



STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE



Skadekostnader i byggprocessen – En litteraturgenomgång

Bo Lind

Varia 642

LINKÖPING 2012

Varia	Statens geotekniska institut (SGI) 581 93 Linköping
Beställning	SGI – Informationstjänsten Tel: 013-20 18 04 Fax: 013-20 19 14 info@swedgeo.se www.swedgeo.se
ISSN	1100-6692
ISRN	SGI-VARIA-12/642-SE
Dnr SGI	1.1-1202-0116
Uppdragsnr SGI	14744
Omslagsfoto	Shutterstock © Baloncici



STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

Varia 642

Skadekostnader i byggprocessen – En litteratur genomgång

Bo Lind

FÖRORD

Regeringen gav i regleringsbrev för 2012 ett uppdrag till Statens geotekniska institut (SGI) att utarbeta en handlingsplan för myndighetens arbete för effektivare markbyggande. Utredningen har utförts under 2012 och den redovisas till Regeringskansliet (Socialdepartementet) den 11 januari 2013. Utredningen har även innefattat att utreda geotekniska skadekostnader och skadeorsaker och föreliggande litteraturstudie ingår i detta arbete. Studien bygger i huvudsak på litteratur tillgänglig genom databasen SGI Line. Rapporten har sakgranskats av Bo Berggren och Yvonne Rogbeck som också lämnat värdefulla synpunkter på tolkningen av refererat material.

Linköping 2012
Bo Lind

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SKADEKOSTNADER I BYGGPROCESSEN - EN LITTERATURGENOMGÅNG.....	8
INVESTERINGAR I BYGGSEKTORN	8
SKADEKOSTNAD	9
BAKOMLIGGANDE ORSAKER	14
SAMMANFATTANDE SLUTSATSER	19
REFERENSER	20

SKADEKOSTNADER I BYGGPROCESSEN - EN LITTERATURGENOMGÅNG

Denna SGI Varia bygger i huvudsak på publicerad litteratur tillgänglig genom SGI Line. Litteraturen hanterar främst kostnader som genereras av tekniska åtgärder och saknar i huvudsak kostnader för miljöskador.

Det saknas ännu en övergripande bild av markrelaterade byggfel och skadekostnader. Huvuddelen av den forskning som genomförs fokuserar på husbyggnad men det finns en tydlig konsensus att det även i anläggningsbranschen finns en stor potential att förbättra produktiviteten och innovationsgraden (Produktivitetskommittén SOU 2012:39). Det finns ingen säker kunskap om att anläggningsbyggande eller markbyggande skulle ha högre skadekostnader än övriga delar inom byggsektorn. Däremot kan geotekniskt relaterade skador bli fatala (ex skred så att hela byggnadsverket raseras) och orsaka höga kostnader. Det har inte framkommit några uppgifter som ställer dessa stora kostnader i relation till kostnaderna för de mångdubbelt fler mindre skadorna – när det gäller geotekniskt relaterade skador. Det saknas också kunskap om hur stora skadekostnaderna är i relation till ”onödiga fördyringar” som orsakas av överdimensionering eller i övrigt ineffektiv byggnation. Här kan man endast konstatera att det allmänt anses finnas en stor potential för ökad produktivitet.

INVESTERINGAR I BYGGSEKTORN

Byggindustrin har omsatt över 400 miljarder kronor per år de senaste åren och värdet på fastighetsbeståndet i Sverige uppskattas till 5 000 miljarder (Fakta om Byggandet 2011). Till detta kommer infrastruktur i form av vägar, järnvägar, hamnar, flygplatser mm. Bygginvesteringarna utgör ca 8 % av BNP, vilket kan jämföras med 12-16 % under 1950-1970 talen. Investeringar i vägar och gator ligger sedan några år tillbaka på ca 19 miljarder kr per år. Våren 2010 fastställde regeringen en långtidsplan för infrastrukturinvesteringar under 2010-2021 med en ram på 417 miljarder. Av dessa beräknas 200 miljarder gå till drift och underhåll och 217 miljarder till att utveckla transportsystemet.

Trafikverket upphandlar årligen entreprenader, varor och tjänster för omkring 37 miljarder (SOU 2012:39), med fördelning enligt nedan (SOU 2012: 39 s 46):

Utförda uppdrag 2010-03-30 t.o.m. 2011-04-01, miljarder kronor

Byggande av järnväg:	8,3
Drift och underhåll järnväg:	3,2
Bygga nya vägar	8,6
Underhåll vägar	3,7
Drift inkl. vinterhållning	2,9
Indirekt – mtrl och tjänst	4,1
Järnvägsmaterial	1,8
Planering, projektering Väg och järnväg	4,4

Mark- och grundläggningskostnaderna har bedömts uppgå till ca 20 % av den totala bygg- och anläggningsinvesteringskostnaden i Sverige (SGI 1996). Mark- och materialkostnad är en betydande del av den totala produktionskostnaden även i bostadsprojekt (Fakta om byggandet 2011). I diskussioner kring trafikverkets FoU-program har det konstaterats att geokonstruktioner utgör en avgörande kostnadsandel för såväl investering som underhåll av väg- och järnvägsanläggningar. Man konstaterar också att besparingspotentialen är enorm då enbart de geotekniskt relaterade skadekostnaderna årligen uppgår till drygt en halv miljard kronor – om man utgår från den felkostnadsbild som presenterats av Nylén (1995) på 10 % av den totala anläggningskostnaden varav 1/3 är geotekniskt relaterade skador.

SKADEKOSTNAD

Definitioner

Det finns inget enhetligt sätt att mäta skadekostnader i byggprojekt och då heller inget sätt att avgränsa de geotekniskt relaterade skadorna. Olika studier använder skilda metoder. På motsvarande sätt finns inget enhetligt sätt att mäta produktiviteten i anläggningsprojekt vilket Riksrevisionen påpekar i en granskning av Trafikverkets produktivitet ”Riksrevisionen har trots omfattande sökning inte funnit något utbud av tillämpade metoder för att beräkna produktivitet i anläggningsbranschen. Inte heller Trafikverket har kunnat visa att de har initierat en sådan forskning” (Riksrevisionen 2011).

Fel- och skadekostnader kan uppkomma i många skeden av en byggprocess, vanligen indelad enligt: Program – Projektering – Produktion – Förvaltning. Byggprocessen föregås också av en planprocess som ofta påverkar bygget. Det är också viktigt att påpeka att det finns ett stort mörkertal beträffande skadekostnader. Många, framförallt mindre skador som beror på fel och brister i konstruktionen ”göms” i drift- och underhållsåtgärder. Dessutom finns en allmän uppfattning om att det ofta byggs in mer eller mindre omfattande ”mer”kostnader i form av onödigt dyra konstruktioner.

”Fel” definieras enligt svensk standard som ”en icke-överensstämmelse med de krav som gäller med tanke på avsedd användning” (SS 02 01 04).

Kvalitet definieras som, ”Alla sammantagna egenskaper hos en produkt som ger dess förmåga att tillfredsställa uttalade eller underförstådda behov” (Svensk Standard SS 020104).

Vid beräkning av felkostnader inkluderas ofta både direkta skador som uppstår och konstruktionsfel som måste rättas till innan skada uppträder. Ett vidare begrepp som ofta används är kvalitetsfel där ”kvalitetsfelkostnad” definieras som ”Den kostnad som skulle försvinna om samtliga produkter och processer vore fullkomliga” (Nylén 1995). Med fel- och skadekostnad menar man således både kostnader som uppstår genom att något gå sönder och kostnad som uppstår genom att något måste göras om eller ändras för att det inte uppfyller kvalitetskraven (eller kanske inte går att utföra enligt de ursprungliga planerna). Ett ännu vidare begrepp som nu vinner mark är ”kvalitetsbristkostnader” vilket förutom direkta fel och skador också inkluderar bl.a. förlorad goodwill och tappade möjligheter.

Josephson och Lindström (2011) skriver att ett förenklat sätt att gruppera kvalitetsbristkostnaderna är i de tre huvudgrupperna:

- Grupp 1: direkta kostnader för åtgärder av fel och brister, inklusive ersättningar för skador och garantier.
- Grupp 2: indirekta kostnader på grund av omplanering av projektet/produktionen för andra projekt som påverkas eller försenas.
- Grupp 3: indirekta kostnader för förlorad goodwill eller minskade intäkter av motsvarande skäl.

Man påpekar också att det många gånger är enbart kostnader i grupp 1 som är mer eller mindre väldefinierade i företag, men även i denna grupp är användningen av bra mätmetoder begränsade. Deras erfarenhet är att kvalitetsbristkostnaderna i grupperna 2 och 3 ofta är större än de i grupp 1, men såväl kunskap om sambanden som mätningar av de ekonomiska konsekvenserna är ”bristvara” i de flesta företag i allmänhet och bygg- och fastighetssektorn i synnerhet (Josephson och Lindström, 2011).

Skada definieras i enlighet med SGI:s tidigare utredningar som (SGI 1996):

Internt kvalitetsfel: Skada som upptäcks och åtgärdas under utförandet av anläggning eller byggnad. Med fel menas därvid avvikelser från avsett utförande eller funktion.

Externt kvalitetsfel: Skada som upptäcks efter det att anläggning eller byggnad färdigställts och tagits i bruk. Med fel menas därvid att anläggning eller byggnad inte längre tillfredsställer de krav eller behov som var förutsett.

Omgivningsskada: Skada som uppträder på omgivande anläggning, byggnad, mark eller miljö och som medför att dessa ej längre tillfredsställer förutsatta krav eller behov. Denna skada kan uppkomma under eller efter byggnadstiden.

I den fortsatta genomgången hänvisas till olika typer av begrepp beroende på källa.

Kostnader

Fel och skador på byggnader och anläggningar har i olika sammanhang beräknats till mellan 2 och 20 procent av den totala byggkostnaden (Ingvaldsen 2008; SGI 1996; Nylén 1995) och en stor del av dessa kostnader är geotekniskt relaterade.

Mark- och grundläggningskostnaderna har bedömts uppgå till ca 20 % av den totala bygg- och anläggningsinvesteringskostnaden i Sverige (SGI 1996) och de geotekniskt relaterade skadorna till ca 1/3 av de totala felkostnaderna i byggprojekt (”Brister i de geotekniska undersökningarna och tolkningen av desamma utgör 33,7 % av felkostnaden”, Nylén 1995).

Felen påverkas i hög grad av ett fåtal stora fel. I studien av Nylén (1995) anges att 10 % av felen står för 90 % av kostnaderna. De största felen finns i handlingarna och i beställning och projektering. Endast en mindre del härrör till direkta byggfel. Liknande slutsatser har dragits av Nylén och Hamilton (1997) där man genom att följa några större anläggningsprojekt fann att 60 % av den manifesterade felkostnaden under projekterings- och produktionsskedet orsakades av 20 % av de manifesterade felen. Sammanställningar från norska byggsektorn visar också tydligt att antalet rapporterade skador i byggprojekt minskar med ökade skadekostnader (Ingvaldsen 2008). Det är dock inte känt om samma proportioner gäller specifikt också för markbyggandet.

Till bilden hör också de mycket stora kostnader som orsakas av fatala fel som t.ex. tunnelras eller kollapsade byggnader (se Sherwood, 2011).

Karaktäristiskt för geotekniska skador är att de kan ha stora konsekvenser och uppkomma även lång tid efter färdigställandet, exempelvis sättningsskador som i många fall över tid lett till att hela byggnaden måste rivas. När det gäller infrastruktur är den typ av skador som uppstår i utförandeskedet främst schaktras, jordskred i slänter och brott i bankar p.g.a. exempelvis otillräcklig grundförstärkning samt ras i tunnlar. Under driftsskedet är de vanligast förekommande skadorna relaterade till sättningar i naturlig jord (undergrunden) eller i bankfyllning (underbyggnaden), t.ex. i anslutning till bro (SGI 1996).

Beträffande byggnader uppträder under utförandeperioden skred, ras, sättningar, stenslag vid sprängning. Under byggnadens tekniska livslängd uppträder sättningar och rörelser orsakade av yttre laster, grundvattensänkning, erosion eller dylikt.

I den norska studien ”Byggskadeomfanget i Norge (2006)” (Ingvaldsen 2008) skiljer man ut tre typer av skadekostnader som också anges som den samlade ”förbättringspotentialen”:

Skador under byggprojektiden benämnt interna kvalitetsfel, d.v.s. fel som begås av aktörerna i byggprocessen men som rättas till före överlämnandet (slutbesiktningen) av konstruktionen. Kostnaden bedöms till mellan 3 och 7 % av den totala byggkostnaden.

Processförorsakade byggskador (uppträder efter överlämningsstidpunkten), bedöms till 2-6 % av byggkostnaden:

- Skador under reklamations tiden (5 år), bedöms till 1-3 % av byggkostnaden
- Skador efter reklamations tiden (5-ca100 år), bedöms till 1-3 % av byggkostnaden.

Med hänvisning till en undersökning 1993/1994 (Ingvaldsen 1994) konstateras också att det finns få händelser med höga skadekostnader och många med mindre skador, frekvensen är exponentiellt avtagande med ökande skadestorlek (Ingvaldsen 2008). I den norska rapporten kan man också utläsa att anläggningsverksamhet i vart fall inte tycks ha högre skadekostnader (kanske snarare lägre) än annan byggverksamhet.

I en flitigt citerad studie från Chalmers (Josephson & Hammarlund 1996) studerades sju byggprojekt och felkostnaden fördelades på sju olika kategorier. Samtliga fel avser tiden före överlämnande av konstruktionen och resultatet blev att den totala felkostnaden i genomsnitt för projekten uppgick till 4,4 % av produktionskostnaden, under den period som produktionen följdes. Felkostnaderna fördelade sig enligt nedan:

- 6 % Beställare
- 26 % Projektering
- 25 % Produktionsledning
- 20 % Arbetsutförande
- 17 % Materialleverans
- 3 % Maskiner
- 3 % Allmänhet

Studien visade således att huvuddelen av de felkostnader som uppstår i produktionsprocessen går att härleda till projektering och produktionsledning men även arbetsutförande och material

ger väsentliga bidrag till felkostnaderna. Detta är den bästa och mest detaljerade beskrivningen av felorsaker som hittats rörande svenska byggprojekt. Exempel på fel:

Beställarfel:

- Färdigbyggt rökrum tas bort och görs om efter sena önskemål från brukaren.
- Beställaren kommer sent på att laboratoriet kräver extra ventilation och redan monterade ventilationsledningar måste flyttas och göras om.
- ...
- ..

Projektering:

- Sprinkler och ventilationskanaler kolliderar.
- Fel målningsbehandling föreskriven – färgen fungerar inte på ytan.
- ...
- ..

Produktionsledning:

- Ventilationskanaler monteras före undertak
- Murningsarbeten startar för tidigt och skapar problem med intransport av material och väntetider.
- ...
- ..

Arbetsutförande:

- Pelare monteras fel och måste senare vändas
- Vägg monteras ur lod och måste rätas.
- ...
- ..

Materialleverans:

- Fönster levereras för sent vilket kräver omplanering på arbetsplatsen
- Trappa levereras med för stora trappsteg – måste kapas på plats
- ...
- ..

Maskiner:

- Stämp går sönder och betongform ger vika
- Laser för utsättning slår fel – returneras för service.
- ...
- ..

Allmänt:

- Inbrott och stölder
- Vandalisering
- ...
- ..

Interna kvalitetsfel, under byggprocessen, respektive externa kvalitetsfel, efter byggandet har också redovisats i SGI-rapporten ”Geotekniska skadekostnader, 1996”. Den sammanställning som gjorts av studier från 1980- och 1990-talen ger samma bild som de norska studierna med ca 5 % skadekostnader under byggprocessen och ca 5 % efter färdigställd byggnad/konstruktion. 5 + 5 % regeln har från 1990-talet nästan blivit ett uttryck i branschen (Ingvaldsen 2008).

I en studie av Nylén och Hamilton (1997) uppgick den genomsnittligt registrerade felkostnaden vid fyra referensstudier till 10,6 % av produktionskostnaden. Huvuddelen av de manifesterade felkostnaderna orsakades dock ej i markproduktionen utan av externa aktörer och faktorer, inklusive fel från beställaren samt i projekteringen. Studien omfattade huvudsakligen produktionsskedet och ca 20-25 % av felkostnaden kunde hänföras till produktionsprocessen.

Felkostnaderna för bygg- och anläggning, (5 % + 5 %) är löpande genomsnittskostnader som i större eller mindre utsträckning tycks drabba de flesta byggprojekt. Till detta kommer mycket stora kostnader som uppträder i speciella fall i samband med omfattande skador, t.ex. till följd av skred och ras. En global översikt av skador i geokonstruktioner, eller geotekniskt relaterade skador, har gjorts av Sherwood (2011). Han konstaterar där, bl.a. med stöd i en rad moderna studier att de flesta experter är eniga om att antalet skadefall och katastrofer ökat de senaste 20 åren. Problemet förekommer inte bara i de stora internationellt uppmärksammade projekten. Antalet skadefall på geokonstruktioner ökar också bland de små och medelstora projekten (Sherwood, 2011). De fallstudier som Scherwood hänvisar till är:

Jordbävning i San Francisco 1906 och 1989. Konstateras att många offentliga byggnader förbättrats och klarade jordbävningen 1989 ganska bra jämfört med den tidigare jordbävningen, medan privata bostäder inte jordbävningsanpassats, trots kännedom om jordbävningsshotten.

Jordbävning Haiti 2010. Stora skador p.g.a. dåligt anpassad infrastruktur och byggnation.

Jordbävning Chile 2010. Relativt lindriga skador p.g.a. god anpassning av infrastruktur och bebyggelse.

London Heathrow 1994: Tunnelras p.g.a. att brister i både design och liningutförandet samt att man ignorerade mätningar som ca 1 v före raset visade på rörelser.

Tunnel i Sao Paulo 2007: Tunnelras p.g.a. att drivningsmetoden ej är väl anpassad till berggrunden. Övervakning och varning med tröskelvärden saknades.

Nicoll Highway, Singapore, 2004: Inrasning av 30 m djup ”cover tunnel” p.g.a. felbedömd odränerad hållfasthet hos jorden samt underdimensionerad väggkonstruktion (strut-waler connections).

Cologne Archive Building, Tyskland, 2009: Kollaps av tunnelbanetunnel. Orsakerna utreds fortfarande – men misstankar riktas mot dräneringen av omgivande marklager som orsakat migration av finpartiklar vilket försvagat jordankarna som satts ut från murarna.

Piles in Hong Kong 2000: Höghus börjar luta p.g.a. mycket bristfälligt utfört pålningsarbete. Kortare pålar än föreskrivit. Utförandekontroll saknades alt. fungerade ej.

Kollapsad byggnad i Shanghai 2009: 13 våningshöghus välter p.g.a. urschaktning på ena sidan och upplägg av massorna på andra sidan. Den skredliknande jordrörelsen knäckte pålverket, som var undermåligt, och byggnaden välte ”bakåt”.

En huvudslutsats från Sherwood är att skadorna inte beror på att den geotekniska kunskapen helt saknas – men istället på att den inte används. Det handlar om bristande analys av risker, bristande kommunikation och samverkan (ta hjälp av andra) och också brister i självkontrollen. Sherwood lämnar en lång rad förslag till förbättringar för individuell nivå, projektorganisation, branschnivå samt nationell nivå. I en artikel i *Samhällsbyggaren* (2011:1) sammanfattas förslagen i 16 punkter, där bl.a. följande förslag på nationell nivå berör SGI;

- Professional advisors to public utilities and governments should always alert their clients to the risks caused by fragile distributed systems in coping with foreseeable natural events.
- Professional institutions should highlight to authorities and governments the need for improved codes and standards, particularly in relation to flooding and seismic events.

BAKOMLIGGANDE ORSAKER

I en PM ”Säkerhet i vägbyggnadsprocessen – Styrning och ledningssystem” granskas byggprocessen i Småröd (Rydner & Grönlund, 080317). I utvärderingen uppmärksammas en rad brister i ledning och styrning och man lämnar 12 individuella rekommendationer, där framförallt dessa har kopplingar till SGI:

- Lagstiftning, myndighetsföreskrifter samt av branschen fastställda krav bör ses över med inriktning mot djupare riskbedömning och stärkt säkerhet jämfört med dagens nivå.
- Länsstyrelsernas föreskrivande roll och kontroll bör öka.
- Externt oberoende expertråd (geoteknisk, riskanalytisk expertis, etc.) bör finnas vid komplicerade vägprojekt.
- Begreppet egenkontroll bör avskaffas. Ansvar (skyldigheter, rättigheter, rapportering) och ansvarsdelegering bör preciseras.

Rydner och Grönlund konstaterar också att ledningen utgör ett signalsystem för sina organisationer och att behovet och vikten av kvalitets- och ledningssystem måste utgå från organisationens verkställande ledning. Brister i styrning, ledningssystem och kvalitetsarbete medför alltid stora kostnader. Kvalitetsbristkostnader kan utgöra 5-25 % av hela omsättningen.

I haverikommissionens slutrapport (2009:01) sammanfattas orsakerna till olyckan som; ”Olyckan orsakades av att projektering och byggnation av ny E6 vid Småröd bedrevs med brister inom riskbedömning, ledning, styrning och uppföljning. Sammantaget medförde detta att områdets skredrisk genomgående underskattades. Den direkt utlösande faktorn till skredet var en alltför hög deponi av fyllnadsmassor till tryckbanken.” Bland de rekommendationer som haverikommissionen lämnar märka bl.a.:

- Verka för att lagstiftning och myndighetsföreskrifter värderas så att relevanta förändringar initieras och vidtas för att säkerställa tillräcklig bärförmåga, stadga, och beständighet för vägar (RO 2009:01 R1).

- Revidera styrande dokument så att säkra vägbyggen utförs genom att tydliga krav ställs:
 - a) vid byggande i lutande terräng och där konsekvenserna kan påverkas av kvicklera (RO 2009:01 R2).
 - b) på att s.k. oberoende granskning, genomförs under dimensionering, utförande och kontroll vid byggande i lutande terräng och där konsekvenserna kan påverkas av kvicklera (RO 2009:01 R3).
 - c) på typ och omfattning av geotekniska undersökningar och analysmetoder för stabilitetsutvärderingar i områden där kvicklera förekommer. Förutsättningar som bör ingå är bl.a. nödvändig hydrogeologisk utredningsdel och bedömning av extremvärden för portryck (RO 2009:01 R4).
- I samråd med Banverket och Statens geotekniska institut (SGI) verka för att kartering av stabilitetsförhållanden ska omfatta vägar i områden med ”stor konsekvenspotential” där t.ex. kvicklera kan påverka säkerheten (RO 2009:01 R12).
- I samråd med Banverket och Statens geotekniska institut (SGI) verka för utveckling av tydliga kvalitetskrav på geotekniska utredningar, säkerhetsklassning och geotekniska riskbedömningar för vägbyggen (RO 2009:01 R13).

I en doktorsavhandling från LTU studeras kostnaderna för tunnelbyggen i Sverige och slutsatserna sammanfattas av Köhler i en artikel i Byggindustrin (18/2011). Där konstateras att tunnarna ofta blir dubbelt så dyra som planerat och Hallandsås är förstås ett ”värsta fall” där byggtiden nu är uppe i 19 år och kostnaden ökat från den ursprungliga kalkylen på mindre än en miljard till dagens 10,5 miljarder. Man lyfter framförallt fram två orsaker till kostnadsökningarna, osäkerhet om de geologiska och geotekniska förhållandena samt en underskattning av kostnaden för beställarorganisationen och detaljprojekteringen. Även kostnaden för förberedande arbeten som arbetsvägar och röjning underskattas.

I ett regeringsuppdrag 1997-2001, ”Kvalitetsvärdering inom geoteknikområdet” analyserade SGI de geotekniskt relaterade kvalitetsnivåerna vid planering och byggande samt gav förslag till hur kvalitetsbrister skulle avhjälpas. I studien utfördes ”kvalitetsvärdering inom geoteknikområdet” i 15 byggprojekt. Man konstaterade att bristande kvalitet motsvarar en kostnad av ca 15 % av investeringarna i nybyggnad och underhåll inom byggsektorn. I slutrapporten konstateras att arbetet i huvudsak verifierade kända förhållanden om geotekniska kvalitetsbrister, sammanfattade i följande punkter (SGI Varia 481):

- Kommunikationsproblem mellan olika aktörer såväl inom en projektgrupp som mellan beställare och utförare.
- Oklarheter beträffande beställningar och upphandling
- Bristande helhetssyn hos geoprojektör. Många frågeställningar faller mellan stolarna på grund av bristande ”helikoptersyn”.
- Bristande dokumentation.
- Bristande erfarenhetsåterföring. Misstag upprepas i onödan.
- Kompetensluckor hos såväl beställare som konsulter och entreprenörer.

Kvalitetsbrister konstaterades således i hela byggprocessen men man lyfter särskilt fram att en av de viktigaste kvalitetsstyrande momenten är upphandlingen av geotekniska arbetet och att kvalitetsbrister uppstår därför att det saknas bra och allmänt tillämpade rutiner för utformning och innehåll i förfrågningsunderlag till geotekniska utredningar. Man konstaterar att det finns starkt uttalade önskemål inom och utanför branschen om att åstadkomma förbättringar på detta område (Johansson & Rydell 2001). Vid samma tid som SGI:s regeringsuppdrag slutredovisades bildades "Rådet för byggkvalitet" (BQR) som 2010 (efter förslag från Bygghögskolekommissionen 2002) slogs ihop med "Byggsektorns InnovationsCentrum (BIC) och bildade IQ-samhällsbyggnad. IQ-samhällsbyggnad är en förening för innovation och kvalitet inom samhällsbyggandet – en ideell organisation med ca 140 medlemmar (inkl. Boverket, Statens Fastighetsverk och TrV – men ej SGI, SGU eller NV).

Statssekreterare Ulf Perbo inbjöd den 7 juni 2011 en rad FoU aktörer till ett rundabordsamtal kring plan, bygg och bostadsfrågor. Perbo konstaterade att det svenska bostadsbyggandet 1989-2011 innefattar ungefär halva investeringsvolymen jämfört med övriga OECD. En uttalad politisk vilja är bl.a. att effektivisera implementeringen av planprocessen i våra kommuner. Perbo pekade också på behovet av förenklade regler, exempelvis har bilarna komponenter enligt standarder som gäller över hela världen medan byggnader kan ändra sig från kommun till kommun. Mötet skulle bl.a. ge underlag till forskningspropositionen som lämnas hösten 2012.

Sture Blomgren har beskrivit FoU-utmaningar för Plan-, bygg- och bostadsfrågor (Socialdepartementet 7 juni 2011). Han hänvisar till SBU:s (Sveriges Bygguniversitet) omvärldsanalys att det satsas för lite resurser på byggforskning och att fältet marginaliserats efter nedläggningen av BFR. Man ser en stor potential i ökad samverkan mellan akademi och byggindustri. Man vill bygga vidare på den starka samverkan mellan forskare och den svenska byggindustrin och pekar på att sammanhållna nationella temagrupper är rätt väg att möta dagens utmaningar. Boverkets roll och resurser måste stärkas.

I mötet deltog också Per-Erik Peterson, Teknisk Direktör på SP. Han har fått mycket stöd för sina debattartiklar där han hävdar att byggforskningen måste öka och att det krävs bättre styrning av forskningsprogrammen – de måste bli betydligt mer tillämpade och demonstrationsinriktade (ex Socialdepartementet 2011; Inblick, 2011)

Nytan av geo-information har studerats av bl.a. USGS (1993). I empiriska studier sammanställdes kostnaden för geologisk kartläggning samt värdet av nyttan vid markanvändning. Exempel på nytta är de skred som kan undvikas genom att man har information om skredkänsligheten vid t.ex. vägbyggnad och schaktning. Denna "sparade kostnad" anges som nytta – och man kommer då fram till att nyttan är ca 2- 4 gånger större, i ekonomiska termer, jämfört med kostnadsen för kartläggningen. Några nationalekonomiska studier (ex. Bernknopf et al 1997; Bhagwat & Ipe 2000) pekar på liknande relation 1:3 mellan kostnad och nytta av geologisk kartering, men den har också beräknats till 1:1,3 i ett exempel rörande lokalisering av avfallsupplag (Bernkops et al, 1997).

Många hävdar att upphandlingsformen har betydelse för produktivitet och innovationskraft i byggprojekten. I en debatt i tidskriften Byggindustrin hävdar flera företrädare för Produktivitetsskottkommittén, FIA och TrV att totalentreprenader driver på innovation och produktivitet (Selahn et al 2012). Man hävdar att totalentreprenader bör användas i större utsträckning. Hans Lind och Lena Borg, avdelningen Bygg- och fastighetsekonomi, KTH, är dock skeptiska till att totalentreprenader markant påverkar innovationstakten (Byggindustrin 03/2012). Man

efterlyser en mer förutsättningslös analys av innovation och utveckling i en utförandeentreprenad i relation till totalentreprenad, bl.a. hävdar man att TrV har bäst förutsättningar att bygga upp kunskap mellan byggande och långsiktiga kostnader, inom sitt verksamhetsområde.

Ett system, eller snarare ett tänkesätt som författaren själv uttrycker det, för miljö- och kvalitetsstyrning i anläggningsprojekt har tagits fram av Hintze (2001). Hintze konstaterar att en tidig analys av omgivningspåverkan kan minska byggkostnaden väsentligt och att en allvarlig brist i kvalitets- och miljöstyrningen är avsaknaden av en ordentlig riskanalys innan projektet startar. I rapporten presenteras projektet Södra Länken 10 i Stockholm. Upprättande av projektplan, riskanalys och arbetsbeskrivningar redovisas liksom åtgärder för att hantera skadeförlopp. Hintzes slutsats är att en genomarbetad riskanalys med identifiering av faror i projektet har en väsentlig betydelse för kvalitets- och miljöstyrning.

En viktig metod att skaffa sig mer kunskap om skaderisker är att samla kunskap om tidigare inträffade skadefall. Beträffande naturolyckor och de skador som orsakas av dessa finns Naturolycksdatabasen som administreras av MSB. I rapporten ”ESS-Effekter av samhällets säkerhetsåtgärder” (Andersson-Sköld et al 2012) presenteras behovet av stöd till kommuner beträffande planering och riskförebyggande åtgärder. I rapporten konstateras att samtliga tillfrågade kommuner (i en enkät) anser att de skulle gynnas av mer externt stöd i skredriskfrågor. Man anser sig behöva hjälp inte bara med de fysiska geotekniska aspekterna utan även med den komplexa lagstiftningen som bl.a. reglerar ansvarsfrågor.

Josephson och Lindström (2011) gör en genomgång av förutsättningar och behov av att följa upp kvalitetsbrister och kvalitetsbristkostnader i byggverksamhet. Man konstaterar bl.a. att lärandet i byggföretagen främst sker muntligen i nätverk ”vad vi orkar med, för alla uppdrag går i 100 knyck”. Inom konsultbranschen förekommer dock interna avslutningsmöten där hela projektgruppen deltar och där erfarenheter delas. I rapporten sammanfattas rekommendationerna för att starta upp systematiska förbättringsarbeten med utgångspunkt i att minska kvalitetsbristkostnader i följande fyra punkter:

- Skapa bred insikt om förbättringspotentialen genom att bedöma nivån på kvalitetsbristerna. Det finns enkla metoder för att uppskatta företagets kvalitetsbristkostnader.
- Ta reda på vad ni redan mäter. Till exempel identifiera kvalitetsbristkostnader i företagets ekonomisystem.
- Skapa en kultur för omtanke och utveckling. Ledaren har yttersta ansvaret att genom sitt agerande skapa kulturen.
- Forma en strategi för att långsiktigt minska kvalitetsbristkostnaderna. Strategin måste grundas i företagets affärsidé och huvudstrategi.

Vägar till förbättrad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen har redovisats i ett betänkande av Produktivitetskommittén 2012 (SOU 2012:39). Bland en lång rad förslag finns bl. a. god framförhållning vad gäller planering och upphandling så att företagen kan utföra uppdragen på ett rationellt och kreativt sätt, ökad andel totalentreprenader samt ett mer industriellt anläggningsbyggande. Nedan redovisas några av kommitténs förslag:

- Trafikverket bör tidigarelägga upphandlingarna och ge leverantörerna längre tid mellan tilldelningsbeslut och starttidpunkt.

- Intensifiera arbetet med att utveckla funktionskrav och möjligheter att kontrollera dessa.
- Öka andelen totalentreprenader till halva investeringsvolymen till år 2018.
- Trafikverket bör planera för systematiska utvärderingar av anläggningsprojekt och hur de upphandlas samt ha en strukturerad leveranskontroll och hantering av erfarenheter.
- Inför i Trafikverkets riktlinjer för upphandling av projekteringsuppdrag att man särskilt ska redovisa skälen om man inte i förfrågningsunderlaget har med att BIM-krav ska tillämpas. För bästa möjliga nytta ska BIM-kraven spegla både hur man kan effektivisera byggandet och hur man kan ha nytta av BIM i den långsiktiga förvaltningen.
- Trafikverket bör skapa förutsättningar för industriellt anläggningsbyggande.
- Trafikverket bör driva frågan om utveckling och implementering av nya upphandlings- och kontraktsformer. Den utvecklingen bör äga rum i samverkan med forskare på universitet och högskolor för att främja ett tvärvetenskapligt perspektiv som inkluderar både teknisk- och organisationsteoretisk innovation.
- Standardisera och förenkla förfrågningsunderlagen till både form och innehåll och anpassa dem till olika projekttyper och för olika leverantörer, särskilt med tanke på att ge mindre företag tillträde till marknaden.

Byggprocessutredningen (2008) ägnar stort utrymme åt prövning, tillsyn och kontroll i byggandet. Utredningen drar slutsatsen att för de krav som samhället ställer på byggnadsverk och byggda miljöer ska också samhället försäkra sig om att de blir förverkligade. Utredningen konstaterar att PBL-kommitténs bedömning, att nuvarande ordning inte leder till en effektiv prövnings- och kontrollprocess, är helt korrekt. Det är i många fall så illa att tillsyns- och kontrollreglerna förefaller vara helt verkningslösa vid den nuvarande tillämpningen. Utredningen föreslår bl.a. att kontrollen förstärks genom fristående ”kontrollansvarig” (KA). Kontrollen bygger fortfarande i huvudsak på byggherrens egen-kontroll, som kan kompletteras med kontroll av KA, eller av särskilt sakkunnig. Kontrollen ska dock vara tydligt definierad.

I Bygghusetkommissionens rapport ”Skärpningen gubbar” (2002) anges att produktionskostnaderna för byggandet har ökat mer än konsumentprisindex sedan 1995 och att markprisets andel av produktionskostnaden fördubblats mellan 1992 och 1999. Utredningen beskriver en lång rad problem som sammantaget, och i kombination med konkurrensförhållandena, leder till bristande omvandlingstryck, förändringsobenägenhet, revirtänkande, oförmåga att ta till sig ny kunskap och i förlängningen till kvalitetsbrister och priser som är högre än de borde vara. Bland utredningen många förslag finns bl.a:

- Ge Boverket i uppdrag att inrätta en bygghaverikommission med uppgift att utreda orsakerna till byggfel i enskilda fall.
- Ge Boverket i uppdrag att, i samarbete med Naturvårdsverket och i samråd med Samverkansforum för statliga byggherrar och förvaltare, utarbeta modeller och hjälpmedel för upphandling och förvaltning av byggnader baserat på livscykelbedömningar.
- Ge Boverket i uppdrag att inrätta ett vetenskapligt råd med syfte att bygga upp, koordinera och förmedla kunskap inom byggsektorn.

I en senare uppföljning av Bygghusetkommissionens arbete konstaterar Statskontoret (2009) att byggfelen snarare anses ha ökat än minskat. Problembilden är i stort densamma nu som när

Byggkommissionen lämnade sitt betänkande. De flesta åtgärder som vidtagits handlar om punktvisa insatser.

SAMMANFATTANDE SLUTSATSER

- Skadekostnaden i byggprojekt (husbyggnation och anläggningsbyggande) uppgår till ca 10 % av byggkostnaden varav 5 % under byggnation (interna kvalitetsfel) och 5 % efter det att anläggningen färdigställts (externa kvalitetsfel).
- Till detta kommer övriga delar av kvalitetsskadekostnaden (bl.a. omgivningsskada) som bedöms vara minst lika stor (> 10 %).
- Skadorna ökar både i stora och små projekt
- Miljörelaterade kostnader saknas i stor utsträckning
- De geotekniskt relaterade skadekostnaderna bedöms utgöra ca 1/3 av de totala interna och externa skadekostnaderna.
- Mark och grundläggningskostnaden bedöms uppgå till ca 20 % av den totala bygg och anläggningskostnaden.
- De stora felen (ca 10-20 % av felen) står för huvuddelen (60-90 %) av alla skadekostnader i studerade byggprojekt.
- Fatale fel, som t.ex. skredet i Småröd eller kollaps av tunnlar och schakter förekommer.
- Orsaken till felen finns nästan alltid att hitta i ”den mänskliga faktorn”, dvs. brister i ledning, styrning, granskning etc.
- Osäkerhet om geologiska och geotekniska förhållanden är viktiga skadekostnadsorsaker.
- Frågan om byggkvalitet har uppmärksamrats mycket de senaste 10-åren, men förbättringarna går trögt.

REFERENSER

Andersson-Sköld, Y., Bergman, R., Nyberg, L., Johansson, M., Persson E. 2012. ESS – Effekter av samhällets säkerhetsåtgärder – En kartering av arbetet idag med fokus på översvämningar, ras och skred. SGI, Varia 632:1, Linköping 2012.

Bernknopf, R.L., Brookshire, D.S., McKee, M. 1997: Estimating the societal value of geologic map information: A regulatory application. J of Environmental Economics and management, 32, 204-218 (1997).

Byggkommissionen, ”Skärpningen gubbar! Om konkurrensen, kostnaderna, kvaliteten och kompetensen i byggsektorn (SOU 2002:115).

Byggprocesstredningen, 2008: Betänkande, Bygg – helt enkelt! (SOU 2008:68).

Fakta om Byggandet 2011: Sveriges Byggindustrier, September 2011.

Hintze, S. 2001: Kvalitets- och miljöstyrning vid byggande i jord och berg. KTH, avd för Jord- och bergmekanik, Inst för Anläggning och miljö. Stockholm 2001.

Inblick 2011. Byggsverige måste bli bättre. Intervju med Per-Erik Peterson. Insikt - en tidning från Ramböll Nr 1/2011.

Ingvaldsen, T. 1994: Byggskadeomfanget I Norge. Utbedringskostnad I norsk bygge-/eiendomsbransje- og erfaringer fra andre land. SINTEF Byggforsk, Prosjektrapport 163, 1994.

Ingvaldesn, T. 2008: Byggskadeomfanget i Norge (2006) – en vurdering basert på et tidligere arbeid og nye data. SINTEF Byggforsk, Prosjektrapport 17, 2008.

Johansson, Å., Rydell, B. 2001: Rätt geoteknisk kvalitet?! Väg och vattenbyggaren 4:2001, pp 16-19.

Josephson, P-E., Lindström J., 2011: Följ upp kostnader för kvalitetsbrister, Förutsättningar för byggverksamhet och lärdomar från annan industri, CMB, Chalmers.

Josephson, P-E., Hammarlund, Y. 1996: Kvalitetsfelkostnader på 90-talet, En studie av sju byggprojekt. Chalmers tekniska högskola, Institutionen för byggnadsekonomi och byggrandsorganisation, Report 49.

Köhler, N. 2011: Tunnlar blir ofta dubbelt så dyra. Byggindustrin, 18/2011.

Lind, H., Borg, L. 2012: Replik om totalentreprenad. Byggindustrin 03/2012.

Nylén, K-O., 1995: 101 fel, och några till – fel, brister och störningar vid anläggningsproduktion. Högskolan i Gävle-Sandviken, Working paper no 25.

Nylen, K-O., Hamilton, F., 1997: Felkostnader i järnvägsbyggnadsprojekt, ”Den som sover syndar icke”. Slutrapport från forskningsprojektet: Kvalitetskostnader vid stora anläggningsarbeten. Högskolan Gävle-Sandviken, 1997.

Produktivitetskommittén 2012: Betänkande, SOU 2012:39. Vägar till förbättrad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen. Stockholm 2012.

Riksrevisionen 2011: Trafikverkens produktivitet – Hur mycket infrastruktur får man för pengarna? RiR 2011:7.

Rydnert, B., Grönlund, B. 080317: Säkerhet i vägbyggnadsprocessen, Styrning och ledningssystem. Skredet i Småröd, PM, Utdrag.

Selahn, M., Löfsjögård, M., Jäderholm, B., Söderström, Å. 2012: Totalentreprenad driver på innovation och produktivitet. Byggindustrin 03/2012.

Socialdepartementet 2011. Sammanställning av inlämnade förslag på forskningsbehov inom plan- och byggområdet från möte på Socialdepartementet 2011-06-07.

SGI Varia 481, 2001: Kvalitetsvärdering inom geoteknikområdet. Resultat och förslag till utvecklingsarbete, Slutrapport över verksamheten 1997-2001.

SGI 1996: Geotekniska skadekostnader och behov av ökad geoteknisk kunskap, Regeringsuppdrag, 1995-06-01, SGI, Linköping april 1996.

Sherwood, D.E. 2011: Systematic causes for failure of geotechnical works around the world. Samhällsbyggaren 1, 2011, pp 28-30, 32-35.

Sherwood, E.E. 2011: Systematic causes for failure of geotechnical works around the world. Grundläggningssdagen 2011. Stockholm 10 mars 2011, pp 47-74.

Statens haverikommission 2009: Jordskred vid vägbygge E6 Småröd, O län, den 20 december 2006. Rapport RO 2009:1.

Statskontoret 2009: Sega gubbar? En uppföljning av Byggkommissionens betänkande ”Skärpning gubbar!”, Del 1 och Del 2. Statskontoret rapport 2009:6.

Sture Blomgren 2011: PP-dokumentation föredrag Socialdepartementet 7 juni 2011.

Ulf Perbo 2011: PP-dokumentation föredrag Socialdepartementet 7 juni 2011.

USGS 1993: Societal value of geologic maps. U.S. Geological survey Circular 1111, Denver 1993.



Statens geotekniska institut
Swedish Geotechnical Institute

SE-581 93 Linköping, Sweden

Tel: 013-20 18 00, Int + 46 13 201800

Fax: 013-20 19 14, Int + 46 13 201914

E-mail: sgi@swedgeo.se Internet: www.swedgeo.se