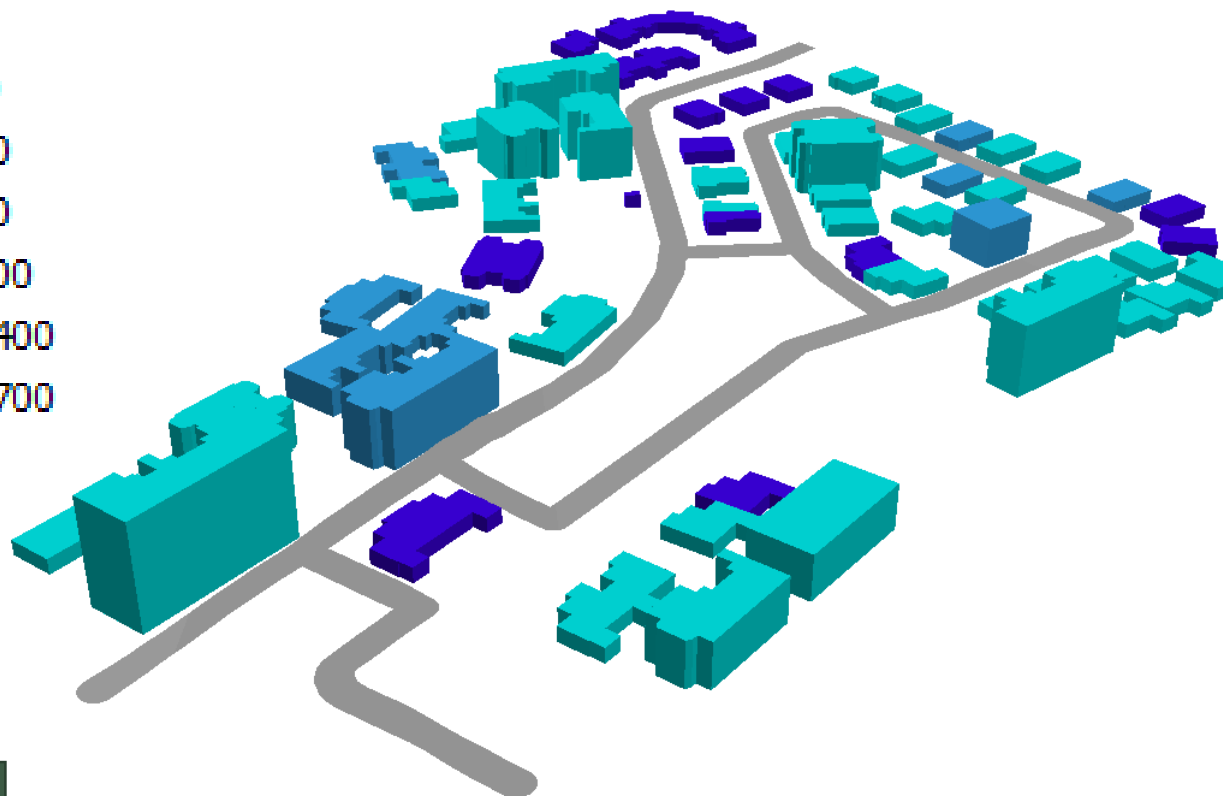
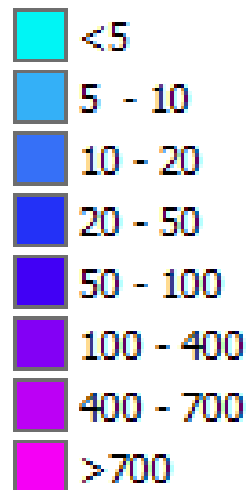
Klimatpåverkan

"Carbon Footprint"

Avtryck CO₂e:
3300 ton



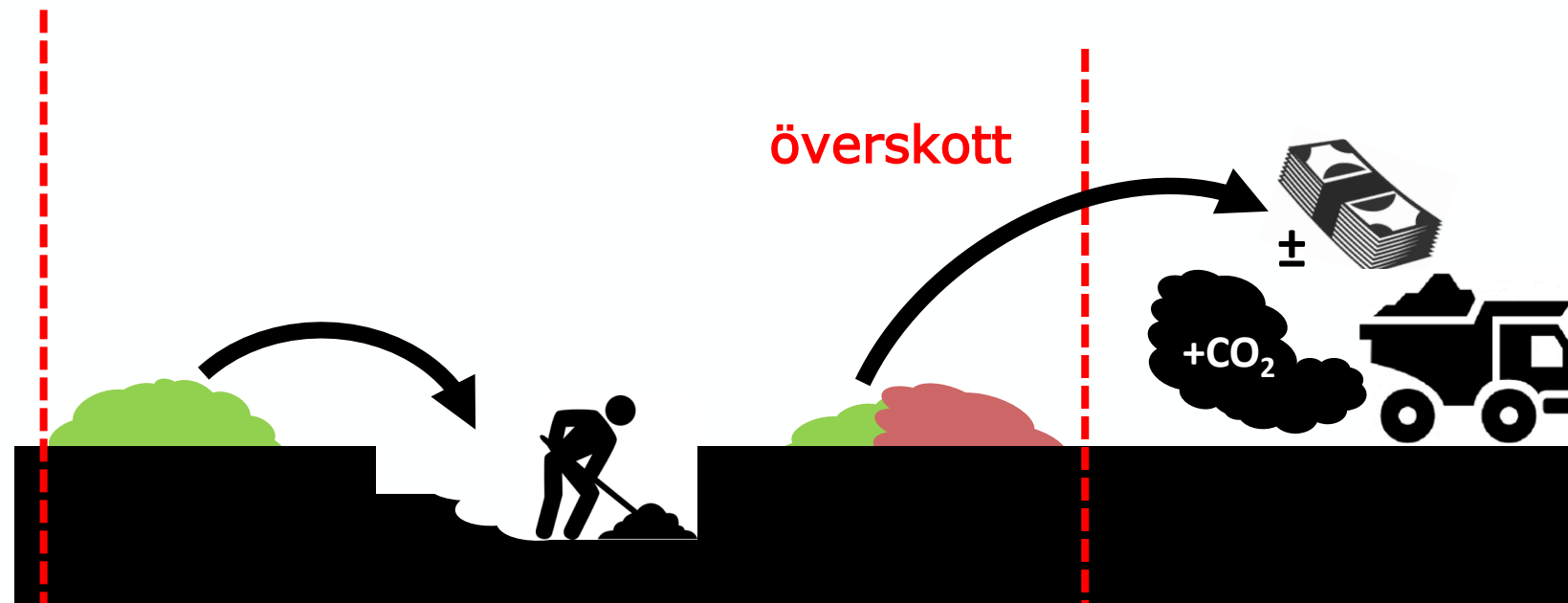
kg CO₂e/m²



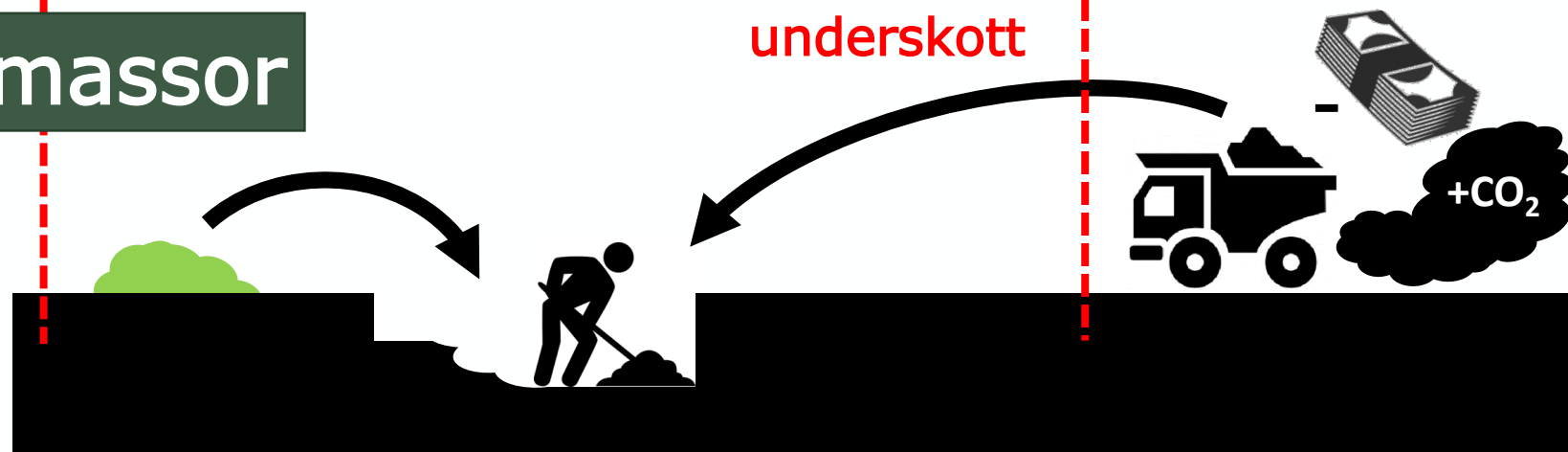
Klimatpåverkan

"Carbon Footprint"

Avtryck CO₂e:
2100 ton



Användbara massor

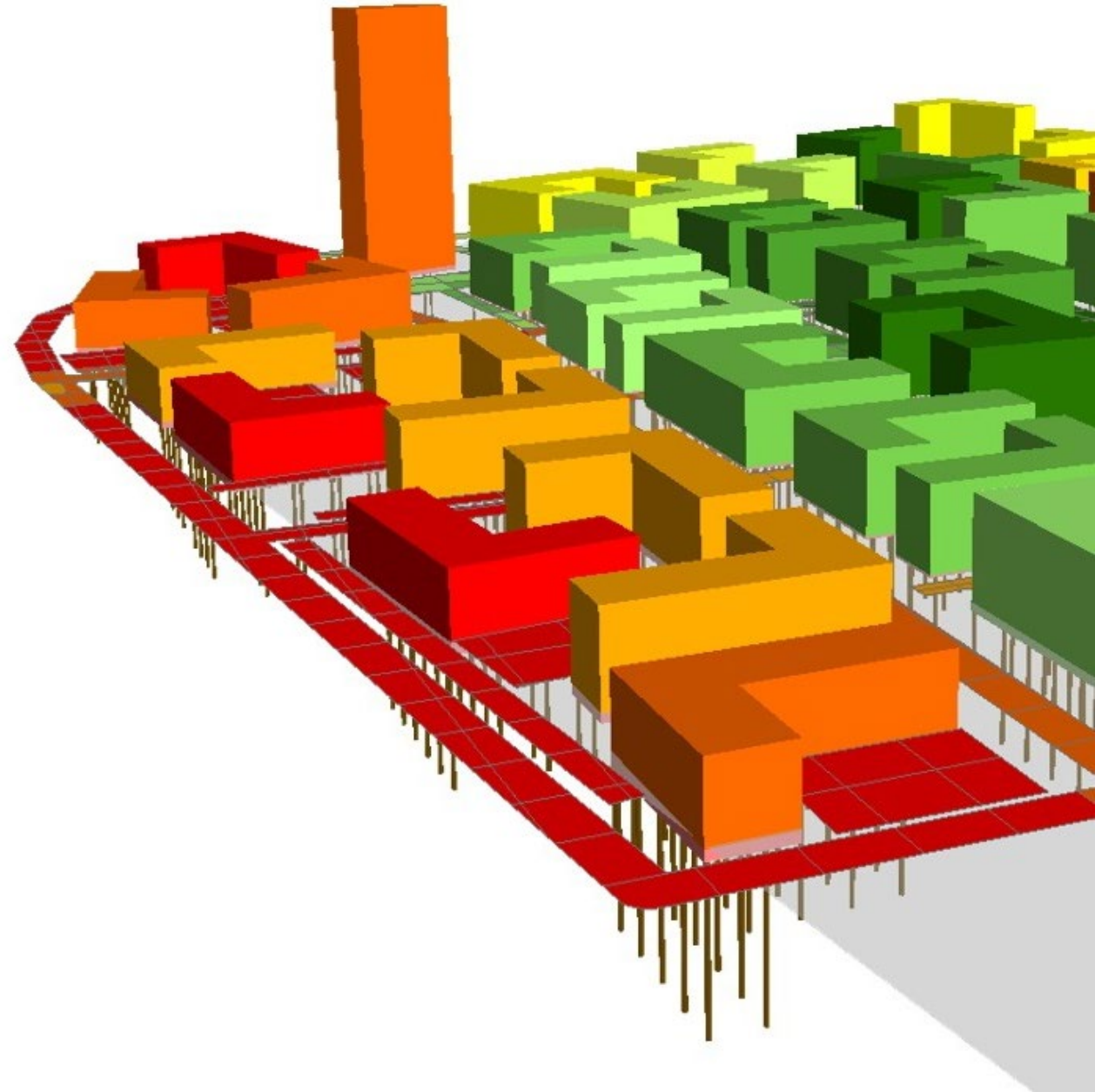




STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT

FRÅGOR

geokalkyl@sgi.se





STATENS
GEOTEKNISKA
INSTITUT



Rapporter



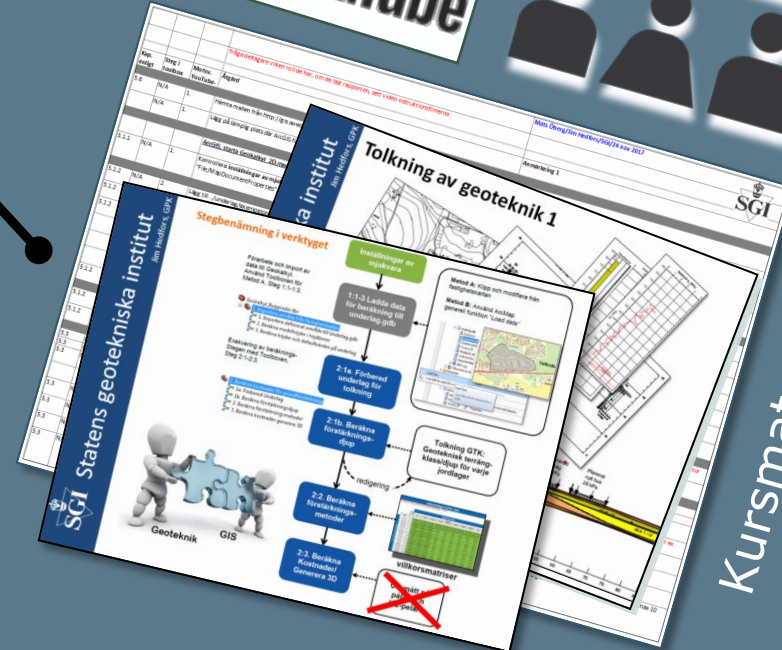
Infoblad



Filmer



Infoträffar



Kursmaterial

<http://www.sgi.se/geokalkyl>

Kontaktperson GIS: anna.kjellin@sgi.se

Kontaktperson Geoteknik: david.rudebeck@sgi.se