

STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT

FÖRDJUPAD STABILITETSUTREDNING, SMÅDALA  
MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT, GEOTEKNIK

2020-03-13



Beställare:  
Statens Geotekniska Institut  
Dokumentnummer: 19000VRA01  
Diarienummer: 4.2.12-1904-0303  
Uppdragsnummer WSP: 10289153  
Uppdragsnummer SGI: 19085



# FÖRDJUPAD STABILITETSUTREDNING, SMÅDALA

Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik

## KUND

**Statens Geotekniska Institut**

## KONSULT

### **WSP Samhällsbyggnad**

Box 13033  
WSP Sverige AB  
402 51 Göteborg  
Besök: Ullevigatan 19  
Tel: +46 10 7225000

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

Sara Jorild, tfn 010 - 722 70 63 e-post: [sara.jorild@wsp.com](mailto:sara.jorild@wsp.com)

Filip Bergström, tfn 010 - 722 75 16, e-post: [filip.bergstrom@wsp.com](mailto:filip.bergstrom@wsp.com)

UPPDRAGSNAMN  
Fördjupad stabilitetsutredning  
Smådala

UPPDRAGSNUMMER  
10289153

FÖRFATTARE  
Anita Turesson

DATUM  
2020-01-24

ÄNDRINGSDATUM

Granskad av  
David Schälén

Innehåll

<b>FÖRORD FRÅN SGI</b>	<b>5</b>
<b>1 ALLMÄNT</b>	<b>6</b>
1.1 OBJEKT	6
1.2 DOKUMENTETS SYFTE	6
1.3 UNDERLAG FÖR UNDERSÖKNING OCH REDOVISNING	6
1.4 STYRANDE DOKUMENT	7
<b>2 ÖVERSIKT BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>8</b>
2.1 TOPOGRAFI, YTBESKAFFENHET OCH MARKANVÄNDNING	8
2.2 BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER	9
<b>3 MARKTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR</b>	<b>9</b>
3.1 POSITIONERING	9
3.2 GEOTEKNIK	10
3.2.1 Fältundersökningar	10
3.2.2 Laboratorieundersökningar	11
3.3 HYDROGEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR	11
<b>4 HÄRLEDDA VÄRDEN</b>	<b>12</b>
4.1 UNDERLAG FÖR FRAMTAGANDE AV HÄRLEDDA VÄRDEN	12
4.2 HÅLLFASTHETSEGENSKAPER	12
4.3 DEFORMATIONSEGENSKAPER	12
4.4 HYDROGEOLOGISKA EGENSKAPER	12
4.5 ÖVRIGA EGENSKAPER	12
<b>5 VÄRDERING AV UNDERSÖKNING</b>	<b>13</b>

## BILAGOR

Bilaga 1	Sammanställning Härledda värden
Bilaga 2	Utvärderade CPT-sonderingar
Bilaga 3	Portrycksmätningar
Bilaga 4	Försöksrapport Fält
Bilaga 5	Fältrapport Geofysik
Bilaga 6	Försöksrapport Lab
Bilaga 7	Fotografier
Bilaga 8	Sammanställning av Provkvalitet
Bilaga 9	Spänningsdiagram

## RITNINGAR

G-10-1-001	Plan, skala 1:2000 (A1)
G-10-1-002	Plan Georadar, skala 1:1000 (A1)
G-10-2-001--G-10-2-033	Sektioner, skala H 1:200 / L 1:500 (A1)
G-10-2Q-001	Profil Georadar, skala H 1:100 / L 1:1000 (A1)

## Förord från SGI

Regeringen har gett Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att minska sannolikheten för skred i Göta älv dalen och för att underlätta det arbetet har en delegation inrättats, Delegationen för Göta älv. Delegationen består av representanter från Vänersborgs, Trollhättans, Lilla Edets, Ales, Kungälv och Göteborgs kommuner, Länsstyrelsen Västra Götaland, Länsstyrelsen Värmland, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Sjöfartsverket, Trafikverket, Vattenfall Vattenkraft AB och SGI.

I arbetet med Delegationen för Göta älv utför SGI detaljerade och fördjupade stabilitetsutredningar för att klargöra stabilitetsförhållandena inom de områden som utpekats med hög- eller medelhög skredrisk inom Göta älvutredningen 2009–2012. Dessa utredningar ligger sedan till grund för beräkning av sannolikheten för skred och projektering av stabilitetshöjande åtgärder.

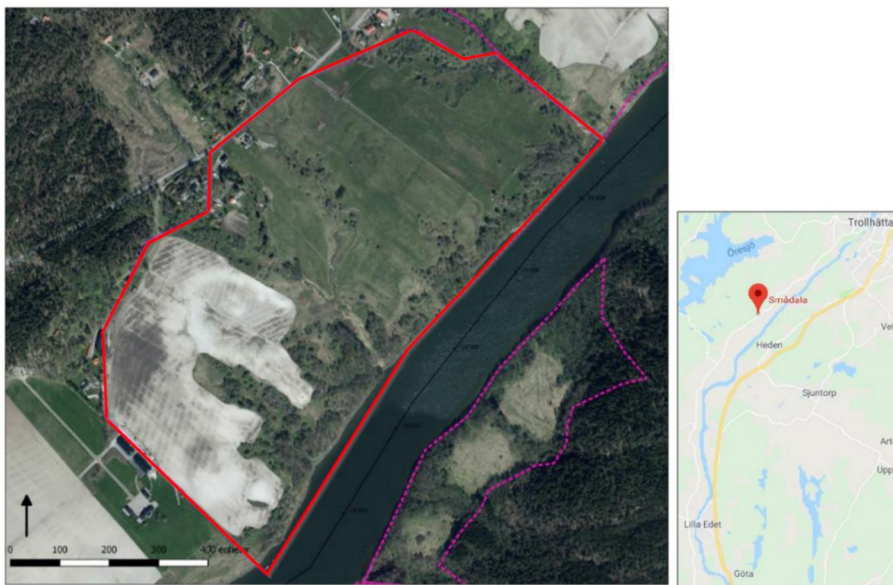
Stabilitetsutredningarna utförs av geotekniska konsulter på uppdrag av SGI. Då resultaten från dessa utredningar utgör underlag till fortsatt analysarbete, har SGI varit delaktiga i framtagandet av fält- och laboratorieundersökningar, val av hållfasthet, beräkningar samt redovisning av resultat. Konsulten har fått uppdraget att i möjligaste utsträckning ta fram en trolig skjuvhållfasthet inför beräkningarna. Dessa utredningar redovisar därmed inte slutgiltiga bedömningar av stabilitetsförhållandena, sannolikheten för skred eller vilka åtgärder som bör utföras för aktuellt område.

*Sekretariatet till Delegation för Göta älv*

# 1 ALLMÄNT

## 1.1 OBJEKT

WSP Sverige AB har på uppdrag av Statens geotekniska institut, SGI, utfört en fördjupad stabilitetsutredning för området Smådala i Lilla Edets kommun. Området ligger på västra sidan av Göta älv och ingick i delområde 5 i Göta älvutredningen, se Figur 1. Uppdraget omfattar kompletterande fält- och laboratorieundersökningar, stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden samt kartering av kvicklera. Utredningen kommer att utgöra underlag för sannolikhetsberäkningar och skredriskbedömningar vilka kommer att utföras av SGI.



Figur 1. Översikt över undersökningsområdet (markerat med röd linje) samt orienteringsfigur. (Ortofoto från Lantmäteriet).

## 1.2 DOKUMENTETS SYFTE

Denna rapport redovisar underlag, utförande och resultat av utförda fältundersökningar.

## 1.3 UNDERLAG FÖR UNDERSÖKNING OCH REDOVISNING

Underlag till utredningen har tillhandahållits av SGI och har utgjorts av:

- Göta älvutredningen (GÄU) Delområde 5 Intagan - Ström, Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik, Daterad 2011-08-31. Diariernr: 6-1010-0027. Dokumentnr: 05RA004
- Göta älvutredningen (GÄU) Delområde 5 Intagan - Ström, Teknisk PM Geoteknik, Stabilitetsberäkningar. Daterad 2012-12-20. Diariernr: 6-1001-0027. Dokumentnr: 05PM001

- Befintliga undersökningsdata i digitalt format från Göta älvutredningen, delområde 5.
- Inmätning av Göta älvs bottenpografi utförd 2018 i ESRI FGDB-format.
- Lantmäteriets Nationella Höjddatabas (NH) i rasterformat (grid 2m-pixel) i ESRI FGDB-format och Lantmäteriets fastighetskarta i VMS-format.
- Väglinje avseende längdmätning för Göta älv i dwg- och shp-format.
- Tolkade profiler från flygburen resistivitmätning (TEM). Flygning gjord 2016. Tolkning utförd hösten 2019.

## 1.4 STYRANDE DOKUMENT

Utredningen har utförts enligt riktlinjer i följande styrande dokument:

- Delegationen för Göta älv 2019, *DGA00XST01 Riktlinjer för tekniskt arbete, Avser stabilitetsutredningar längs Göta älv*, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2019-11-05.
- Delegationen för Göta Älv 2019, *DGA00XST02 Riktlinjer för dokumenthantering, Avser stabilitetsutredningar längs Göta älv*, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2019-11-05.

För standarder se Tabell 1, Tabell 2,

Tabell 3 och Tabell 4.

Tabell 1: Planering och redovisning

<b>Skede</b>	<b>Standard eller annat styrande dokument</b>
Fältplanering	<i>IEG Rapport 4:2010</i>
Fältutförande	<i>SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok och SS-EN-ISO 22475-1</i>
Beteckningssystem	<i>SGF/BGS beteckningssystem version 2001:2 och SGF beteckningsblad kompletterat 2016-11-01</i>

Tabell 2: Fältundersökningar

<b>Metod</b>	<b>Standard eller annat styrande dokument</b>
CPT-sondering	<i>SS-EN ISO 22476-1:2012, SGI Information 15; CPT-Sondering och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok</i>
Trycksondering	<i>SGF Metodblad TrM (0901274) och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok</i>
Jord-bergsondering	<i>SGF Rapport 4:2012; Metodbeskrivning för jord-Bergsondering och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok</i>
Vingförsök	<i>SGF Rapport 2:93; Rekommenderad standard för vingförsök i fält och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok</i>
Skruvprovtagning	<i>SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok</i>
Kolvprovtagning	<i>SGF Rapport 1:2009; Metodbeskrivning för provtagning med standardprovtagare och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok</i>

Tabell 3: Laboratorieundersökningar

<b>Metod</b>	<b>Standard eller annat styrande dokument</b>
Jordartsbeskrivning	SS-EN/ISO 14688-1:2002 och SS-EN/ISO 14688-2:2004
Skrymdensitet	SS 02 71 14, utgåva 2
Naturlig vattenkvot	SS 02 71 16, utgåva 3
Konflytgräns	SS 02 71 20, utgåva 2
Konförsök (skjuvhållfasthet)	SS 02 71 25, utgåva 1
Triaxialförsök	ISO/TS 17892-9:2004
CRS-försök	SS 02 71 26, utgåva 1
Direkta skjuvförsök	SS 02 7127, utgåva 1

Tabell 4: Grundvatten

<b>Metod</b>	<b>Standard eller annat styrande dokument</b>
Installation för grundvattenmätning	SS-EN-ISO 22475-1, SS-EN 1997-2 och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok
Funktionskontroll av grundvattenrör/portrycksmätare	SS-EN-ISO 22475-1, SS-EN 1997-2 och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok
Avläsning av grundvattennivå/portryck	SS-EN-ISO 22475-1, SS-EN 1997-2 och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok

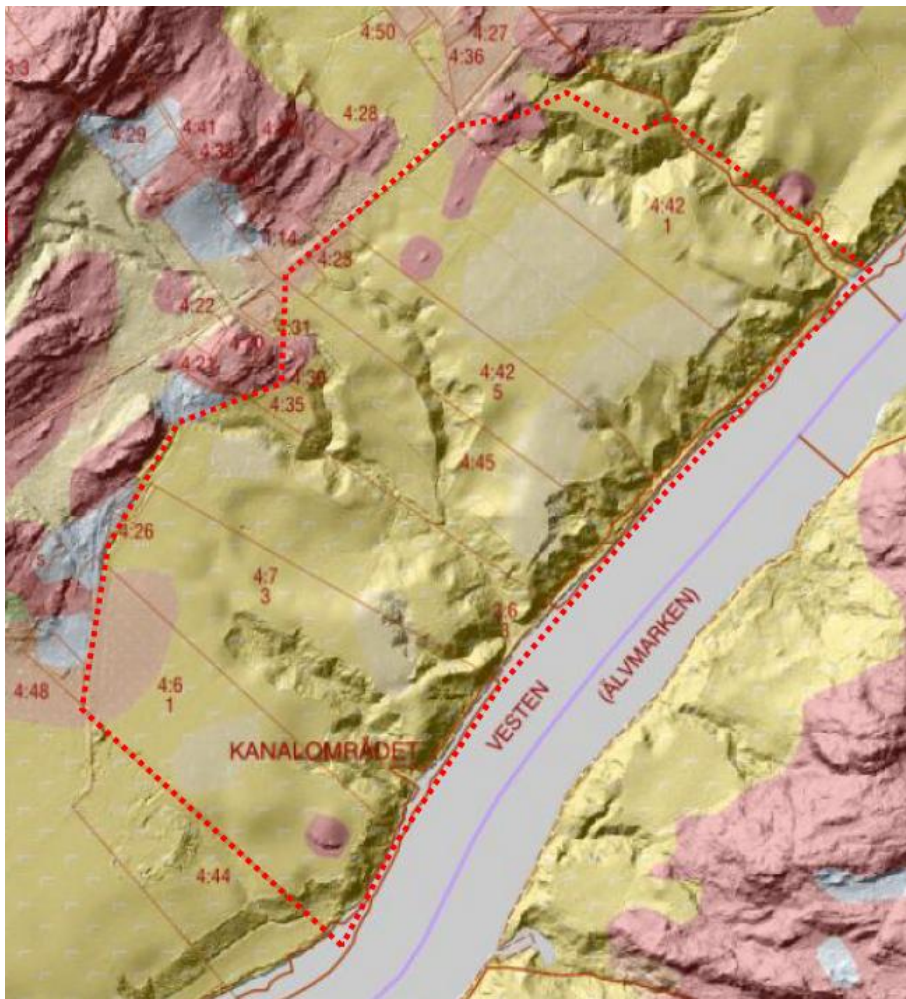
## 2 ÖVERSIKT BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

### 2.1 TOPOGRAFI, YTBEKÄFFENHET OCH MARKANVÄNDNING

Undersökningsområdet är beläget på västra sidan av Göta älv mellan km 18/500 och km 19/600 (från norr till söder), enligt längdmätning framtagen under Göta älvutredningen. Området avgränsas av Göta älv i sydost och Edsvägen i nordväst.

Området utgörs mestadels av åker- och betesmark som genomkorsas av raviner med busk- och trädvegetation. Inom området finns ingen befintlig bebyggelse förutom ett antal bostadshus och jordbruksbyggnader längs områdets västra och nordvästra avgränsning. Markytan ligger i större delen av området kring nivån +30 och sluttar svagt mot älven. Närmast älven och mot ravinerna är slänterna mycket branta. Vid älvens strand ligger marknivån på ca +9. Mitt i älvfåran varierar älvens bottennivå mellan -3 och -8. Topografiska kartan hämtad från [www.geokartan.se](http://www.geokartan.se) visar relativa höjdskillnader samt jordarternas fördelning i området, Figur 2. I Bilaga 7 presenteras fotografier från området tagna under hösten 2019.





Figur 2. Topografisk karta som visar höjdskillnader och jordarter med färgkodning: mörkgul = glacial finlera, ljusgul = postglacial silt, orange = postglacial sand, morän = blått och urberg i rött (Geokartan SGU). Aktuellt område ungefärligt markerat i rött.

## 2.2 BEFINTLIGA KONSTRUKTIONER

Befintliga anläggningar och bebyggelse finns utmed den västra/nordvästra avgränsningen av området. Dessa innefattar Edsvägen som löper parallellt med Göta älv samt mindre lokalvägar och enstaka byggnader varav några större jordbruksbyggnader. Längs stranden ligger erosionsskydd av varierad ålder och kvalitet.

## 3 MARKTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

### 3.1 POSITIONERING

Inmätning av geotekniska sonderingspunkter, georadarprofil, berg i dagen samt marksektioner har utförts av WSP Sverige AB under hösten 2019. Inmätningen utfördes av Martin Söderquist, Niclas Persson och Thor-Björn Andreasson.

Använt koordinatsystem i plan är SWEREF 99TM. Använt höjdsystem är RH 2000. Inmätningen har mätklass A enligt SGF Rapport 1:2013.

## 3.2 GEOTEKNIK

### 3.2.1 Fältundersökningar

WSP Sverige AB har under 2019, augusti till oktober, utfört geotekniska och geofysiska fältundersökningar enligt Tabell 5 för rubricerat uppdrag. Resultatet av undersökningarna redovisas i plan på ritning G-10-1-001 och i sektion på ritningarna G-10-2-001 till G-10-2-033.

Fältsamordningen utfördes av Samuel Martinsson samt undersökningen utfördes av fältgeoteknikerna Christian Augustsson, Kharouf Moutassem, Patricia Jusslin och Jimmy Grahn. Utförda fältundersökningar redovisas i fältrapport, Bilaga 4.

Undersökning med georadar utfördes 2019-10-01, av Anita Turesson och Martin Söderquist, båda från WSP Sverige AB. Undersökningen redovisas i fältrapport geofysik, Bilaga 5, samt i plan på ritning G-10-1-002 och i profil på ritning G-10-2Q-001.

#### Utförda undersökningar och provtagningar

Tabell 5: Utförda undersökningar

Sondering/provtagning	antal	typ/anmärkning
Trycksonderingar	8	
CPT-R	24	Sond nr 4478, R-modul typ Nova nr C0031
Skrupprovtagning	28	
Fältvingförsök	10	Vinginstrument: EVB-0053*/EVB0037**
Kolvprovtagning	10	
Jord-bergsondering total	2	
Portrycksrör	13	
Grundvattenrör	2	Undre magasin
Undersökning med georadar	1	Ca 900 m

\*EVB-0053 användes i borrhöjningarna 19WS51, 19WS57, 19WS58, 19WS64, 19WS65, 19WS70.

\*\*EVB0037 användes för borrhöjningarna 19WS53, 19WS59, 19WS62, 19WS81.

**Kalibrering och certifiering**

I Tabell 6 redovisas använd utrustning. Kalibreringsprotokoll finns i Bilaga 4, Försöksrapport fält.

Tabell 6: Kalibrering

Utrustning	Kalibrerad datum
Borrvagn GEOTECH 604	2018-09-03
Borrvagn GEOTECH 605	2019-04-05
CPT-spets 4478	2019-08-13
Konduktivtetsadapter C0031	2019-08-08
Vinginstrument EVB-0053	2019-05-21
Vinginstrument EVB-0037	2019-05-21

**3.2.2 Laboratorieundersökningar**

WSP Sverige AB har under hösten 2019 utfört geotekniska laboratorieundersökningar enligt Tabell 7 för rubricerat uppdrag.

Laboratorieundersökningen utfördes av Karina Stjärne, Alma Zerem Hrvat och Abdirahman Dahir Hassan.

Rutinundersökning av ostörda jordprover omfattar bestämning av jordart, skrymdensitet och vattenkvot samt odränerad skjuvhållfasthet, sensitivitet och flytgräns med hjälp av konförsök.

Resultatet av utförda laboratorieundersökningar redovisas i Bilaga 6.

**Utförda undersökningar**

Tabell 7: Sammanställning av utförda laboratorieundersökningar.

Metod	antal	typ/anmärkning
Jordartsbenämning	60	
Vattenkvot	60	
Rutin stört (jordart, vattenkvot, konflytgräns)	25	
Rutin ostört	67	
Kompressionsförsök (CRS)	46	
Aktiv Triaxial	7	
Passiv Triaxial	6	
Direkta skjuvförsök	31	Varav 4 är utförda av Bohusgeo

**Provförvaring**

Jordproverna har efter mottagande förvarats i kylrum. Proverna sparas i 6 månader efter utförd rutinundersökning.

**3.3 HYDROGEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR**

Porttrycksmätare (13 st) och grundvattenrör (2 st i undre magasin) har för rubricerat uppdrag installerats under hösten 2019. Avläsning sker automatiskt fyra gånger per dag. Senaste inhämtningen av data är utförd 2020-01-20.

## 4 HÄRLEDDA VÄRDEN

### 4.1 UNDERLAG FÖR FRAMTAGANDE AV HÄRLEDDA VÄRDEN

Utförda CPT-R-sonderingar har utvärderats med programvaran Conrad version 3.1.1 enligt SGI information 15. Utvärderingarna redovisas i Bilaga 2.

Härledda värden för lerans densitet, vattenkvot, konflytgräns, odränerade skjuvhållfasthet och sensitivitet har utvärderats från utförda geotekniska undersökningar i fält och laboratorium. Uppmätt skjuvhållfasthet enligt konförsök och fältvingförsök har korrigerats med hänsyn till konflytgräns och överkonsolideringsgrad enligt avsnitt 5.4.1 i SGI Information 3.

### 4.2 HÅLLFASTHETSEGENSKAPER

Sammanställning av härledda värden för lerans odränerade skjuvhållfasthet från samtliga borrhållfasthet redovisas i Bilaga 1. Sammanställningen av härledda värden är uppdelad i 4 st delområden med avseende på avstånd till älven. Översikt över områdesindelning redovisas i Bilaga 1.

### 4.3 DEFORMATIONSEGENSKAPER

Lerans förkonsolideringsspänning enligt utförda CRS-försök redovisas i spänningsdiagram tillsammans med effektivspänning och portryck för respektive borrhållfasthet i Bilaga 9.

### 4.4 HYDROGEOLOGISKA EGENSKAPER

Uppmätta porvattentryck och grundvattennivåer redovisas i Bilaga 3.

### 4.5 ÖVRIGA EGENSKAPER

Sammanställning av tunghet, vattenkvot, konflytgräns och sensitivitet redovisas i Bilaga 1. Sammanställningen av härledda värden är uppdelad i 4 st delområden med avseende på avstånd till älven. Översikt över områdesindelning redovisas i Bilaga 1.

## 5 VÄRDERING AV UNDERSÖKNING

Fält- och laboratorieundersökningarna har genomgående utförts enligt gällande standarder och styrande dokument.

Bestämning av provkvalitet på upptagna ostörda prover har utförts enligt figur 4a i SGI Information 3. Provkvaliteten är god- eller någorlunda god för alla prover förutom 2 st. Sammanställning av utvärderad provkvalitet redovisas i Bilaga 8.

Vid redovisning i Conrad av uppmätt resistivitet har ingen korrigering gjorts för skillnaden i djup mellan CPT-spetsen och resistivitetsmodulen. Detta innebär att resistivitetskurvan i Conrad är förskjuten 0,6 m nedåt.

Portrycksmätaren på 4 m djup i punkt 19WS82 visar på en trycknivå ca 4 m över markytan vilket bedöms vara orimligt högt. Dessa mätresultat bör därför inte användas som indata vid beräkningar.

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. 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 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. [wsp.com](http://wsp.com)

**WSP Sverige AB**  
Box 13033  
402 51 Göteborg  
Besök: Ullevigatan 19

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)

