

SVERIGES BYGGUNIVERSITET

CHALMERS, KTH, LTH, LTU I SAMVERKAN



Laboratorieresurser Byggkonstruktion i Sverige

2013



Förord

Denna rapport utgör en del i ett arbete som pågår för bättre samverkan mellan Sveriges fyra tekniska högskolor med byggutbildning och byggforskning. Inom temaområdet ”Byggkonstruktion” presenteras och sammanställs befintlig laboratorieutrustning på respektive högskola samt på SP och SP/CBI i föreliggande rapport. Rapporten syftar till att ge en samlad bild av vad som finns inom området i Sverige samt att underlätta för visst samutnyttjande av utrustning och resurser.

Karin Lundgren, Chalmers

Martin Nilsson, LTU

Raid Karoumi, KTH

Oskar Larsson, LTH

Klas Johansson, SP

Cathrine Ewertson, SP/CBI

Innehåll

Chalmers - Laboratorier vid Konstruktionsteknik	1
Complab, Luleå tekniska universitet – Verksamhetsbeskrivning	9
Konstruktions- och mekaniklaboratorier vid SP	17
Konstruktionstekniskt Laboratorium, Lunds Tekniska Högskola (LTH)	23
KTH - Byggkonstruktion Mätlaboratoriet.....	31
Laboratorielokaler och provningsutrustning vid CBI Betonginstitutet AB	35

Laboratorier vid Konstruktionsteknik

Nedan beskrivs laboratorierna vid avdelningen för Konstruktionsteknik vid institutionen för Bygg- och miljöteknik, Chalmers.

1 Konstruktionstekniskt laboratorium

Institutionens konstruktionstekniska laboratorium omfattar rum 1029 A och C, labbhall 1122/1123 och en mindre del av stora labbhallen 1121 i anslutning till dessa rum, samt källarförråd 0035, se figur 1 och 2. Transporter till och från labbet sker genom stora labbhallen (1121). Laboratoriet är avgränsad mot resten av stora hallen med skärmväggar.

Den mindre labbhallen används för provning på material- detalj- och komponentnivå med stationära provningsmaskiner. Hydraulpumpar till provningsmaskiner står i rum 0035 i källaren. Den mindre delen av stora provhallen används för provning av konstruktionselement och detaljer med hjälp av en flexibel provningsrigg. En styrenhet används tillsammans med en flexibel belastningsutrustning med ett urval av befintliga lastceller och lägesgivare (LVDT). Rum 1029 (A & C) används som kontor, förråd för mätutrustning och elektronik, verkstad mm. Vår huvudsakliga provningsutrustning består av:

- **Servohydraulisk provningsmaskin Losenhausen, HUS 100.** Med denna kan statisk belastningsprovning med tryck eller drag belastning upp till 980 kN och utmattningsprovning i lastintervallet ± 700 kN (± 125 mm) utföras. Provkropparnas storlek begränsas här av avståndet mellan infästningspunkterna i maskinen, ca 1,2 m. Maskinen är från 1969 men moderniserades med ny analog styrenhet, hydraulpump och pumpmotor 1994-96. Det finns möjlighet till såväl laststyrning, deformationsstyrning mot inbyggd givare som styrning genom signal från extern givare. För styrning används en **MTS Teststar II**s.



- **Servohydraulisk provningsmaskin MTS modell 880.** Med denna maskin kan statisk belastningsprovning med tryck eller drag belastning upp till 100 kN och utmattningsprovning i lastintervallet ± 100 kN utföras. För styrning används en **MTS Teststar IIs**.



- **Servohydraulisk provningsmaskin MTS modell 327.21.** Med denna maskin kan statisk belastningsprovning med tryck eller drag belastning upp till 250 kN och utmattningsprovning i lastintervallet ± 250 kN (± 100 mm) utföras. För styrning används en **MTS Teststar IIs**.



- **Servohydraulisk provningsmaskin DARTEC modell A001.** Med denna maskin kan statisk belastningsprovning med tryck eller drag belastning upp till 250 kN och utmattningsprovning i lastintervallet ± 250 kN utföras.



- **Servohydraulisk Bi-Axiell provningsmaskin Mayes** modell 747E-79. Med denna maskin kan statisk belastningsprovning med tryck eller drag belastning upp till 200 kN och utmattningsprovning i lastintervallet ± 200 kN (± 50 mm) utföras.



- **Servohydraulisk tryckprovningssmaskin ToniTechnik 1142/3000/0230** ("kubpress"). Används för materialprovning av betong och har en statisk lastkapacitet av 3 MN samt en **Böjprovningssmaskin** 100 kN av samma fabrikat som kubpressen. Båda maskinerna drivs med samma oljepump och styrs med **Testexpert**.



- **Mekanisk provningssmaskin Alpha**. Denna används för statisk belastningsprovning i såväl tryck som drag för laster upp till 735 kN. Maskinen är från 1946 men används relativt flitigt tack vare den tillförlitliga deformationsstyrningen. Uppgradering av utrustningen med ny drivmotor skulle kunna möjliggöra förbättrad styrning av belastningsförloppet.



- **Flexibel provningsrigg med mobil belastningsutrustning.** Belastningsriggar med fyra torn och två mothållsbalkar av varje längd (1, 2, 4 m spännvidd finns). Detta möjliggör provning av provkroppar upp till ca 8 m längd och 3 m bred. Belastningskapaciteten uppgår för tillfället till 2 ggr 500 kN. Till den flexibla riggen finns en hydraulisk pump och domkrafter för statisk belastning samt en viss möjlighet till dynamisk provning. Styrutrustning för deformations- eller laststyrning finns.



- **Mätutrustning:** Ca 90 lägesgivare (LVDT) med mätområden $\pm 1 - \pm 150$ mm. 2 st mätdatainsamlingssystem:
 1. **Solatron 3595**, har möjlighet till uppkoppling av 20st lastceller eller LVDTs och 90st trådtöjningsgivare
 2. **National Instruments DAQ 9178** med 4 moduler, varav 2 som kan ta 8 st trådtöjningsgivare var och 2 som kan ta 16 st LVDT var

4 lasergivare med **HBM**s Spider 8 som mätlogger.

Accelerometrar för dynamiska mätningar inklusive kablage och diverse fästen

- a) 30 st ICP® Accelerometers, model 356A11 (trixiella) range: 10-10k Hz
- b) 18 st Seismic Accelerometers, model 393 B12, range 5 – 10k Hz
- c) 28 st, ICP® Accelerometers, model 393M62, range 0.5 – 10k Hz

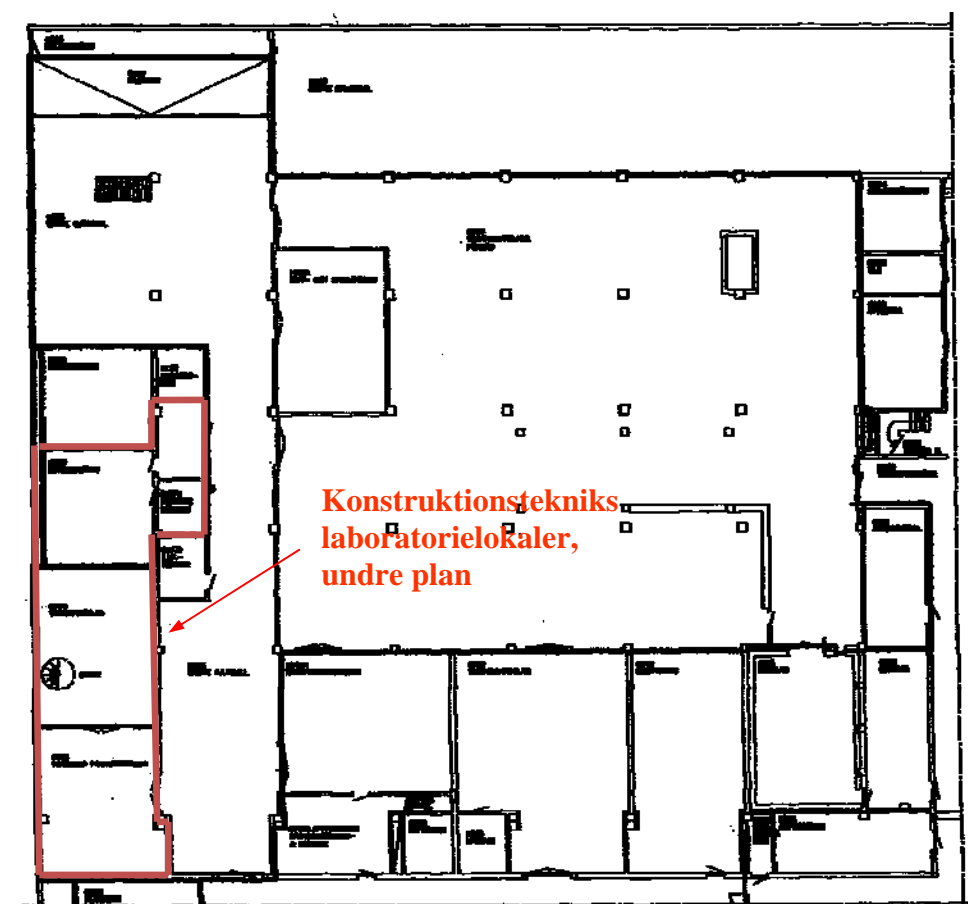
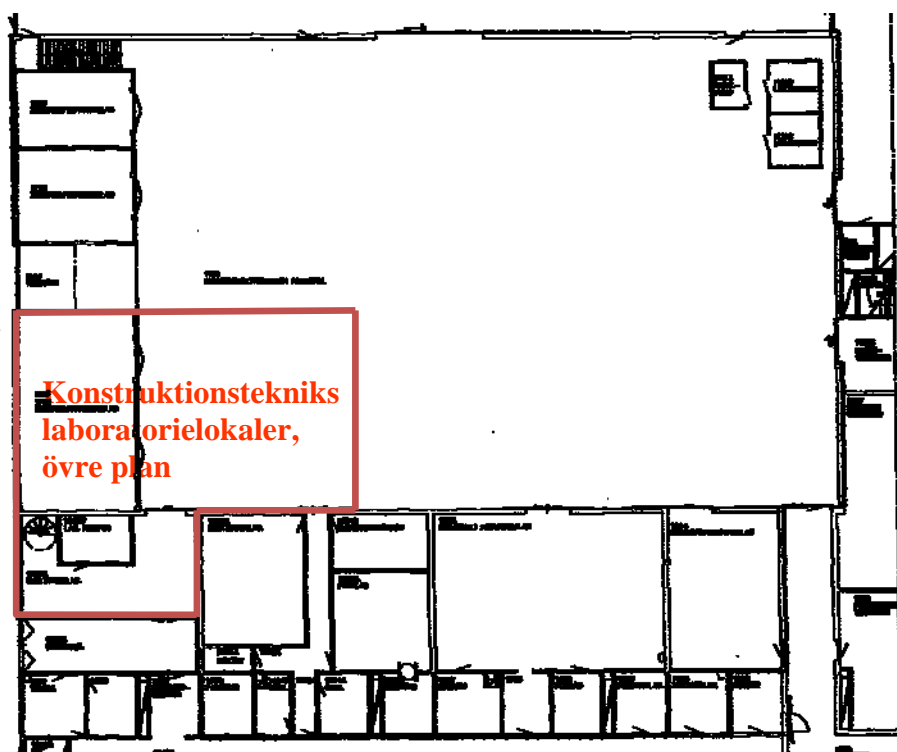
E-modul-mätning trä Picotech med mjukvara

Alla lokaler är anslutna till sektionens datanät.

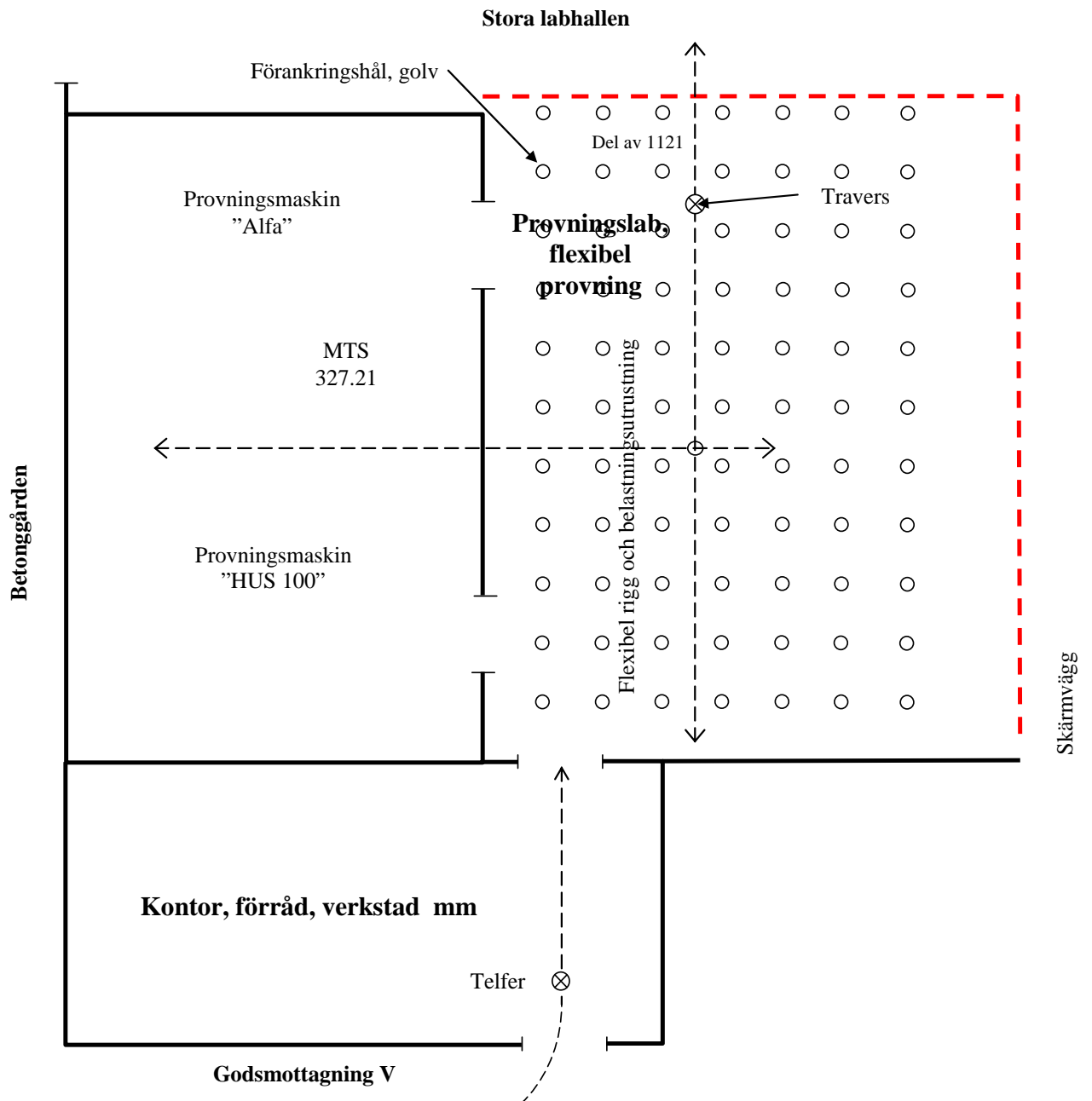
- **Röntgenutrustning:** Röntgengenerator INSPECTOR® XR200 samt DIMAP®, för användning vid tillståndsbedömning av mjuka material som träförband (kan fungera även för betong och stål men då endast för tunna konstruktioner p.g.a. begränsad strålningsintensitet). Användning av generatorm i kombination med Polaroid eller Digital Image Systemsplattan (DIMAP®) passar till Real-time-video-system, där bilden överförs till en bildskärm för omedelbar analys.



- **Klimatskåp:** Programmerbart temperatur/fuktighet skåp, modell MHK-408AK med innermått 60*85*80 cm³. Temperatur -40°C ~+150°C, fuktighet 10% ~98%RH.



Figur 1 Översiktsplaner för övre respektive undre plan, med rödmarkerade laboratorieytor som används av Konstruktionsteknik.



Figur 2 Konstruktionstekniks laboratorielokaler, övre plan

Complab, Luleå tekniska universitet - Verksamhetsbeskrivning

Complabs verksamhet omfattar i huvudsak provning och utveckling inom områdena strukturmekanik, geoteknik, bergmekanik samt stål-, trä- och betongteknik. Därtill kommer en omfattande provningar och mätningar i fält. Verksamheten är starkt knuten till den forskning och utbildning som sker vid LTU och cirka hälften av projekten är direkt kopplade därtill medan övriga projekt utförs på uppdrag av externa företag.

Complab ingår i Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser och är det största laboratoriet vid Luleå tekniska universitet. Personalen utgörs av åtta forskningsingenjörer och de förfogar över en total yta på cirka 1800 m².

Strukturmekanisk provning

Strukturmekanisk provningen sker i laboratoriets största lokal med en yta på cirka 450 m². Här finns såväl fasta belastningsmaskiner samt mycket flexibla riggar som kan förses med en eller flera lösa belastningscylindrar. Riggarna står på ett 12 × 6 meter stort dynamiskt spänngolv där olika typer av provningsutrustning eller komponenter enkelt och snabbt kan monteras, se Figur 1. Det strukturmekaniska laboratoriet är utrustat med fyra fasta belastningsmaskiner med kapaciteten ±50 kN, +100 kN, ±600 kN samt +4500 kN. Vidare finns ett tiotal lösa belastningscylindrar med kapacitet från 130 till 1000 kN.

Förutom de fasta belastningsriggarna och de stora flexibla riggarna finns flera andra riggar för speciella ändamål. Bland annat en belastningsrigg med ett fryskabinett för provning av is och andra material vid låga temperaturer.

För att styra belastningscylindrarna finns ett antal digitala styrenheter av modellen Dartec samt en ny tvåkanalig Instron labtronic 8800 styrenhet.

Complab har ett stort antal lastceller med varierande lastområde, mekaniska lägesgivare, lägesgivare av lasertyp, accelerometrar mm. Töjningar mäts med limmade och svetsade folietöjningsgivare samt med en ny optisk 3-dimensionell metod (Aramis).

För datainsamlingen används olika typer av dataloggers, bl.a. har laboratoriet tolv 8-kanaliga HBM Spider-8 samt tre ”stand-alone” enheter, HBM MGCplus.

Utrustningen i det strukturmekaniska laboratoriet är mycket flexibel och Complabs provningar omfattar alla typer av mekaniska och dynamiska provningar, från enkla standardiserade dragprover till mycket stora element.

Vid ett tekniskt universitet bedrivs forskningsprojekt där stora noggrannhetskrav ställs på både personal och utrustning. Laboratoriet är inte ackrediterat men arbetet utförs och utrustning sköts i enlighet med kraven för ett modernt kvalitetssystem. Detta innebär årlig kontroll och kalibrering av maskiner och lastceller av oberoende certifierade kontrollorgan. Vidare anordnas kontinuerligt internkurser för personalen inom aktuella områden som mät- och givarteknik. Complab är idag ett av Sveriges starkaste laboratorier då det gäller avancerad mekanisk provning för specialapplikationer inom bygg- och gruvindustrin.



Figur 1. Bild som visar de stora flexibla belastningsriggarna (blåmålade).



Figur 2. I bilden till vänster visas två av laboratoriets belastningsmaskiner (till vänster en Instron 4500 kN belastningsmaskin och till höger en Dartec ± 600 kN dynamisk belastningsmaskin). De två fotografierna till höger visar en dynamisk belastningscylinder, MTS ± 750 kN, och en tvåkanalig styrenhet, Instron 8800 labtronic.

Betongteknisk provning

I ett källarplan finns ett totalt 550 m² stort laboratorium för provning av betong. Förutom utrustning för att blanda och gjuta betongkomponenter finns i lokalerna utrustning för att prova både färsk och härdad betong, se Figur 3.



Figur 3. I bilden till vänster visas "betonghallen" där betongen tillverkas. I bilden till höger visas "armeringshallen". Plattorna på golvet ingår i ett forskningsprojekt som behandlar krympning av betong.

Armeringshallen har ett spänngolv där spännarmering eller annan utrustning kan förankras och det finns hydrauliska uttag för belastningscylindrar i armeringshallen.

I lokalerna finns även andra mindre provningsrum, bl.a. ett rum med svarv för preparering av provkroppar, ett rum med två små riggar och en stor rigg för krypförsök samt ett rum för kubprovning. I ena änden på rummet finns en cirka 3×6 meter stor härdningsbassäng för betongprover.

Idag är en hel del av laboratoriets betongprovning inriktad på provning och mätning av egenskaperna hos ung och färsk betong (ex. värmeutveckling, krypning och spänningar vid temperaturvariation) och egenskaper under hårdnandet (ex. krypning, uttorkning och hållfasthetstillväxt). Förutom utrustningen nämnd ovan finns en viskosimeter för mätning av färsk betongs egenskaper samt annan utrustning för standardprovning av betong. Lokalerna är förhållandevis temperaturstabila vilket lämpar sig för långtidsprovning.

Bergmekanisk provning

Den bergmekaniska provningen sker i huvudsak i samma lokal som den övriga strukturmekaniska provningen.

För enaxiell tryckprovning av bergkärnor används en Instron belastningsrigg med kapaciteten 4500 kN. Riggen kan kompletteras för triaxialprovning då laboratoriet förfogar över en tryckstegrare (300 MPa) och olika triaxkärl (70 MPa).

I den bergmekaniska provningsutrustningen ingår en rigg för kombinerad skjuv- och normalkraft, se vänster bild i Figur 4 nedan. Riggen har kapaciteten 300/300 kN. Vidare finns tillbehör för bergmekaniska standardprovningar samt utrustningar för provning och mätning i fält.



Figur 4. I bilden till vänster visas rigg för kombinerad skjuv- och normalkraft. I bilden till höger visas utdragsprovning av bergbult i LKAB:s gruva i Malmberget.

Geoteknisk provning

På entréplanet finns det geotekniska laboratoriet. Laboratoriet består av tre lokaler, ett grov-, ett triax- och ett geotekniskt laboratorium - totalt omfattande cirka 130 m².

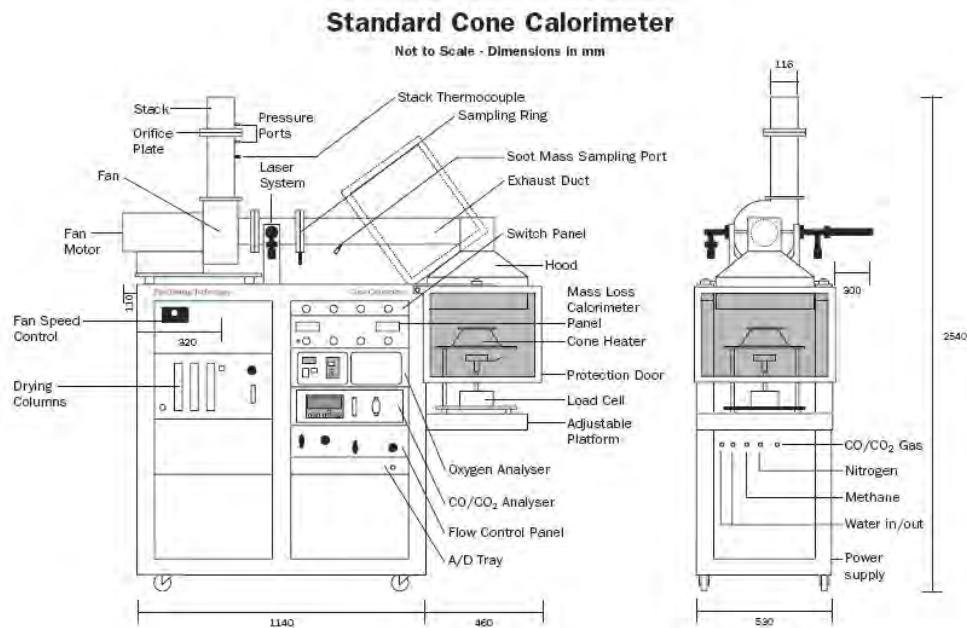
Triaxlaboratoriet är ett mycket temperaturstabil laboratorium, $\pm 0,5$ °C variation, och har avancerad utrustning som används för att bestämma mekaniska egenskaper hos jordmaterial. Bland annat finns här en skjuvapparat samt en triaxialcell för att bestämma hållfasthetsegenskaper hos jord- och lermaterial.

Grovlaboratoriet innehåller en proctorpackare, diverse torkugnar samt siktar.

Det geotekniska laboratoriet används främst för geotekniska standardundersökningar. Här finns också en uppställning för permeabilitetsförsök. Till det geotekniska laboratoriet finns utrustning för fältmätning och provtagning.

Brandteknisk provning

En konkalorimeter har under 2008 anskaffats med bidrag från Kempestiftelserna för studium av brandförlopp i olika material. Konkalorimetern är utformad som en kon som samlar upp rökgasar vid en brand. Rökgaserna analyseras och deras innehåll av syre, kol och kväve bestäms. Den värme som frigörs bestäms också (kalorier/sekund) (1 kalori är den värmemängd som åtgår för att värma 1 g vatten 1 °C, 1cal = 4,19 Joule, 1 Joule = 1 Nm), se Figur 5.



Figur 5. Konkalorimeter för brandtekniska provningar

En provning går till så att ett material placeras i kalorimetern och värms upp till dess att det antänds. Därvid studeras de gaser som avges och det värme som alstras vid förbränningen.

Mätning och provning i fält

Förutom provning i laboratorium utför Complab mätning och provning i fält. Mätning utförs vanligtvis i syfte att verifiera laster och lasteffekter på den aktuella konstruktionen.

Complabs personal har deltagit i många intressanta och spännande fältmätningar under åren. Bland annat har under några vintrar isens krafter mätts på en fyren Nordströmsgrund (utanför Piteå) i Bottenviken, se Figur 6.

Ett annat intressant projekt var den brottbelastningsprovning som utfördes på en gammal järnvägsbro i Örnköldsvik under sommaren 2006. En specialtillverkad stålbalk placerades ovanpå bron och förankrades i berget under bron. Med två 100-tons domkrafter belastades bron mitt över ett spann tills bron gick i brott. Under belastningen mättes töjningar och deformationer på ett mycket stort antal punkter längs bron. Detta projekt var en del av ett stort EU-finansierat europeiskt samarbetsprojektet, "Sustainable Bridges", med syfte att öka den allmänna kunskapen om livslängd och bärighet hos gamla infrastrukturkonstruktioner såsom broar.



Figur 6. Bilden till vänster visar fyren Nordströmsgrund och bilden till höger brottbelastningsprovning av en järnvägsbro i Örnsköldsvik.

Ett pågående projekt handlar om mätning av deformationer hos en takkonstruktion. I samband med ombyggnaden av ishallen i Skellefteå konstaterades att de gamla stålbågarna som bär upp taket inte klarar de snölasten som gäller enligt dagens normer. Det beslutades därför att förse den gamla konstruktionen med ett övervakningssystem för att mäta den påverkan som snölasten har på ishallens stålbågar. Detta mätsystem installerades av Complab i samband med ombyggnaden och informerar hallens personal hur mycket snö det är på taket. Vid en viss påverkansnivå ges ett automatiskt larm så att åtgärder kan vidtas, dvs. att taket skottas.

Senaste fältprojektet som Complab deltog i var hösten 2013 när en utrangerad järnvägsbro från stambanan belastades till brott, Figur 7. Järnvägsbron instrumenterades med ca 140 givare med tillhörande mätkanaler som övervakade försöket. Maximalt uppmätt last blev ca 1 300 ton.



Figur 7. Järnvägsbro över Åby älv i Västerbotten inför provbelastning till brott.

Beskrivning av Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser

Complab tillhör Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser (SBN) vid Luleå tekniska universitet (LTU). SBN fokuserar på att möta flertalet av de gigantiska utmaningar som mänsklighetens står inför inom områdena; energi & råvaror, miljö, vatten & mat, hälsa, pandemier, demografi och säkerhet. SBN gör detta genom utbildning, forskning och innovationer för att bidra till utveckling av ett hållbart samhälle och en bättre värld för oss som lever idag och för kommande generationer.

LTUs gruv-, bygg- och miljöforskning finns samlad vid institutionen. Institutionen har ett exklusivt och framgångsrikt samarbete med näringslivet och den offentliga sektorn, vilket bl.a.

synliggörs genom att ca 70 % av forskningen är externfinansierad.

Verksamheten kännetecknas att ett väl utvecklat internationellt samarbete med länder i alla världsdelar. SBN har en stark experimentell och tillämpad profil med flera stora och välutrustade laboratorier som används både i forskning och i utbildning.

SBN har ca 350 medarbetare, varav ca 200 är doktorander och drygt 50 är professorer, och ett 50-tal nationaliteter är representerade.

Complab utgör även en central tillgång i utbildningen vid institutionen. SBN ansvarar för civilingenjörsprogrammen i Arkitektur och i Väg- och vattenbyggnad och för Brandingenjörsutbildningen. Institutionen ansvarar också för flera kortare högskoleutbildningar.

Projektreferenser

Projekt	Uppdragsgivare	Beskrivning
Verifikationsprovning av Krigsbro, modell KB4.	Försvarets Materielverk	En 20 m lång nyutvecklad krigsbro i aluminium provbelastades i laboratoriet. Lasten representerade en 63 ton tung stridsvagn.
Utmattningsprovning av hexagonala rör.	HIAB	Lågcyklisk utmattningsprovning av hexagonala rörprofiler som används i lyftkranar.
Provning av paneler för bullerskärmar.	Isolamin AB	Belastningsprovning och stenskottsprovning på paneler till bullerskärmar.
Combri	Avd. för Stålbyggnad, LTU	Belastningsprovning för lokal intryckning på höga stålbalkar med slankt liv.
Skruvförband i rörbroar.	Viacon AB	Verifikationsprovning av skruvförband till rörbroar.
Provning av skjuvförbindare	Vägverket	Verifikationsprovning av eftermonterade skjuvförbindare i samverkansbroar
Böjbelastningsprovning av isolator	ABB plast	Verifikationsprovning av isolatorer till elkraftsindustrin.
Industrialiserat byggande	NCC komponent	Belastningsprovning av byggkomponenter, väggmoduler och golvmöbler för industrialiserat byggande.
Sustainable Bridges	Avd. för Konstruktionsteknik, LTU, EU FP 6	Belastning till brott av en 50 år gammal järnvägsbro av betong i Örnsköldsvik för att bestämma dess verkliga bärformåga.
Hallandsåsen.	Skanska Vinci	Skjuvprovning av berg från Hallandsåsenprojektet.
Slitbetong för tippeschakt.	LKAB	Utvecklingsprojekt i syfte att finna en slitstark betong för tippeschakt i gruvor.
Brottmekanisk provning av cirkulära betongplattor	Boliden och LKAB	Provning av fiberarmerad betong enligt ny internationell standard.
Skjuvprovning av bergsprickor, Långbjörns kraftstation	Sweco VBB / Avd. Jord- och Bergmekanik, Byggetenskap, KTH	Forskningsprojekt för att bestämma skjuvkraftsmotstånd i bergsprickor intill vattenkraftsdammar.
Provning av aluminiumbalkar till portar	Beyron Door AB	Verifiering av bärformågan för strängpressade aluminiumprofiler för stora portar.
Bultprovning Vasamuseet	Vasamuseet Stockholm	Utveckling och provning av nya typer av bultar till Vasaskeppet.

Projekt	Uppdragsgivare	Beskrivning
Signalkablar för skivrasbrytning	LKAB/ Avd. för bergmekanik, LTU	Utveckling av en metod att med signalkablar upptäcka deformationer i bergkroppar
Histwind	Avd. f. Stålbyggnad, LTU/EU	Provning av skruvförband avsedda att användas vid montage av vindkraftstorn i stål.
Sliperprovning	Banverket	Bestämning av skadade sliprars bärförmåga.
Terrängmodellering av sulfidjord	Vägverket	Kontroll/mätning av effekten av upplagd sulfidjord intill väg
Gruvbron mellan stads- huset och LKAB över E4 och järnvägen i Ki- runa	LKAB	Mätning av sättningar och deformationer i bron på grund av gruvans utvidgning. Bedömning av brons tillstånd och livslängd
Tillståndsbedömning av bågbroar över Kalix, Byske och Vindelälvarna	Banverket	Mätning av vibrationer och deformationer för att bedöma möjligheten att öka axel- lasten på befintliga järnvägsbroar
Åby älv	Trafikverket, LKAB, MAINLINE EU FP7	Belastning till brott av en 50 år gammal järnvägsbro i form av ett stålfackverk med spännvidden 32 m över Åby älv
Verifikationsprovning av Krigsbro, modell KB5	Försvarets Materiel- verk	En 48 m lång krigsbro i stål provbelastas i laboratoriet. Lasten representerar ett 80 ton tungt fordon

Konstruktions- och mekaniklaboratorier vid SP

Inledning

SP är ett polytekniskt forskningsinstitut med lokalisering på ett stort antal platser i Sverige. Huvudanläggningen är placerad i Borås där också resurserna för konstruktions- och mekanikprovning finns. Nedan ges en kortfattad beskrivning av de lokaler och de viktigaste utrustningarna som finns på SP i Borås inom området Bygg och Mekanik.

Resurserna används dels för uppdragsprovning åt främst svensk och internationell industri och dels inom forskningsprojekt. Utnyttjandegraden varierar för de olika utrustningarna men inga är belagda till 100 %. Möjligheterna att komma till och genomföra nya provningar och undersökningar inom rimliga tider är därför i allmänhet goda. Provningarna i laboratorierna kombineras ofta med avancerade datoranalyser för att uppnå effektiva utvärderingar.

SPs resurser för mekaniska provningar är mycket flexibla och kan användas för i stort sett vilka provobjekt som helst. Hittills har dock provningar framför allt utförts på material, produkter och konstruktioner av metall, betong, trä och bergmaterial.

SP är ackrediterad av Swedac för ett stort antal standarder inom konstruktions- och mekanikområdet samt notifierad och därigenom godkänt för att verka på den europeiska marknaden.

Laboratorielokaler

SPs laboratorier för konstruktions- och mekanikprovning är samlade i fyra hallar med inomhusklimat med en sammanlagd golvarea på 2 825 m². Hallarna ligger i nära anslutning till kontorslokaler.

Den största hallen har en yta på 1 350 m² och takhöjden är 16 m. En travers med lyftkapaciteten 20 ton betjänar hela ytan. Fri höjd under traversen är 11 m. Ett spänngolv på 500 m² ger stor flexibilitet vid riggning av provningar. Spänngolvets lastupptagande kapacitet är 300 kN/infästningshål.

De andra hallarna har ytorna 750, 480 och 245 m². I hallen med ytan 750 m² finns ett spänngolv med en yta på 190 m².

Provningsutrustningarna betjänas av två centrala hydrauloljesystem med stor kapacitet. I samtliga hallar finns tillgång till tryckluft och självklart också till el och vatten.

Provningsutrustning

Statisk och dynamisk tryck- och dragbelastning

En lista med de belastningsmaskiner som finns i laboratorierna på SP i Borås presenteras i Tabell 1.

Tabell 1 Provningsmaskiner för tryck och dragbelastning vid SPs anläggning i Borås

Provningsmaskin	Max tryck (kN)	Max drag (kN)	Dyn last (kN)	Lämplig för		Provkr.-längd (m)
				Dynamisk provning	Statisk provning	
MFL UP 2000 V	-20 000	+8 000	±8 000	ev	Ja	<6
TONI PRO	-5 000	-	-	Nej	Ja	<0,34
MFL LZPs	-	+3 000	+1 000	ev	Ja	<20
INSTRON 2008	-1 250	+1 250	±1 000	Ja	Ja	<3,3
INSTRON 1255	-500	+500	-	Nej	Ja	<1,5
SP Dragbänk		+400	-	Nej	Ja	<10
Torvald (Instron) Böjprovn.	-300	+300	-	ev	Ja	<11
INSTRON 1273	-250	+250	±250	Ja	Ja	<0,9
INSTRON 1341	-100	+100	±100	Ja	Ja	<0,7
MFL BRP 10	-100	-	-100	ev	Ja	<1,1
Sintech 20D	-100	+100	±100	ev	Ja	<1,1
INSTRON fästdonsrigg.	-100	+100	-100	Ja	Ja	<0,3
INSTRON balkkonstr.	-100	0	-100	Ja	Ja	<0,3
INSTRON 1253	-50	+50	±25	Ja	Ja	<0,7
INSTRON blå rigg	-50	0	-50	Ja	Ja	<0,3
INSTRON gul rigg	-50	+ 50	-50	ev	Ja	<0,3
INSTRON 8501	-25	+25	±25	Ja	Ja	<0,55
INSTRON 8516	-25	+25	±25	Ja	Ja	<0,55
Adamel	-2	+2	±2	ev	Ja	< 1
Alpha 75 ton	-750	750	-	Nej	Ja	< 2
GCTS tryck	-1500	-	-	Nej	Ja	?
GCTS skjuv	-300/-300	+300/+300	±300/ ±300	ev	Ja	?
Rumul högfrekvens	-	-	±150	Ja	Nej	
Servohydr. belastn.cylind						
INSTRON 3370 500 kN (1 st)	-500	+500	±500	Ja	Ja	
INSTRON 3370 200 kN (2 st)	-200	+200	±200	Ja	Ja	
INSTRON 3370 100 kN (3 st)	-100	+100	±100	Ja	Ja	
INSTRON 3370 50 kN (2 st)	-50	+50	±50	Ja	Ja	
INSTRON 25 kN (1 st)	-25	+25	±25	Ja	Ja	
INSTRON 10 kN (1 st)	-10	+10	±10	Ja	Ja	

Tio stycken maskiner av fabrikaten MFL och Instron täcker olika behov inom belastningsområdena 0-20 MN (tryck) respektive 0-10 MN (drag). Många av maskinerna är också användbara för dynamisk belastning. Dessutom finns två specialmaskiner av märket GTCS som hittills använts för bergmekanisk provning.

Den största maskinen (MFL UP 2000 V), se Figur 1, har en maximal lastkapacitet vid tryck på 20 MN, vid drag på ca 10 MN och vid dynamisk belastning på ± 10 MN. En stor fördel med maskinen är att det går att testa stora provkroppar med längder på upp till 6 meter.

MFL LZP är en maskin för dragprovning upp till 3,0 MN. Provkroppslängder upp till 20 meter är möjliga vilket gör maskinen speciellt lämplig för dragning av kättingar, linor, stänger, etc.

INSTRON 2008 är en mycket användbar provningsmaskin för statisk såväl som dynamisk provning, se Figur 2. Lastkapaciteten är 1 MN i såväl tryck som drag och vid dynamisk belastning. Den maximala amplituden vid dynamisk belastning är 125 mm.

GCTS tryck är en mycket styv provningsmaskin med möjlighet till mycket snabb laststyrning. Detta gör maskinen lämplig att använda för att följa den kompletta spännings-deformationskurvan hos spröda material vid tryckbelastning, inklusive kurvans nedåtgående del. Det är också möjligt att göra en tredimensionell belastning i maskinen genom att applicera ett oljetryck på mantelytan på cylindriska provkroppar samtidigt som dessa belastas axiellt.

GCTS skjuv används för skjuvbelastning, främst av spröda material, samtidigt som en normalkraft (max $\pm 0,3$ MN) verkar vinkelrätt mot skjuvriktningen.

De två GTCS-maskinerna har hittills huvudsakligen använts för att prova bergmaterial men kan också användas för andra material, såsom betong, tegel, etc.



FIGUR 1. SPs största belastningsmaskin har en maximal lastkapacitet i tryck på 20 MN, i drag på ca 10 MN och dynamiskt på ± 10 MN.



FIGUR 2. INSTRON 2008 är en mycket användbar provningsmaskin för statisk såväl som dynamisk provning. Lastkapaciteten är 1,25 MN i såväl tryck som drag och 1,0 MN vid dynamisk belastning.

Förutom de fasta belastningsmaskinerna finns 10 stycken lösa belastningscylindrar med maximal belastningskapacitet mellan 10 och 500 kN i såväl tryck som drag, se Tabell 1. Tillsammans med spänngolvet utgör de grunden för ett belastningssystem med hög flexibilitet.

Provningsmaskinerna manövreras med olika typer av konsoler, bl a finns 8 st Instron 8500 och 8 st Instron 8800.

Utrustning för skakbelastning

På SP finns två utrustningar för skak/vibrations-belastning, se Tabell 2. De används bl a för simulering av jordbävningsslaster men också för att efterlikna skakningar från ojämnheter vid väg- och järnvägstransporter. En bild av den tvådimensionella skakutrustningen visas i Figur 5.

Tabell 2 *Provningsutrustningar för skak/vibrationsbelastningar*

	SKAK I	SKAK II
Excitationsriktningar	1 horisontell	1 horisontell, vertikal, pitch och roll
Bordets storlek	Upp till 3 × 3 m	1,2 × 1,2 m, kan expanderas med balkar till 2 m
Frekvensområde	0-50Hz	0-80Hz
Max slaglängd	±250mm	±200m
Max hastighet	±1.5 m/s	±1.5 m/s
Max acceleration	9 m/s ² (impuls, ej harmonisk rörelse)	9 m/s ² (impuls, ej harmonisk rörelse)
Max kraft	200 kN	60 kN hor 130 kN ver
Vågform	Stöt, brus & sinus	Stöt, brus & sinus
Max vikt hos provföremål	Ca 2 000 kg	Ca 2 000 kg



Figur 3 *Den tvådimensionella skakutrustningen SKAK II används bl a för att simulera jordbävningar.*

På SPs enhet för elektronik finns dessutom traditionella elektrodynamiska vibratorer för vibrations- och stötprovning av i första hand elektrisk utrustning

Verkstad

På SP finns en centralverkstad med 6 fast anställda personer som disponerar en lokal på ca 500 m². I centralverkstaden finns avancerad utrustning för bearbetning av framförallt metaller men också av andra material i samband med provkroppsberedning och tillverkning av provutrustning. Verkstaden kan också hjälpa till i samband med riggning av provningar.

På SP finns dessutom två mindre verkstäder (utan anställd personal) i direkt anslutning till provningshallarna.

På SP finns vidare ett snickeri med formåsar, kombinationsmaskiner, plan- och rikthyvel samt bandsågar bl a för provkroppsberedning vid provning av trämaterial och -komponenter.

Övrigt

Förutom de generella utrustningarna som beskrivits ovan finns ett antal mer speciella utrustningar för konstruktions- och mekanikprovning på SP:

- Ugnar på brandlaboratoriet används för samtidig belastning och brandpåkänning på främst byggnadskonstruktioner
- Höga fasta riggar i stora hallen används för utvärdering av byggnadsställningar i full skala
- I en specialrigg provas slanka balkar med längd upp till ca 8 m. Avstyvning mot vippning kan enkelt göras på varje 100 till ca 600 mm
- I en annan specialrigg kan horisontella bärverk såsom golv och tak provas på ett enkelt och snabbt sätt. Belastningcyllindern är monterad i en traversliknande konstruktion och kan med enkla handgrepp flyttas i horisontalplanet.
- I ett välutrustat möbellaboratorium finns utrustning för statisk och dynamisk belastningsprovning av olika typer av möbler enligt svenska och internationella standarder
- I en krockbana utvärderas hur komponenter och infästningar i fordon påverkas av krockvåld. Banan används även för andra applikationer så som lasthanteringsstötter, chockprov upp till 80g
- Utrustning för statiska hållfasthetsprov på fordon.
- Utrustning för tryckprov (över och undertryck) av behållare
- Mikrovickersutrustning för att bestämma hårdhetsfördelning i planet över ett gränssnitt.
- I ett välutrustat inbrottskydds-laboratorium finns utrustning inbrottsprovning av valv, kassaskåp, dörrar, fönster mm.

- Fallplattor inom och utomhus för stötprovning av små och stora objekt med fallhöjder upp till 15 m.
- På SP finns annan avancerad utrustning (och kompetens) som är användbar i samband med utvärdering av konstruktions- och mekanikprovningar:
- Optisk beröringsfri deformationsmätning som kan användas för att bestämma töjnings- och deformationsfält i tre dimensioner.
- Komplettering av ovanstående utrustning så att tekniken kan användas på mikronivå
- Ljus- och svepelektronmikroskop används för analys av sprickor, t.ex. i samband med utvärdering av utmattningsbrott, för materialanalyser, etc.
- Utrustning för ultraljudsmätning används för att utvärdera inre nedbrytning i betongkonstruktioner samt för lokalisering av sprickor och defekter
- Utrustning för icke-förstörande mätning av pågående armeringskorrosion används för att bedöma tillstånd och bärförmåga hos befintliga konstruktioner
- Stora klimatrum används förkonditionering av provkroppar och för att genomföra provningar i.
- Avancerad utrustning för fuktmätning används främst för trä och betong, vars bärförmåga starkt påverkas av fukttinnehållet
- Ett välutrustat kemilaboratorium används för materialanalyser
- Kameror för höghastighetsfilmning vid krockprov och annan dynamisk provning
- Finita elementanalyser (Abaqus) används i kombination med provningar för en effektiv utvärdering.
- mm



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

Lunds universitet

Bygg och Miljöteknologi

Avdelningen för Konstruktionsteknik

Konstruktionstekniskt Laboratorium, Lunds Tekniska Högskola (LTH)

Idet laboratoriet vid LTH har under 30 år bedrivits experimentell forskning om konstruktioner och material. Laboratoriet har utvecklats till en avancerad provnings-institution, där försök och provningar med bred tillämpning kan utföras. Kompetensen för att utföra provning och utveckla nya provningsmetoder är god. Många företag har insett betydelsen av produkt- och kunskapsutveckling, och en viktig del i en sådan utveckling är experimentell provning. Förutom elevlaborationer och service åt experimentell forskning och examensarbeten vid avdelningen, utför laboratoriet även uppdragsprovning åt företag. Typiska uppdrag är kontroll av produkters styvhet och bärförmåga, kvalitets- och funktionskontroll av nya konstruktionselement och materialkombinationer. Nedan beskrivs den utrustning som finns tillgänglig i det konstruktionstekniska laboratoriet vid LTH.

Provningshall

Stor provningshall med spänngolv, traverser och gaffeltruck.

Provningsmaskiner



MTS, Servohydraulisk provningsmaskin

Inköpt 2000.

Användningsområde: Statisk och dynamisk tryck- och dragprovning

Mätområden: 0-50 och 0-500 kN

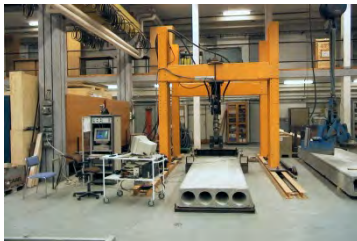
Mätnoggrannhet: 0,01 % av mätområdet

Datorstyrning: Förskjutning, töjning eller kraft

Max. belastningshastighet: 20 mm/s



Hydraulisk provningsmaskin
Användningsområde: Statisk tryckprovning
Mätområde: 1000-10000 kN
Mätnoggrannhet: 1 % av mätområdet
Datorstyrning: Förskjutning eller kraft
Max. belastningshastighet: 2 mm/s



Provningsrigg
Användningsområde: Statisk tryckprovning
Max. belastning: 500 kN



Provrigg
Användningsområde:
Enkla statiska drag- och tryckförsök
Mätområde: 0-100 kN

Hydraulkolvar



Manuell belastningskolv

Användningsområde: Statisk tryckprovning

Område: 0-200 kN

Slaglängd: 140 mm

Mätnoggrannhet: -

Styrning: Manuell



Manuell belastningskolv

Användningsområde: Statisk tryckprovning

Område: 0-150 kN

Slaglängd: 50 mm

Mätnoggrannhet: -

Styrning: Manuell



Manuell belastningskolv

Användningsområde: Statisk tryckprovning

Område: 0-100 kN

Slaglängd: 140 mm

Mätnoggrannhet: -

Styrning: Manuell

Kraftceller

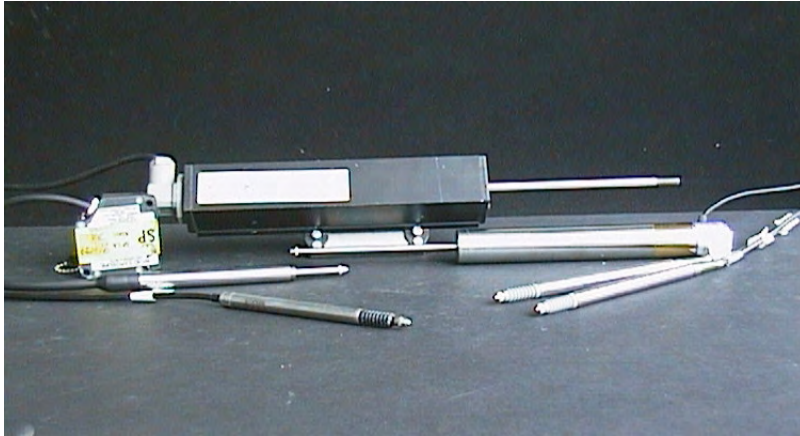


I laboratoriet finns ca 30 kraftceller att tillgå. Flertalet av dessa kraftceller klarar av att mäta både tryck- och dragkrafter. Några av dem kan användas under extrema klimatförhållanden. Den största kraftcellen klarar att mäta tryckkrafter upptill 2000 kN. Den minsta kraftcellen klarar av att mäta krafter i extremt klimat: temperaturer upptill 90 °C och relativ fuktighet upp till 90 %. Följande tabell visar kraftcellernas prestanda.

Kraftceller tillgängliga i laboratoriet

Användning	Mätområde kN	Noggrannhet % av maxlast	Antal	Övrigt
Tryck	0-500	0.11 %	2	
Tryck	0-50	0.2 %	4	
Tryck	0-35	0.25 %	6	Klimattåliga
Tryck/drag	-10 till +10	0.10 %	3	
Tryck/drag	-10 till +10	0.05 %	4	
Tryck/drag	-20 till +20	0.10 %	4	
Tryck/drag	-0.5 till +0.5	0.05 %	9	
Tryck/drag	-1.0 till +1.0	0.15 %	3	Klimattåliga
Tryck/drag	-1.0 till +1.0	0.20 %	6	Klimattåliga

Deformationsgivare



Med deformationsgivare mäts relativa förskjutningar mellan två punkter inom en försökskropp alternativt en punkts förskjutning i relation till omgivningen. I laboratoriet finns deformationsgivare med olika grad av noggrannhet som resistiva givare och induktiva givare (LVDT) vilka också är klimattåliga.

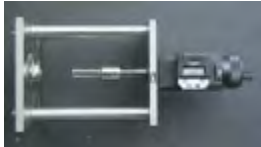
Deformationsgivare tillgängliga i laboratoriet

Slaglängd mm	Typ	Noggrannhet % av full slaglängd	Antal	Anmärkning
100	Resistiv	0.03 %	7	
200	Resistiv	0.03 %	2	
± 25	LVDT	0.015 %	5	
± 10	LVDT	0.015 %	5	Klimattålig
± 5	LVDT	0.015 %	10	
± 3	LVDT	0.015 %	24	Klimattålig

Kalibreringsutrustning



Fabrikat: Sensotec
Användningsområde: Drag- och tryckgivare
Mätområde: -500-+500 kN
Noggranhet: -0.05- +0.05 av lasten



Fabrikat : Mitutoyo
Användningsområde: LVDT-givare
Slaglängd: 0-50 mm
Upplösning: 0.001 mm



Fabrikat: Mitutoyo
Användningsområde: Lägesgivare
Slaglängd: 0-300 mm
Upplösning: 0.01 mm

Kringutrustning



Klimatrum: Totalt 5 st klimatrum (10-25 m²) med olika relativ fuktighet och temperatur.



Grindosonic: Mätinstrument för att bestämma dynamisk E-modul.



Klimatskåp: CTS, Volym ca 1 m³.
Temperaturområde: -40 till 180 °C klarar en
Relativ fuktighet: 10 till 98%.
Digital styrning.

Utrustning för dynamiska mätningar: Består av datainsamlingsenhet, signalförstärkare, accelerometrar, hammare och mätprogram. Används för att mäta resonansfrekvenser för att bestämma t.ex. dynamisk e-modul, eller kvarvarande spännkraft i spännarmerade balkar.



Byggkonstruktion Mätlaboratoriet



- Avancerad mätteknik
- Fältmätningar
- Provning
- Uthyrning av utrustning
- Konsultation

Kort beskrivning

Institutionen har utrustning för statisk och dynamisk provning av material och konstruktioner, både i fält och laboratorium.

Vi förfogar över fyra stycken servohydrauliska belastningscylindrar av fabrikat MTS, i spannet 5 - 350 kN samt två stycken servohydrauliska provningsmaskiner av fabrikat MTS med nytt styrsystem installerat 2010 (± 500 kN och +4500/-2250 kN, varav den på 4500 kN är extremt styv).

Dessutom har vi ca 30 kraftceller (0,2 kN – 2000 kN), ca 25 deformationsgivare (± 1 mm - ± 1000 mm) samt ett 20-tal accelerometrar (0-30000 g och 0-16,5 kHz) .

Vi har ett mätsystem för statiska prov (max 60 mätpunkter) samt flera mätsystem för dynamisk provning (sammanlagt 100 mätpunkter).

Typ av uppdrag

Under senaste året har laboratoriet tillsammans

Några referenser

- Banverket, Nya Årstabron, långtidsmätning & övervakning
- Banverket, Kontinuerlig uppföljning av laster och vibrationer på bron över Söderström
- Banverket, Gamla Årstabron, långtidsmätning av sprickor samt mätning av verkningssätt hos betongvalv
- Banverket, Forsmobron, statisk & dynamisk töjningsmätning
- Banverket, kontinuerlig uppföljning av laster och vibrationer på bron över Skidträskån
- Banverket, dynamisk mätning i Strängnästunneln
- Banverket, dynamisk mätning i Norralatunneln i Söderhamn
- Banverket, dynamiska långtidsmätningar på Söderströmsbron

med forskarstuderande och examensarbetare bl. a. provat slitsade tunnplåtsreglar, förstärkning av betong med kolfibrer, statiskt obestämda fiberarmerade balkar, fiberbetong med mycket hög böjdraghållfasthet, skumbetong samt modeller av cirkulära plattor på pelare.

Uppdragsverksamheten har bestått i provning av skarvar i stålplåtar, statiska och dynamiska mätningar på containerlås samt lyftok för containrar, dilatationsfog i bassäng för långtidsförvaring av kärnbränsle, töjningsmätningar på transportfordon för kärnbränsle, samverkansbjälklag, gavlar i stora kabeltrummor av aluminium, räcke av glas, knutpunkter i fordonsram av aluminium, mätning av dynamiska spänningar på Forsmobron, markankares bärförmåga, lasträknare för militärbroar, dynamiska och statiska mätningar på militärbroar KB 5 och KB 6, dynamiska samt statiska mätningar på Svinesundsbron, mätning av krafter i huvudkablar samt hängare på Älvsborgsbron, långtidsmätningar på Tvärbanebroarna, mätningar på Box-culvert-rörbroar, övervakning av skada på Essingeleden samt mätning av dynamiska egenskaper på broar på Botniabanan och Högakustenbron.

Mätlaboratoriet är en del av avdelningarna för brobyggnad, betongbyggnad och stålbyggnad. Avdelningarna svarar för analys och utvärdering av mätningar. För mer information kontakta:

Stålbyggnad: [Bert Norlin](#) 08-790 7959
 Brobyggnad: [Raid Karoumi](#) 08-790 9084
 Betongbyggnad: [Anders Ansell](#) 08-790 8041



- Banverket, installation av övervakningssystem på Söderströmsbron
- Botniabanan, funktionstest av dräner i tunnel under höghastighetsförsök på Botniabanan
- Botniabanan, mätning av dynamiska egenskaper på broar
- Viacon, mätningar på Box-Culvert-rörbroar
- Vägverket, statiska och dynamiska mätningar på Svinesundsbron
- Vägverket, krafter i hängare och huvudkablar på Älvsborgsbron
- Vägverket, krafter i kablar på Strömsundsbron
- Vägverket, dynamiska mätningar i Häggvikstunneln, Norrortsleden
- Vägverket, övervakning av skada på Essingeleden
- Vägverket, Högakustenbron, kontinuerlig uppföljning av lagerlaster
- Vägverket, Högakustenbron, accelerationsmätning & analys
- SL, långtidsmätning på Tvärbanebroarna
- SL, dynamisk mätning på bro vid Slussen
- Ramböll, kontroll av dynamisk påverkan vid bro över E18, Barkarby
- Ramböll, kontinuerlig uppföljning av laster i ramverk vid Slussen
- Waxholms träbro, accelerationsmätning & analys
- FMV, markankare last och deformation samt
- SKB, töjningsmätning på transportfordon samt töjningsmätning CLAB
- Bromma Conquip lyftok, statisk och dynamisk provning samt utmattning av containerlås



- CBI, formtryck vid gjutning av fängelsemur i Härnösand
- CBI, kontroll av takets bärförmåga, Kungliga Tennisstadion
- Tykoflex, provbelastning av sjökabelbox
- Moorlink, töjningsmätning på länk till förankringanordning av oljeplattform
- DynaMate, vibrationsmätning på golv hos Scania
- Teracom, kontroll av Kaknästornets förankring
- SKB Instrumentering av fullskaleförsök i Äspö
- FMV, funktionstest av KB6
- SAPA, provbelastning av aluminiumdäck
- NCC, tryck och deformationsmätning på glaspartier, Arlandaterminalen

Laboratoriepersonal



Stefan Trillkott
Stefan.Trillkott@byv.kth.se



Claes Kullberg
Claes.Kullberg@byv.kth.se



C Ewertson, 10 oktober 2013

Laborarielokaler och provningsutrustning vid CBI Betonginstitutet AB

Allmänt

CBI Betonginstitutet är ett oberoende industriforskningsinstitut med lokalisering i Stockholm, Borås och Lund. Nedan ges en kortfattad beskrivning av de lokaler och utrustningar som finns på institutet.

CBI är ackrediterade av SWEDAC för ett stort antal metoder inom ballast-, betong- och naturstensområdet. CBI:s resurser används för uppdragsprovning åt främst svensk industri och inom forskningsprojekt, både nationella och internationella.

Laborarielokaler

CBI Betonginstitutet disponerar lokaler i Stockholm, Borås och Lund. Lokalerna hyrs av "Stiftelsen CBI" och SP.

Stockholmskontoret är beläget på Drottning Kristinas väg 26 inom Kungliga Tekniska Högskolans universitetsområde på Östermalm i Stockholm. "Stiftelsen CBI" disponerar en egen byggnad som invigdes 1945 och därefter byggts till två gånger, 1958 och 1992. Fastigheten ägs av *Statens Fastighetsverk* medan marken (Norra Djurgården 1:50) förvaltas av *Kungliga Djurgårdens Förvaltning*. Lokalerna består av kontorsrum, gjut- & laborariehallar, andra laborarieutrymmen, konferensrum samt personalutrymmen. En grov uppskattning är att lokalerna har en sammanlagd yta på 2300 m² fördelat på fyra plan inklusive källarplan. Uppdelat på verksamheter är c:a 700 m² kontor, 400 mötes- och personallokaler, 1000 m² laboratorier m.m. och 200 m² förråd.

Boråskontoret är beläget inom SP:s område och omfattar delar av Hus 11 med adressen Brinellvägen 4 som byggdes 1979. Totalt omfattar Boråskontoret 1510 m² kontors/ laborarielokaler samt därutöver del i kallförråd. Laborarielokalerna innefattar dels en stor hall med hög höjd och traversutrustning (kapacitet 6000 kg) samt dels mindre lokaler byggda och dimensionerade för speciell verksamhet, tex lokaler för ballastprovning med ljuddämpade skåp och omfattande ventilationssystem. Det finns dessutom ett stort antal klimatrum med olika relativa fuktigheter och temperaturer. På SP:s område finns en centralverkstad med avancerad utrustning för bearbetning av framförallt metaller men också av andra material i samband med provkroppsberedning och tillverkning av provningsutrustning.

I Lund förfogar CBI över 5 kontorsplatser i Ideon Gateway i SP:s lokaler.

Provningsutrustning

Statisk tryck- och dragbelastning

Ett antal olika belastningsmaskiner finns på CBI:s laboratorier. Det är maskiner som täcker olika behov inom belastningsområdena 0 – 5000 kN (tryck) och 0 – 500 kN (drag) och vilka används för provning av betong, natursten, sprutbetong, murblock, marksten, cement, bruk mm.



MTS i Stockholm.



Toni Technik med mät- och vägstation i Borås.

Tabell: Utrustning för Statisk tryck- och dragbelastning

Provningsmaskin	Användningsområde	Mätområde	Placering
Toni Technik med mät- och vägstation.	Betong, natursten, fästmassor	0 – 5000 kN, tryck	Borås
Toni Technik	Betong	0 – 3000 kN, tryck	Borås
Toni Comp III	Cement, bruk	0 – 300 kN, tryck	Borås
VPM	Betong	0 – 300 kN, tryck	Borås
INSTRON	Betong, natursten	0 – 100 kN, tryck och drag	Borås
MTS	Betong	0 – 4500 kN, tryck	Stockholm
MTS	Betong	0 – 500 kN, tryck och drag	Stockholm

Betong

På båda laboratorierna finns möjlighet att tillverka betong i laboratoriemiljö. Det finns betongblandare på 50-250 liter och övrig utrustning för betongtillverkning samt utrustning för karakterisering av den färska betongens egenskaper, inkl självkompakterande betong (SKB).



Betongstation i Borås.



Frysskåp, provning enligt SS 13 72 44, Borås.

För provning av betongs frostbeständighet finns frysskåp och temperaturstyrningssystem med möjlighet att styra olika temperaturcykler t ex enligt SS 13 72 44. Det finns även möjlighet att konditionera provkroppar i ett klimat fritt från CO₂ alternativt med förhöjd halt CO₂.

Kloridbestämningar kan provas genom att bestämma kloridhalten med hjälp av olika metoder som AASHTO, RCT och CBI-Metod nr 5. För de metoderna finns erforderlig utrustning som torkskåp, malningskvarnar och titreringsutrustning. Andra kloridrelaterade metoder är att bestämma betongens resistens mot kloridinträngning enligt ASTM 1202/NT Build 492, vilken kräver en kloridmigrationscell/låda.

CBI håller på att utveckla en provningsmetod för att bestämma klorider i betong med hjälp av jonkromatograf.



Utrustning för CBI-metod nr 5, Stockholm.



Böhmes nötningsprovmaskin, Borås.

Uppdragsverksamheten består även av att prova krympning hos betong, vattentätthet på betong i en vattentätthetsbädd, halkmotståndsvärde med en pendelfriktionsmätare samt nötning av markbetong med Böhmes nötningsprovningmaskin.

Ballast

CBI har ett heltäckande ballastlaboratorium i Borås som har möjlighet att krossa i tre olika krossar samt dela ner materialet i roterande neddelare eller spaltneddelare. Laboratoriet har följande utrustningar/metoder:

- Roterande neddelare, 2 st olika storlekar
- Skaksiktar 45 μ m – 63 mm
- Densitet och vattenabsorption
- Flisighetsindexsiktar (Bestämning av kornform, LT och SI)
- Gilsontsikt & Pascallsikt
- Kulkvarn
- Los Angelesstrumma
- Micro-Deval
- Luftstrålesikt 10 μ m – 2 mm
- Flödeskoefficient
- Sandekvivalent
- Frost-tö
- Utrustning för bestämning av alkaliskreaktiviteten av aggregat enligt RILEM AAR-1 (petrografisk metod), AAR-2 (accelererade murbruksprovning vid 80 °C), AAR-3 (betongprovning vid 38 °C) och AAR-4 (betongprovning vid 60 °C i AKR-reaktor)
- Organiska föroreningar



Roterande neddelare; Borås.



Densitet och vattenabsorption, Borås.



Luftstrålesikt, Borås



Alkaliskreaktioner, Borås.



Los Angelesstrumma, Borås.



Micro-Deval & Kulkvarn, Borås

Delmaterial

På CBI kan fullständiga provningar göras av cementens mekaniska, fysikaliska och kemiska egenskaper. Exempel är hållfasthet, bindetid och volymbeständighet, specifik yta och vattenlöslig kromat.

På den unga betongen utförs bestämningar när det gäller värmeutveckling med hjälp av mikrokalorimeter eller semi-adiabatisk kalorimeter. CBI utför även datasimuleringar av temperatur och sprickbildning i ung betong samt kan föreslå åtgärder för att förhindra sprickor.



Utrustning för hållfasthet, Borås.



Semi-adiabatisk kalorimeter, Borås

Natursten

Natursten är världens äldsta byggnadsmaterial och på CBI finns Sveriges mest omfattande laborieverksamhet för provning. Natursten används bl.a. för mark- och golvbeläggningar samt beklädnader utom- och inomhus.

De vanligaste provningarna är petrografisk utvärdering, vattenabsorption, frostbeständighet, tryckhållfasthet, böjmotstånd, buktning, pendelprovning, halk- och slirförmåga. På CBI i Borås finns utrustning för att bestämma nämnda egenskaper.



Böjmotstånd, Borås.



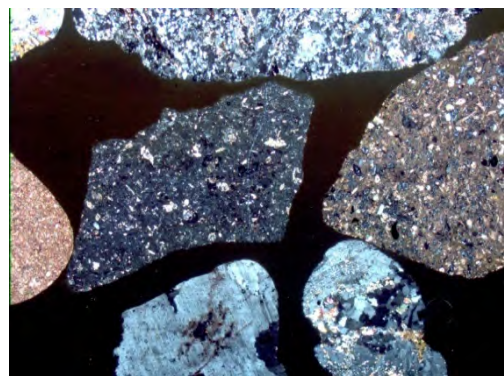
Buktningsutrustning, Borås

Mikrostruktur/mikroskopi

CBI har resurser såsom SEM (lågvakuum), ljusmikroskopi/tunnslip och Tristar (kvävgasadsorption) vilka används främst inom forsknings- och utredningsuppdrag för att karaktärisera strukturer i cementbaserade material och natursten samt kornform. SEM-EDS och ljusmikroskopi är vanliga metoder i utredningsuppdrag och för materialanalys.



Ljusmikroskopi, Borås och Stockholm.



Petrografisk analys, Borås & Sthlm.

Fasanalys med pulverröntgendiffraktion (XRD)

CBI kan bestämma faskomposition av ett material med XRD. Vi kan utföra en kvalitativ analys och för vissa material även kvantitativ analys. XRD är lämplig för alla kristallina material såsom cement, stenar, pigment, fyllmedel, keramik eller andra mineraliska baserade substanser.



Fältprovningar

CBI utför en del provningar i fält bl.a. vidhäftning mellan olika skikt där en cylindrisk dragplatta limmas på och därefter dras till brott med utrustningen Freundler (dragkraft) .

I fält kan även motståndsförmågan hos horisontella betongytor mot belastning av roterande hjul bestämmas med hjälp av en nötningsapparat.

Fältmätning av armeringskorrosion med hjälp av den galvanostatiska metoden ”Rapicor”. Det är en tillförlitlig och snabb metod för att kartlägga armeringskorrosionshastigheten för olika delar i konstruktionen.



Roterande hjulet, Borås och Stockholm. Rapicor, Borås.

CBI har tre unika fältprovplatser dels i havsmiljö vid Träslövsläge, dels vid Rv 40 utanför Borås och på SP:s område i Borås.



Rv 40 utanför Borås.



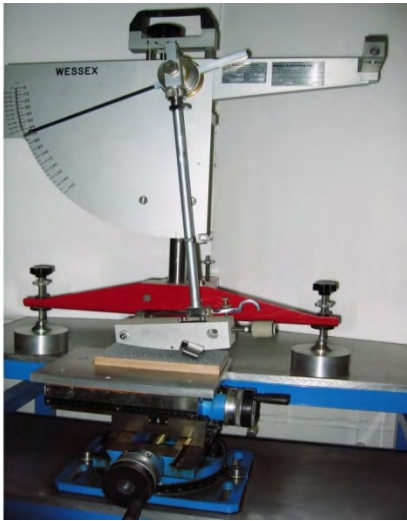
Provkroppar på ponton.



Ponton i Träslövsläge.

Tätskikt

Tätskikt provas enligt EN- metoder och de egenskaper som vanligen provas är bl.a. hållfasthet, vidhäftning skyddsbeläggning, deformationsförmåga, täthet, temperaturberoende, åldring och friktion. För alla dessa egenskaper finns erforderlig utrustning på CBI i Borås.



Halk – och slirustrustning, Borås.



Vidhäftning skyddsbeläggning, Borås.

Övrigt

- På laboratorierna finns det olika betongsågar med möjlighet att såga upp till 25 cm tjocka provkroppar och det finns även sliputrustning för att slipa provkropparna plana.
- På uppdrag av Mått och Vikt, SP utför personal på CBI kalibrering av tryckpressar upp till 2000 kN med hjälp av en lastcell.

Utöver detta har CBI Betonginstitutet ett nära samarbete med SP och dess många laboratorier för olika ändamål. Några exempel är kemiska analyser av klorid, svavel, sulfat mm på avdelningen Kemi, Material och Ytor; mekanik, hållfasthet och bergmekanik på avdelningen Bygg och Mekanik samt brandprovningar på avdelningen Brandteknik.