

Risker och säkerhetsarbete i byggbranschen

En kunskapssammanställning baserad på internationell forskning

Sammanställd av

**Leif Berglund, Jan Johansson, Maria Johansson, Magnus Nygren,
Kjell Rask, Björn Samuelson och Magnus Stenberg.**

Avdelningen för arbetsvetenskap, Luleå tekniska universitet

ISSN: 1650-3171
Omslagsfoton: Mia Åkerman
Tryck: Elanders Sverige AB 2017

Innehåll

Förord	7
Sammanfattning.....	9
English summary.....	11
1 Uppdraget och metod	13
1.1 Uppdraget.....	13
1.2 Metod och urval.....	13
1.2.1 Urval.....	13
1.2.2 Metod	16
1.3 Rapportens struktur	19
2 Byggbranschens struktur och omfattning	21
2.1 Mansdominerad bransch med främst små företag	21
2.2 Underentreprenörer är vanligt	22
2.3 Lagstiftningen lägger stort ansvar på byggherren	22
2.4 Outsourcing och internationalisering ger problem.....	23
3 Olyckor i byggbranschen	25
3.1 Arbets-skador i svensk byggverksamhet.....	25
3.1.1 Sysselsättning.....	26
3.1.2 Orsaker till arbetsolyckor.....	27
3.1.3 Dödsolyckor	28
3.1.4 Arbetssjukdomar	28
3.2 Utvecklingen under tio år 2006–2015.....	30
3.3 Svensk byggverksamhet i europeisk jämförelse	32
4 Resultat.....	34
4.1 Forskning om olycksfall och deras grundorsaker.....	34
4.1.1 Allmän problembild	34
4.1.2 Arbetsrelaterade faktorer	38
4.1.3 Omgivningsfaktorer.....	40
4.1.4 Personburna faktorer	41
4.1.5 Svenska erfarenheter	44
4.2 Forskning om säkerhetsarbete och olycksfallsprevention	47
4.2.1 Byggarbetsplatsdirektivet	47
4.2.2 Tillsyn och efterlevnad	49
4.2.3 Bredare ansvarsförhållanden.....	50
4.2.4 Tillbud	51

4.2.5 Riskbedömning	52
4.2.6 Ledning och organisation	53
4.2.7 Säkerhetsklimat	57
4.2.8 Lönsamhetskalkyler och bonusprogram.....	58
4.2.9 Utbildning, kompetensutveckling och kunskaps- spridning i säkerhetsfrågor.....	61
4.2.10 Säkerhetsdesign.....	65
4.3 Forskning om program och modeller för säkerhet	67
4.3.1 Bakgrund	67
4.3.2 Kritik	68
4.3.3 Spridningen av program	69
4.3.4 Generella framgångsfaktorer	70
4.3.5 Det lilla företags problematik	72
4.3.6 Drogprogram	72
4.3.7 De anställdas roll och förutsättningar samt teamets betydelse	73
4.4 Forskning om tekniska lösningar	74
4.4.1 VR- och IT-baserade modeller	74
4.4.2 Kranar och kranarbete	76
4.4.3 Byggställningar	77
5 Slutsatser	78
5.1 Forskning om olycksfall och dess grundorsaker	78
5.1.1 Små företag och underentreprenörer är överrepresenterade.....	78
5.1.2 Arbetskraftens kön, ålder och språkkunskaper inverkar	79
5.2 Forskning om säkerhetsarbete och olycksfallsprevention	80
5.2.1 Byggarbetsplatsdirektivet kan ha bidragit till säkrare arbetsplatser	80
5.2.2 Arbetsmiljö som en del av företagets sociala ansvar ..	80
5.2.3 Nya modeller för riskbedömning växer fram.....	80
5.2.4 Ledningens engagemang är avgörande.....	81
5.2.5 Säkerhetsfokus i tidigt skede.....	81
5.2.6 Säkerhetsarbete är lönsamt	82
5.3 Forskning om program och modeller för säkerhet inom byggbranschen.....	82
5.4 Forskning om tekniska lösningar	83
5.5 En sammanfattande reflektion	84
5.6 Forskningens vita fält.....	84
5.7 Forskningens relevans	85
6 Referenser	86

Förord

Arbetsmiljöverket har fått i uppdrag av regeringen att informera och sprida kunskap om områden av betydelse för arbetsmiljön. Därför publicerar vi varje år kunskapssammanställningar där välrenommerade forskare sammanfattar kunskapsläget inom ett antal områden. Alla kunskapssammanställningar kan laddas ner från Arbetsmiljöverkets webbplats. Där finns även filmer och presentationer från seminarierna som ordnas när kunskapssammanställningarna lanseras.

En vetenskaplig granskning av denna rapport har utförts av professor Marianne Törner, Arbets- och miljömedicin, Göteborgs universitet. Den slutliga utformningen ansvarar dock författarna själva för.

Projektledare för denna kunskapssammanställning vid Arbetsmiljöverket har varit Ulrika Thomsson Myrvang. Vi vill även tacka övriga kollegor vid Arbetsmiljöverket som varit behjälpliga i arbetet med kunskapssammanställningen.

De åsikter som uttrycks i denna kunskapssammanställning är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis Arbetsmiljöverkets uppfattning.

Ann Ponton Klevestedt

Chef för enheten för statistik och analys
Arbetsmiljöverket

Sammanfattning

Byggbranschen har under det senaste decenniet uppvisat en positiv trend när det gäller arbetsolycksfall. Samtidigt måste vi konstatera att många fortfarande skadas i sitt arbete. Vid en jämförelse med andra industriverksamheter ligger branschen högt i skadestatistiken. Det finns olika uppfattningar om orsakerna till bristerna, vilket hindrat genomförandet av ett effektivt gemensamt åtgärdsprogram.

Syftet med den här kunskapssammanställningen är att redovisa internationell forskning som belyser områdena riskfaktorer och riskprevention i byggbranschen samt att peka på områden där det finns kunskapsbrister. Studien baseras på 401 artiklar som i huvudsak är hämtade från byggindustrin i Europa, Kanada, USA, Australien och Japan.

Man kan göra några övergripande reflektioner utifrån vår kunskapsinventering.

- Resultaten är inte så kontextberoende. Det finns vissa kulturella skillnader men i stort sett presenteras liknande resultat oavsett land.
- Det finns ingen universallösning färdig att implementera. Mycket som görs är bra och man måste fortsätta med det arbetet. Det som framträder är frågans komplexitet och behovet av integrerade lösningar.
- Tekniken utvecklas och med den kommer både nya möjligheter och nya problem att förhålla sig till.
- Det mesta av forskningen är kvantitativt inriktad vilket inte är så konstigt då utvärderingarna oftast uttrycks i olika typer av olycksfallsfrekvenser.
- Branschen är dålig på att använda sig av forskning; det mesta verkar vara initierat av forskare eller myndigheter. En förklaring kan vara att vi enbart sökt i högkvalitativa vetenskapliga tidskrifter och att mer tillämpad forskning inte publiceras där.

En intressant fråga är vilka fält som är lite beforskade eller där forskning saknas helt.

- Det råder stor brist på svensk forskning om risk och säkerhet i byggbranschen.

- Det saknas forskning med ett genusperspektiv, de studier som finns skiljer på kvinnor och män men är överlag av bristande kvalitet. Det grundläggande problemet är kanske inte bristen på forskning utan snarare bristen på kvinnor i branschen.
- Det saknas forskning om lönedumpning med hjälp av svart och grå arbetskraft och hur det påverkar säkerheten och arbetsmiljön.
- Det saknas forskning om olycksfall i byggbranschen utgående från ett mer sociologiskt perspektiv.
- Det saknas tillämpad forskning om integrerade system som inkluderar underentreprenörer.
- Det finns ett behov av mer forskning om byggherrens och projektörernas roll i arbetsmiljöarbetet.
- Det saknas tillämpad forskning om god praxis i arbetsmiljöarbetet.

English summary

The construction industry has over the last decades shown a positive trend in terms of occupational accidents. At the same time, we note that many workers are still injured at work. In comparison with other industrial activities, the sector is badly hit by accidents. There are different views about the causes of these shortcomings, something that might impede the implementation of effective solutions.

The purpose of this research review is to present international research that highlights the areas of safety and risks in the construction industry and to identify areas where research is lacking. The review is based on 401 articles, mainly covering the construction industry in Europe, Canada, USA, Australia and Japan.

Below we present some general reflections on the basis of our knowledge inventory.

- The results are not so dependent of the context as one might believe. There are some cultural differences, but basically researchers present similar results regardless of country.
- There are no universal solutions ready for implementation. What emerges, rather, is the complexity of the problem and the need for more integrated solutions.
- Technology is constantly evolving and with it comes both new opportunities and new problems that the actors involved need to relate to and handle.
- Most of the research is quantitatively oriented, which is not surprising since the evaluations usually are expressed in different types of accident frequencies. What is needed is more qualitative oriented studies.
- The industry is poor at utilising research; most of it seems to be initiated by researchers or authorities. One explanation may be that we only looked in high quality scientific journals and that applied research usually is not published there.

An interesting question is in which fields there is a lack of research.

- There is a shortage of Swedish research on occupational safety in the construction industry.

- There is no research with a thorough and well-defined gender perspective. The studies that exist are content to differentiate between men and women, but are generally of poor quality. The basic problem is perhaps not the lack of research, but rather the lack of women in the construction industry.
- There is a lack of research on wage dumping and how it may affect health and safety.
- There is no research on accidents in the construction industry on the basis of a more sociological perspective.
- There is a lack of applied research on integrated systems that include subcontractors.
- There is a need for more research on the developers' and designers' role when it comes to taking health and safety into account.
- There is a lack of applied research on best practices in health and safety.

1. Uppdraget och metod

1.1 UPPDRAGET

Under det senaste decenniet har antalet arbetsolycksfall minskat i byggbranschen. Samtidigt måste vi konstatera att många fortfarande skadas i sitt arbete och branschen ligger högt i skadestatistiken jämfört med andra industriverksamheter. Trots att byggsektorn sysselsätter många personer är forskningen om svenska förhållanden sparsam och fragmentiserad. Det finns olika uppfattningar om orsakerna till bristerna, vilket hindrat genomförandet av ett effektivt gemensamt åtgärdsprogram.

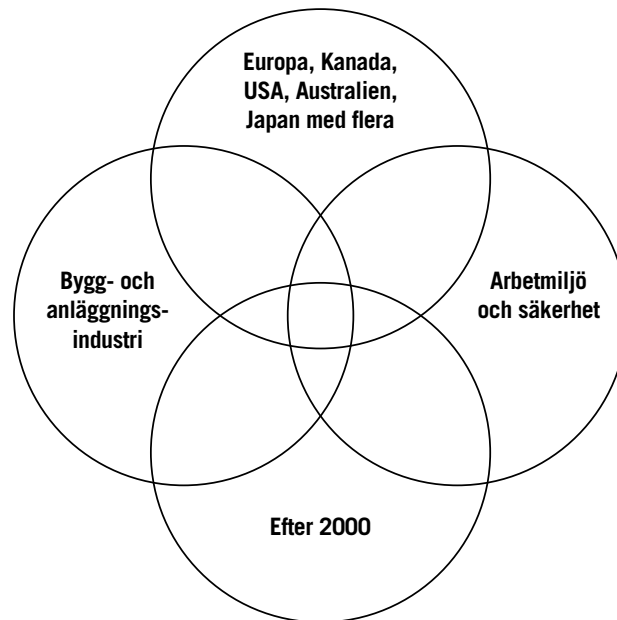
Syftet med den här kunskapssammanställningen är att redovisa internationell forskning som belyser områdena risk och säkerhet i byggbranschen samt att peka på områden där det finns kunskapsbrister. Rapporten vänder sig både till Arbetsmiljöverket och till olika arbetsmiljöaktörer. Sammanställningen förväntas bidra till parternas fortsatta arbete med att förebygga olycksfall och relaterade arbetsmiljöproblem i byggbranschen, och till ett förebyggande arbete i form av regler och riktlinjer. Vi hoppas att vår kunskapssammanställning kan utgöra grunden för ett strategiskt åtgärdsprogram som kan bidra till en vision där det framtida byggarbetet ska vara direkt hälsofrämjande.

1.2 METOD OCH URVAL

1.2.1 Urval

Sammanställningen bygger på vetenskapligt säkerställd litteratur, det vill säga artiklar som har genomgått ett review-förfarande i internationellt erkända tidskrifter. Sökkriterierna utformades för att fånga artiklar som behandlar arbetsmiljö eller olyckor i bygg- och anläggningsindustri. Åldern på artiklarna begränsades till de som publicerades under perioden januari 2000–februari 2016, och det geografiska området begränsades till västvärlden med Europa och länder såsom Kanada, USA, Australien och Japan.

Figur 1.1. Urvalsmetod för sökning av artiklar



Vi har valt att använda Web of Science (WOS) och Scopus som sökhjälpmedel. Sökfältet begränsades till "Topic" i WOS och "Article or Review" i Scopus.

Tabell 1.1. Konstruktion av sökfrågor

Kriterium	Söksträng
Bygg- och anläggningsindustri	"Construction Work" OR "Construction Industr**"
Arbetsmiljö	"Health and Safety" OR "Safety and Health" OR Accident*
Geografiskt område	NOT (China OR Taiwan OR "Hong Kong" OR India OR Africa OR Singapore)

Relevanta engelska begrepp är Construction Industry som motsvarar bygg- och anläggningsindustri, och Building Industry som närmast motsvarar byggindustri. Ett söktest på dessa benämningar visade att Construction Industry gav bättre resultat, särskilt i kombination med söksträngen för arbetsmiljö. Benämningen justerades till "Construction Industr**" för att få med både Industry och Industries, och söksträngen kompletterades med "Construction Work" för att få

med artiklar där man använder arbete i stället för industribransch i text. I den engelskspråkiga litteraturen används vanligen begreppet "Health and Safety" när man skriver om arbetsmiljö och säkerhet. Vi kompletterade med "Safety and Health" eftersom vissa författare skriver orden i omvänd ordning. Därutöver kompletterade vi med "Accident*" för att få med artiklar med fokus på olyckor.

Den geografiska söksträngen konstruerades så att vissa områden valdes bort, för att därmed fånga artiklar från de områden som vi ansåg har något så när liknande arbetsförhållanden som Sverige. Materialet utgörs huvudsakligen av artiklar som behandlar arbetsmiljö i Europa, Kanada, USA, Australien och Japan samt enstaka artiklar med annan geografisk bestämning. Vi bedömde att den mest relevanta forskningen inom området har publicerats efter år 2000, och att de viktigaste resultaten från tidigare forskning finns inbyggd i senare publicerat material. En test visade att vi nådde 80 procent av publicerat material trots begränsningen till år 2000 och senare.

Det samlade resultatet i litteratursökningen utgjordes av 737 unika artiklar. Av dessa gallrades 411 artiklar bort för att det fanns brister i den vetenskapliga kvaliteten, för att de gällde ett annat geografiskt område än det som valts för studien, för att de inte handlar om arbetsmiljö, för att de inte gäller bygg- och anläggningsindustri och för att de var skrivna på annat språk än svenska eller engelska. Därefter återstod 326 artiklar från litteratursökningen för vidare läsning.

Av vårt sökresultat kunde vi konstatera att det var relativt få artiklar som utgår från en svensk kontext. Vi har därför gjort en bredare sökning bland svenska forskare och på så sätt tillfördes ytterligare 75 publikationer.

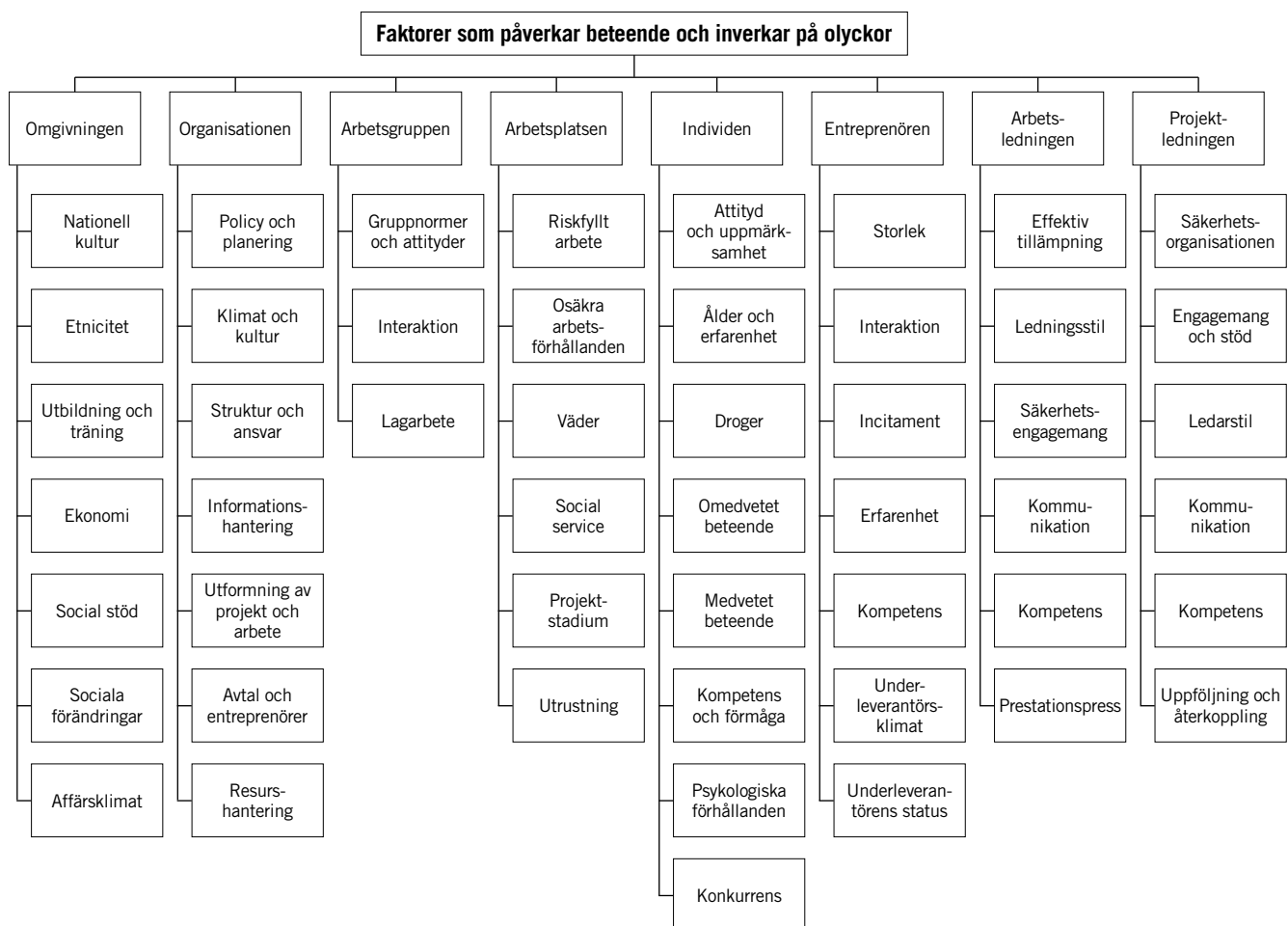
Tabell 1.2. Antal referenser

Referenser	Antal referenser	Akkumulerat antal referenser
Artiklar från första litteratursökning	+ 737	737
Manuell gallring	- 411	326
Komplettering med referenser från svensk forskning och andra källor	+ 75	401

1.2.2 Metod

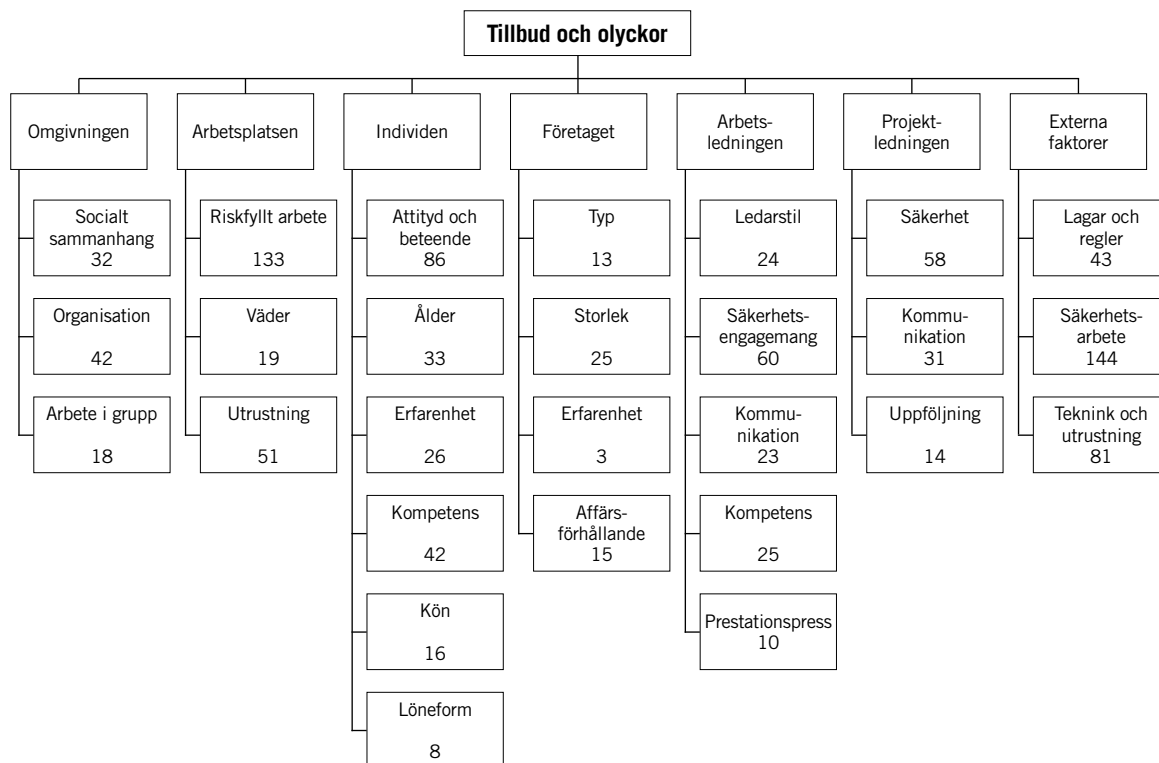
I ett första steg att kategorisera artiklarna användes en modell med faktorer som påverkar beteenden (Khosravi med flera 2014). Den är en sammanställning av 56 vetenskapliga undersökningar om faktorer som anses påverka beteenden som inverkar på tillbud och olyckor i byggbranschen. I modellen sammanfattas 50 olika teman under 8 faktorer (figur 1.2).

Figur 1.2. Faktorer som påverkar beteenden (Khosravi med flera 2014)



Vi läste igenom och kategoriserade samtliga artiklar, och därefter omarbetades och reducerades modellen enligt figur 1.3. I figuren anges antalet artiklar som berör respektive orsakstema. Varje artikel är i vissa fall kategoriserad under flera teman. Syftet med figuren är att visa den bredd av faktorer som inverkar på tillbud och olyckor enligt resultat från artiklarna i studien.

Figur 1.3. Faktorer som inverkar på tillbud och olyckor



I en andra kategoriseringsomgång inspirerades vi delvis av Khosravis med flera (2014) modell och då särskilt de åtta bidragande faktorerna, men delade nu in artiklarna efter deras huvudsakliga fokus i undersökningen. Artiklarna kan grovt delas in i två områden, nämligen **olycksfallsorsaker** och **säkerhetsarbete** med ett antal underliggande kategorier. Vår indelning gav 14 kategorier enligt nedan. Inom parentes anges antalet artiklar som placerats inom respektive kategori:

1. **Olycksfallsstatistik (72)** – artiklar som i huvudsak har sitt fokus på någon eller några aspekter av olycksfallsstatistiken inom byggbranschen och sedan på olika sätt jämför denna över tid eller mellan olika kategorier samt analyserar orsaker och möjliga förslag till förbättringar.
2. **Utvärdering och utveckling av modeller (47)** – artiklar som fokuserar på modeller, verktyg eller andra åtgärder i branschen generellt eller på specifika byggföretag som sedan utvärderas och analyseras.

3. **Riskhantering** (40) – artiklar som särskilt fokuserar på riskhanteringsarbete inom byggbranschen, till exempel metoder, checklistor och riskanalyser.
4. **Personfaktorer** (25) – artiklar som särskilt undersöker personrelaterade faktorer vid olyckor, till exempel ålder, erfarenhet, kön, språk och psykosociala aspekter.
5. **Lagstiftning** (24) – artiklar där olika konsekvenser av lagstiftning som berör byggbranschen undersöks.
6. **Ledning, management, organisation** (22) – artiklar där ledningen och deras ledningssystem samt organisationens förutsättningar undersöks i relation till olyckor och säkerhet.
7. **Kultur och klimat** (21) – artiklar där säkerhetskulturer och säkerhetsklimat undersöks och analyseras.
8. **Kompetensutveckling** (19) – artiklar där utbildningsinsatser, utbildningsverktyg och kompetensutvecklingssatsningar inom byggbranschen utvärderas och analyseras.
9. **Programutvärdering** (18) – artiklar som undersöker och utvärderar direkta och mer långtgående konsekvenser av (oftast större) säkerhetsprogram som (oftast) initierats av myndigheter och byggbranschens branschorganisationer.
10. **Tekniska lösningar** (17) – artiklar av varierande karaktär men med fokus på teknik och tekniska lösningar som tagits fram inom branschen eller som applicerats för byggbranschen i säkerhetssyfte.
11. **Säkerhetsdesign** (17) – artiklar som på olika sätt fokuserar på designprocessen innan projektstart.
12. **Lönsamhetskalkyler** (15) – artiklar som fokuserar på olika aspekter av lönsamhet med säkerhetsarbetet.
13. **Ansvar och etik** (8) – artiklar som i huvudsak har sitt fokus på byggbranschens samhällsansvar, till exempel CSR (Corporate social responsibility) men även etiska aspekter såsom korruption inom byggbranschen.
14. **Kön** (4) – artiklar där genusaspekter särskilt lyfts upp, oftast i samband med olyckor med utgångspunkt i olycksfallsstatistik.

1.3 RAPPORTENS STRUKTUR

I kapitel 2 ger vi en översikt över byggbranschens struktur och omfattning. Här fördjupar vi oss i entreprenörernas särskilda förhållanden och i arbetsmiljölagstiftningen. Kapitlet avslutas med en sammanfattning av ett antal strukturella förutsättningar som underlättar den fortsatta tolkningen av våra resultat.

Kapitel 3 innehåller en sammanställning av statistik över olycksfall och arbetssjukdomar i svensk byggindustri. Sammanställningen baseras på Arbetsmiljöverkets informationssystem om arbetsskador (ISA-statistik), AFA Försäkringars statistik, Statistiska centralbyråns registerbaserade arbetsmarknadsstatistik (RAMS) och statistik som Sveriges Byggindustrier sammanställt för Byggindustrins Centrala Arbetsmiljöråd (BCA). I kapitel 3 finns även några internationella utblickar med materialet från EU:s statistikbyrå Eurostat och Economic and Social Research Institute (ESRI). Kapitlet ska utgöra en referens för att bedöma forskningens relevans.

Kapitel 4 ger en översikt över internationell forskning enligt de 14 kategorier som presenterats i avsnitt 1.2.2 ovan. Dessa 14 kategorier har delats upp i fyra huvudrubriker. Vi har i denna uppdelning valt att skilja på artiklar som särskilt rör olycksfall, såsom statistik och olycksfallsorsaker, och artiklar som rör olika typer av säkerhetsarbete. Dessa presenteras i avsnitt 4.1 respektive 4.2. I avsnitt 4.3 har vi valt att presentera säkerhetsinitiativ av större dignitet, till exempel säkerhetsmodeller som initierats av myndigheter och branschorganisationerna. Forskning om dessa tar oftast ett större grepp kring säkerhetsarbete och har inte sällan ett långsiktigt perspektiv. I avsnitt 4.4 presenteras artiklar som i flera avseenden skiljer sig åt men som alla handlar om teknik och säkerhet. Kapitlet är alltså ordnat på följande sätt:

- 4.1 Olycksfall och deras grundorsaker – här beskrivs de artiklar som hör till olycksfallsstatistik (1) och artiklar som berör olika orsaker till tillbud och olyckor (4 och 14).
- 4.2 Säkerhetsarbete och olycksfallsprevention – här beskrivs de artiklar som handlar om olika aspekter, metoder och påverkansfaktorer när det gäller säkerhetsarbete och olycksfallsprevention (3, 5, 6, 7, 8, 11, 12 och 13).
- 4.3 Program och modeller för säkerhet – här beskrivs de artiklar som handlar om säkerhetsprogram och säkerhetsmodeller (2 och 9).
- 4.4 Tekniska lösningar – i detta avsnitt sammanförs varierande artiklar som alla på olika sätt berör teknik och tekniska innovationer inom säkerhetsarbete (10).

I kapitel 5 presenterar vi de övergripande slutsatser som vi kan dra utifrån vårt material. Där inleder vi med att summera och lyfta fram de viktigaste resultaten från vår forskningsöversikt. Därefter presenterar vi några sammanfattande reflektioner och pekar på områden där forskning saknas eller sker i liten omfattning. Avslutningsvis säger vi något om forskningens relevans i förhållande till frågor som är aktuella för de tre huvudintressenterna i arbetsmiljöarbetet: arbetstagarna, arbetsgivarna och Arbetsmiljöverket.

2. Byggbranschens struktur och omfattning

2.1 MANSDOMINERAD BRANSCH MED FRÄMST SMÅ FÖRETAG

Byggindustrin sysselsatte år 2014 cirka 311 000 personer, vilket motsvarar 6,6 procent av de förvärvsarbetande i Sverige. Av dessa var 59 procent yrkesarbetare, 20 procent tjänstemän och 21 procent egenföretagare enligt Statistiska centralbyråns arbetskraftsundersökning (AKU 2014). Åldersfördelningen i branschen är relativt jämn, men en viss ökning i ålderskategorin 60 år eller äldre förväntas leda till ett något ökat rekryteringsbehov. Sedan början av 2000-talet har cirka 8 procent av de anställda varit kvinnor, men andelen kvinnor varierar beroende på typ av arbete. På yrkesarbetarsidan fanns 1 procent kvinnor år 2012 medan andelen var 30 procent i arbeten med krav på eftergymnasial utbildning. Andelen utrikes födda som arbetar inom byggindustrin uppgick år 2014 till 10,9 procent, vilket var något lägre än 15,3 procent som var snittet på övriga arbetsmarknaden. Andelen utrikes födda ökade dock mer inom byggindustrin åren 2005–2014: 146 procent jämfört med 51 procent på den övriga arbetsmarknaden. Talet omfattar både yrkesarbetare och tjänstemän. Till detta kommer cirka 3 000 utländska medborgare i utländska företag som arbetar i Sverige, det vill säga ytterligare 1 procent (Sveriges Byggindustrier 2015).

År 2014 fanns 96 700 företag verksamma inom byggindustrin, vilket motsvarar 8 procent av de verksamma företagen i Sverige. En stor andel av dessa, 88 procent, var små företag med högst fyra anställda. Peab, Skanska och NCC är de tre största byggföretagen med vardera cirka 10 000 anställda och med mer än 25 miljarder kronor i årlig omsättning (Samuelson 2015). Byggbranschen styrs i stor utsträckning av politiska beslut vilka påverkar både vad som ska byggas och när det ska byggas. Den politiska styrningen påverkar även tillgången till arbete (Johansson och Stenberg, 2008). De små företagen arbetar i stor utsträckning med ombyggnad och reparationer och är ofta underentreprenörer i projekt som leds av de stora byggföretagen (Fagerfjäll, 2009). De flesta företagen har lokal alternativt nationell härkomst och endast 1,7 procent är utländska företag, då oftast från Tyskland eller Polen (Sveriges Byggindustrier, 2015).

2.2 UNDERENTREPRENÖRER ÄR VANLIGT

Byggnads- och anläggningsarbeten bedrivs i stor utsträckning i form av projekt där en organisation sätts samman för det specifika projektet ifråga (Landin och Lind, 2011). Det övergripande ansvaret ligger på byggherren, det vill säga den part som låter utföra projekterings-, byggnads-, rivnings- eller markarbeten. Som "byggherre" räknas den som beställer och betalar för arbetet, exempelvis ett aktiebolag. Det behöver alltså inte handla om en fysisk person. Byggherren har ett huvudansvar för att byggandet lever upp till kraven i plan- och bygglagen (PBL) och tillhörande föreskrifter (Boverket, 2016). Andra viktiga aktörer är exempelvis arkitekter och olika konsulter som kan vara inblandade i ett projekt samt de entreprenörer som anlitas för att reparera, underhålla, ändra eller uppföra byggnaderna. Dessa företag kan, i sin tur, anlita underentreprenörer för exempelvis el- och teleinstallationer eller snickeri-, murar- och betongarbeten (SOU 2002:115). Traditionellt sett har de större entreprenörerna haft egen kompetens inom snickeri-, murar- och betongarbeten, men utvecklingen i branschen har medfört att underentreprenörer anlitas i större utsträckning (SOU 2002:115). Det är inte heller ovanligt att det bildas långa kedjor av underentreprenörer i ett givet byggprojekt, bestående av mindre företag eller ensamföretagare som, enligt Arbetsmiljöverket (2014), har små förutsättningar att påverka sin egen arbetsmiljö.

2.3 LAGSTIFTNINGEN LÄGGER STORT ANSVAR PÅ BYGGHERREN

Byggbranschen regleras av ett antal lagar och föreskrifter, exempelvis ovan nämnda PBL. Inom arbetsmiljöområdet är det först och främst arbetsmiljölagen (AML) som branschen ska förhålla sig till, med specifika föreskrifter rörande exempelvis systematiskt arbetsmiljöarbete (AFS 2001:1), social och organisatorisk arbetsmiljö (AFS 2015:4) och byggnads- och anläggningsarbete (AFS 1999:3). Vid arbeten av bygg- och anläggningskaraktär ställs även sedan 2009 särskilda krav på ansvar och samordning av arbetsmiljöfrågor via AML och AFS 1999:3. Detta innebär att byggherren (eller uppdragstagaren om sådan finns) har ett huvudansvar för att beakta arbetsmiljön både under själva byggskedet och i relation till det framtida brukandet.

Byggherren ska utse en byggarbetsmiljösamordnare för planering och projektering (Bas-P) och för arbetets utförande (Bas-U). En Bas-P kan exempelvis ha i uppgift att sammanställa all dokumentation som har betydelse för arbetsmiljön och hålla arbetsmiljöplanen aktuell, det vill säga samordna arbetsmiljöfrågor i projektets inledande skede. För Bas-U handlar det exempelvis om att ordna en lämplig skyddsorganisation, se till att allmänna skyddsanordningar

upprättas och kontrollera att skydds- och ordningsregler efterföljs (se vidare Arbetsmiljöverket 2015c). Om byggherren alternativt uppdragstagaren, Bas-P eller Bas-U inte följer bestämmelserna kan det leda till påföljder. Byggherren eller uppdragstagaren har även ett så kallat "back-up"-ansvar för de uppgifter som ålagts byggarbetsmiljösamordnarna, vilket i praktiken exempelvis innebär att byggherren ska följa upp det arbete som Bas-P och Bas-U utför. I slutändan är den enskilda arbetsgivaren ansvarig för den egna personalens arbetsmiljö, men i byggbranschen finns det således även andra parter som också har ett visst arbetsmiljöansvar enligt lagstiftningen (Arbetsmiljöverket 2015a).

2.4 OUTSOURCING OCH INTERNATIONALISERING GER PROBLEM

Branschen påverkas i hög grad av konjunkturförändringar. Därtill ökar internationaliseringen, vilket kan medföra större konkurrens av utländska entreprenörer (Johansson och Stenberg 2008). Enligt Statskontoret (2009) är byggbranschen dålig på att tillgodogöra sig forskning och det finns ett generellt behov av kompetensutveckling i branschen, något som också lyfts fram av Johansson och Stenberg (2008). De tillägger även att detta kan vara problematiskt med tanke på rådande ackordslönesystem, eftersom kompetensutveckling på individnivå kan leda till krav på individuell lönesättning.

Under de senaste åren har Arbetsmiljöverket genomfört ett antal utredningar inom ramen för regeringsuppdraget "Arbetsmiljöansvar i entreprenads- och inhyrningssituationer", med stort fokus på byggindustrin. I en projektrapport (Arbetsmiljöverket 2012) berörs ett antal problem, exempelvis en utveckling mot allt högre grad av så kallad outsourcing och anlitan av underentreprenörer generellt. Detta kan medföra brister i arbetet med hälsa och säkerhet eftersom viktiga aspekter som påverkar entreprenörsanställdas arbetsmiljö i själva verket kontrolleras av det beställande företaget. I slutändan kan långa kedjor av underentreprenörer innebära att arbetsmiljöansvaret tunnas ut ju längre kedjan blir, kanske framför allt i de fall det handlar om företag från andra länder.

När det gäller utländska företag och utländsk arbetskraft anser Arbetsmiljöverket (2012) att det är svårt att få en klar bild av svenskt arbetsliv. Därför är det svårt att identifiera potentiella brister och ge konkreta förslag på lösningar. Arbetsmiljöverket anser att större fokus bör läggas på eventuella problem i den så kallad "grå sektorn" mer generellt, snarare än att endast fokusera på företag från andra länder.

År 2015 publicerades en utredning om byggindustrin (Arbetsmiljöverket 2015b), som syftade till att utifrån befintlig

lagstiftning kartlägga hur regler och tillsyn kan förbättras när det gäller entreprenörsanställdas arbetsmiljö – speciellt när det handlar om långa entreprenadkedjor och när företaget eller individen är i beroendeställning gentemot beställaren. Utredningen innefattade bland annat följande förslag:

- Det behövs tydligare regler vad gäller rollfördelning och uppgifter för byggherre, byggarbetsmiljösamordnare och projektörer.
- Projektörer bör ha ett utvidgat ansvar, och byggherre och Bas-P bör ha tydligare uppgifter.
- Byggherrens "back-up"-ansvar gentemot byggarbetsmiljösamordnarna behöver förtydligas.

Enligt Arbetsmiljöverket skulle dessa förslag kunna leda till större hänsynstagande till arbetsmiljöfrågor under projekteringen, och till bättre kontroll och styrning vid byggprojekt som karaktäriseras av långa entreprenörskedjor.

3. Olyckor i byggbranschen

I detta kapitel ger vi en bild av arbetsolyckor utifrån svensk och internationell statistik.

3.1 ARBETSSKADOR I SVENSK BYGGVERKSAMHET

Till arbetsskador räknas

- arbetsolycksfall (olycksfall som inträffar under arbetstid)
- färdolycksfall (olycksfall som inträffar under färd till eller från arbetet)
- arbetssjukdom (sjukdom som kan uppkomma eller försämras till följd av arbetet eller arbetsförhållandena).

Arbetsmiljöverkets ISA-statistik över anmälda arbetsskador ger en god bild av situationen och skadeutvecklingen i svensk byggverksamhet. Senast tillgängliga uppgifter (uttaget 1 juni 2016) gäller år 2015. Utländsk arbetskraft stationerade i Sverige ingår inte i statistiken, men de motsvarar mindre än en procent av arbetskraften (Sveriges Byggindustrier, 2015).

Tabell 3.1. Totalt anmälda arbetsskador i byggverksamhet 2015, näringsgrenar med SNI-kod 41, 42 och 43 (Samuelson 2016)

Näringsgren/ Skadetyper 2015	Arbetsolycka med frånvaro	Arbetssjukdom	Arbetsolycka utan frånvaro	Färdolycka	Gamla olyckor och sjukdomar	Ej arbetsskada/ ofullständig	Totalt
Bygg- och anläggning	2 138	519	1 289	150	6	39	4 141
Takarbete av plåt	99	20	33	1	-	-	153
Elinstallationer	432	79	473	48	2	18	1 052
Ventilationsarbeten	107	17	109	6	1	9	249
VVS-arbeten	275	44	200	13	-	18	550
Måleri	153	54	101	17	-	49	374
Glasmästeriarbeten	25	8	23	1	-	-	57
Maskinentreprenad	35	3	13	3	-	-	54
Övrigt inom byggverksamhet	241	39	121	20	-	2	423
Totalt	3 505	783	2 362	259	9	135	7 053
Frekvens (Antal per 1 000)	10,9	2,4	7,3	0,8	0,0	0,4	21,8

Tabell 3.1 visar antal arbetsolyckor, arbetssjukdomar och färdolycksfall som registrerades inom de olika grenarna av byggverksamhet år 2015. Fördelningen av antalet olyckor beror på arten av verksamhet i respektive gren men också i hög grad på antalet sysselsatta. Respektive totalantal av varje skadetyper har i tabellen dessutom omräknats till frekvens (antal skador per 1 000 sysselsatta) med hänsyn till antalet sysselsatta enligt RAMS.

Färdolyckor är olyckor som inträffar på väg till eller från arbetet, men utanför arbetstid. De redovisas här eftersom de är ersättningsbara från arbetsskadeförsäkringen, men de ingår inte i den officiella arbetsskadestatistiken.

En vanlig fråga är mörkertalet, det vill säga, antalet arbetsolyckor som inte anmäls. Av naturliga skäl är det inte möjligt att veta hur stort det är, men troligen är andelen antingen ganska konstant genom åren eller minskande genom att webbanmälan har gjort det enklare att anmäla arbetsskador.

3.1.1 Sysselsättning

Tabell 3.2. Sysselsättning 2014 enligt RAMS (RAMS 2014)

Näringsgren	Sysselsatta
Bygg- och anläggning	178 800
Takarbete av plåt	7 300
Elinstallationer	42 500
Ventilationsarbeten	9 000
VVS-arbeten	24 500
Måleri	19 500
Glasmästeriarbeten	2 800
Maskinentreprenad	4 200
Övriga inom byggverksamhet	34 600
Totalt	323 400

Tabell 3.2 visar antalet sysselsatta i byggverksamhet år 2014 fördelat på näringsgrenar. För att kunna jämföra till exempel olika branscher måste det finnas uppgifter om antalet sysselsatta. Dessa uppgifter hämtas från Statistiska centralbyråns RAMS som är en årlig totalräknad undersökning. RAMS baseras bland annat på arbetsgivarnas kontrolluppgifter och självdeklarationer från egna företagare. Vi bedömer den totalräknade RAMS som pålitligare än den urvalsbaseade AKU när det gäller fördelning på delbranscher.

Sysselsättningen har stadigt ökat i byggverksamhetens samtliga grenar under hela 2000-talet, med undantag för marginella nedgångar åren 2003 och 2009 (RAMS 2014).

3.1.2 Orsaker till arbetsolyckor

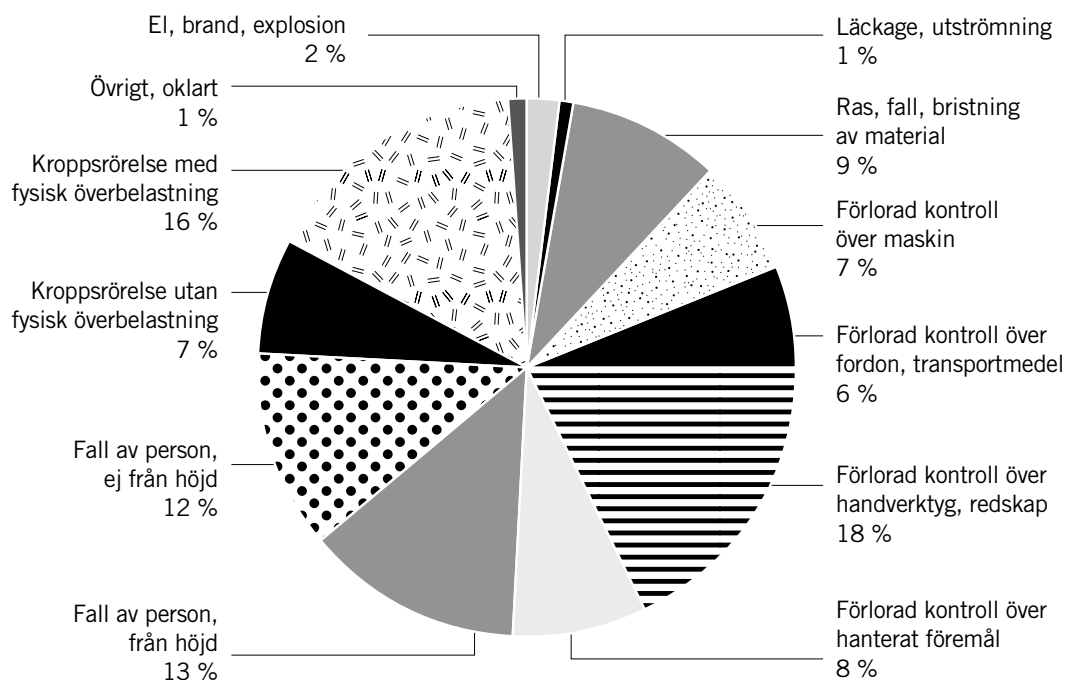
Den vanligaste orsaken till arbetsolyckor är **fall** som indelas i kategorierna **fall på samma nivå** och **fall till lägre nivå**. Antalet av vardera är vanligen ungefär lika stort och sammantaget svarade fall år 2015 för 25 procent av alla olyckshändelser (se figur 3.1 nedan).

Den enskilt vanligaste orsaken till arbetsolyckor i byggverksamhet är **förlorad kontroll över handverktyg**, med 18 procent år 2015. Många skadar sig på kniv som ofta används som ett allroundverktyg.

Fysisk plötslig överbelastning är också vanligt, med cirka 16 procent. Detta ska inte förväxlas med **belastningsfaktorer** som beror på långvarig felaktig fysisk belastning och klassas som arbetssjukdom.

Ras, fall och bristning av material är också en av de vanligare orsakerna. Här döljs även en del falloolyckor, till exempel stegolyckor där stegen glider eller brister.

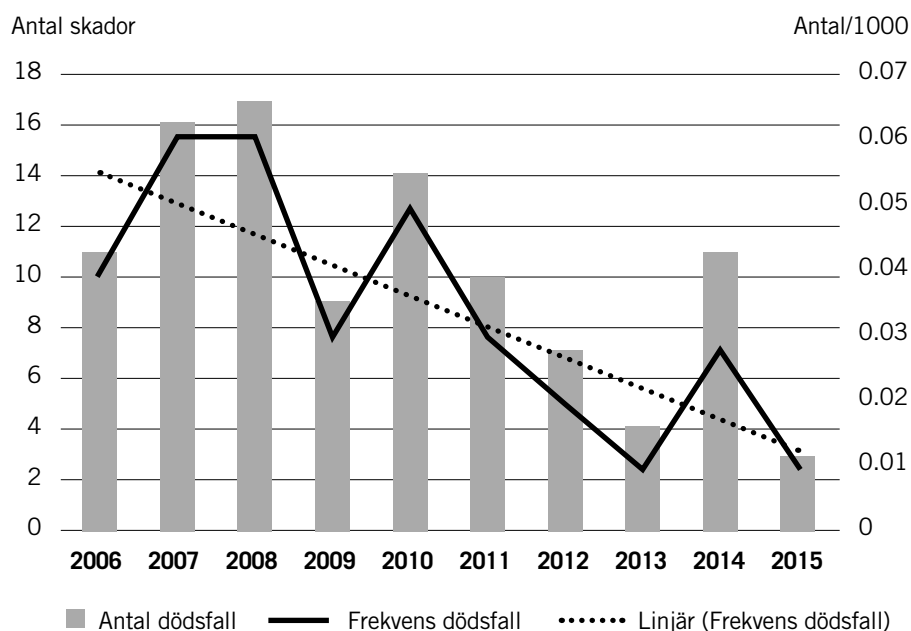
Figur 3.1. Orsaker till arbetsolyckor med frånvaro 2015 (Samuelson 2016)



3.1.3 Dödsolyckor

Mörkertalet är sannolikt obefintligt när det gäller dödsfall i svensk byggindustri, främst därför att Arbetsmiljöverket aktivt söker information om inträffade arbetsolycksfall med dödlig utgång. Dödsfall på arbetsplatser brukar inte heller passera obemärkt.

Figur 3.2. Dödade i arbetsolyckor 2006–2015. Antal, frekvens och trend (Samuelson 2016)



Antalet arbetsolyckor med dödlig utgång varierar mellan åren. Som den linjära anpassningen visar är den långsiktiga trenden för frekvens av dödsfall sjunkande. De vanligaste orsakerna till arbetsolyckor med dödlig utgång är fall och fordonsolyckor.

3.1.4 Arbetssjukdomar

Arbetssjukdomar faller utanför uppdraget i denna kunskapssammanställning men vi har ändå valt att ge en översiktlig bild för att lättare kunna tolka helheten. Arbetssjukdomar är ett område där det statistiska underlaget är svårt att utvärdera. I denna kunskapssammanställning redovisas antalet **anmälningar** som inkom till Arbetsmiljöverket ett **visst år**. Det betyder inte att den **skadliga påverkan** inträffade just det året. Snarare är det vanligt att påverkan funnits långt tidigare eller pågått under lång tid. Ytterligare ett begrepp att hålla reda på är **visandetidpunkt**, som är det år då skadan visade sig eller diagnosen ställdes.

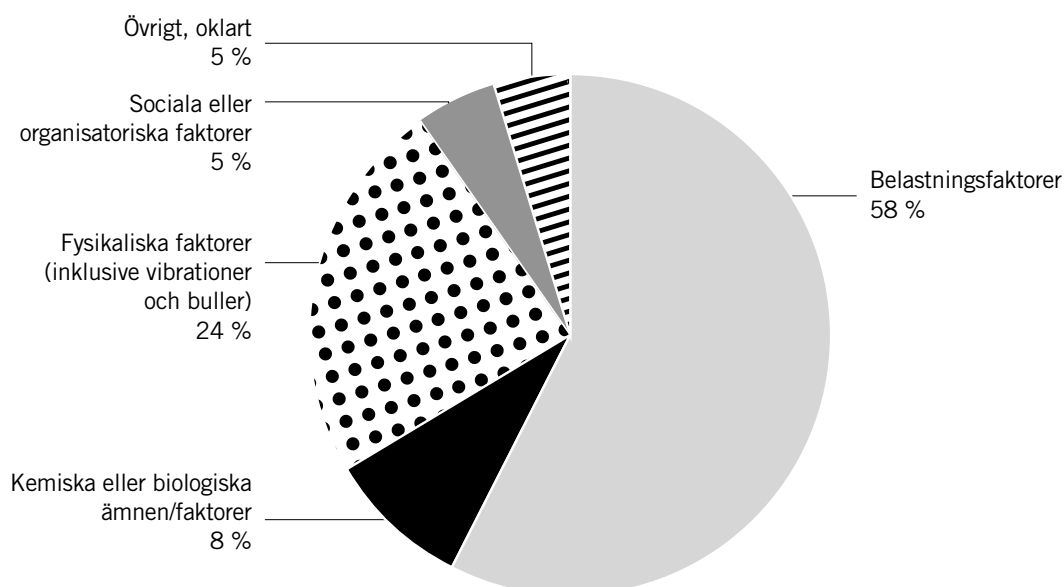
En mindre del av de anmälda arbetssjukdomarna blir **godkända som arbetsskador** av Försäkringskassan. Genom åren har ett antal regelförändringar påverkat bedömningen av vad som är en godkänd arbetsskada och därmed även påverkat anmälningsbenägenheten. Vidare har möjligheten att anmäla underlättats betydligt på senare år genom webbformulär. Regelverket gör att Försäkringskassans prövning av arbetssjukdom kommer långt senare än visandetidpunkten.

Figur 3.3 visar tydligt att belastningsskadorna är ett av branschens stora problem. Närmare 60 procent av alla anmälda arbetssjukdomar beror på så kallad **belastningsfaktorer**, såsom tunga lyft, dåliga arbetsställningar och långvarigt ensidigt arbete. Andelen varierar något mellan delbranscher, och för maskinförare är det över 90 procent av alla arbetssjukdomar som beror på sådana belastningsfaktorer.

År 2015 särredovisas inte buller, vibrationer och fysikaliska faktorer utan de ingår alla i gruppen **fysikaliska faktorer**. Tidigare år har bullerskador utgjort cirka 15 procent av arbetssjukdomarna, medan vibrationsskador och övriga faktorer stod för ett par procent vardera.

Skador från kemiska ämnen beror i de flesta fall på kontakt med cement. Kromreduceringen i cementen har minskat risken för allergier men cement har fortfarande en uttorkande inverkan på huden vid kontakt eftersom den är starkt basisk.

Figur 3.3. Orsaker till arbetssjukdomar 2015 (Samuelson 2016)



3.2 UTVECKLINGEN UNDER TIO ÅR 2006–2015

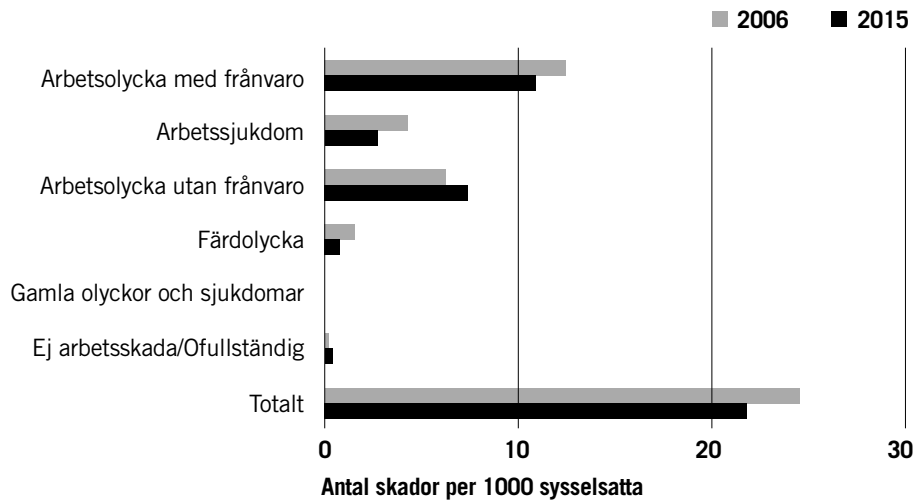
Tioårsperioden 2006–2015 präglades i svensk byggverksamhet av en kraftigt ökad uppmärksamhet på arbetsmiljö i allmänhet och olyckssäkerhet i synnerhet. Under perioden inträffade också en världsomspännande finanskris som även påverkat Sverige, dock inte sysselsättningen i byggbranschen.

Tabell 3.3. Totalt anmälda arbetsskador i byggverksamhet 2006, näringsgrenar 41, 42 och 43 (Samuelson & Lundholm 2007)

Näringsgren	Arbetsolycka med frånvaro	Arbetsjukdom	Arbetsolycka utan frånvaro	Färdolycka	Gamla olyckor och sjukdomar	Ej arbetsskada/ ofullständig	Totalt
Bygg- och anläggning	2 140	730	1 097	220	27	32	4 246
Takarbeta av plåt	73	22	15	2	-	-	112
Elinstallationer	430	99	234	55	2	6	826
Ventilationsarbeten	80	13	40	5	1	1	140
VVS-arbeten	240	71	122	30	1	12	476
Måleri	111	79	34	13	-	1	238
Glasmästeriarbeten	28	5	12	2	1	-	48
Maskinentreprenad	38	9	6	2	-	-	55
Totalt	3 140	1 028	1 560	329	32	52	6 141
Frekvens (Antal/1000)	12,5	4,1	6,2	1,3	0,1	0,2	24,5

Tabell 3.3 visar antalet arbetsskador som anmäldes till Arbetsmiljöverket år 2006. Dessa uppgifter ingår i Arbetsmiljöverkets ISA-statistik. Om vi jämför utfallet för antal anmälda arbetsskador per 1 000 sysselsatta enligt tabellerna 3.1 och 3.3 framträder utvecklingen enligt figur 3.4.

Figur 3.4. Anmälda arbetsskador i byggverksamhet 2006 och 2015 (Samuelson 2015, 2016)



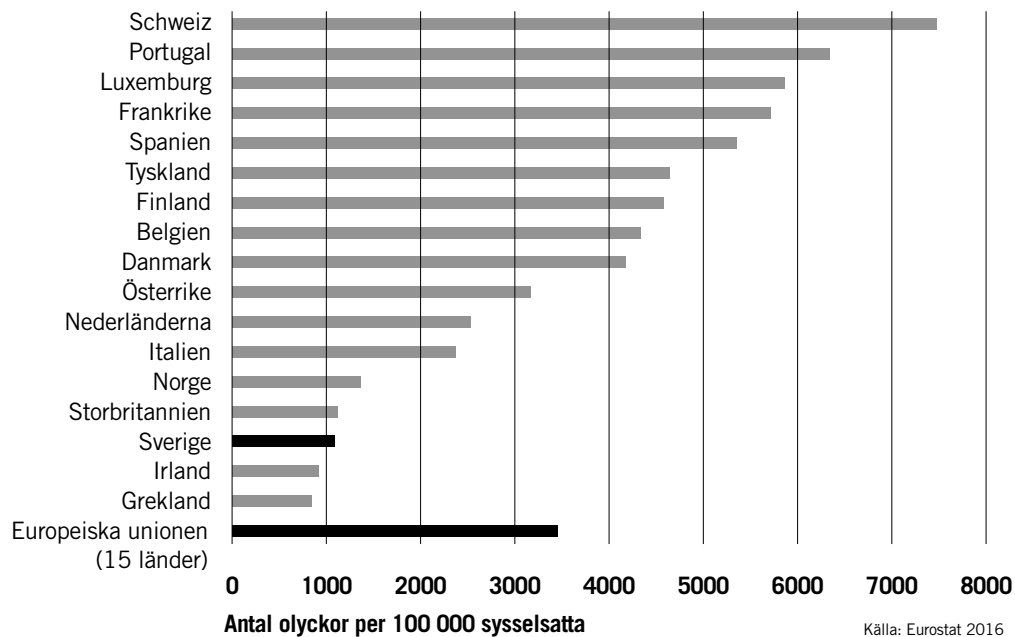
Skadefrekvensen, det vill säga, antalet skador per 1 000 sysselsatta, sjönk under perioden 2006–2015. Antalet arbetsolyckor ökade något, men frekvensen sjönk ändå genom det kraftigt ökade antalet sysselsatta, från 251 400 personer år 2005 till 323 400 personer år 2014. (Sysselsättningsdata ligger ett år efter. Här refereras därför till RAMS 2005 respektive RAMS 2014.)

Både antalet och frekvensen av arbetssjukdomar minskade dramatiskt under perioden, och frekvensen nästan halverades. Nedgången har varit konstant under en lång följd av år trots att utvecklingen har varit annorlunda i andra branscher. (Samuelson 2007, 2016).

3.3 SVENSK BYGGVERKSAMHET I EUROPEISK JÄMFÖRELSE

Uppgifter om arbetsskador i Europa finns hos EU:s statistikbyrå Eurostat. Senast tillgängliga uppgifter gäller år 2013 och Eurostat redovisar data från samtliga 28 medlemsländer samt Island, Norge och Schweiz. Vid jämförelser är det lämpligt att använda EU15 plus Norge och Schweiz, då kvaliteten på data från övriga länder troligen har låg tillförlitlighet. Men tillförlitligheten varierar även inom EU15. Av data från Eurostat (EU15) framgår att frekvensen av rapporterade arbetsolycksfall bland egenföretagare i byggverksamhet generellt är ungefär hälften av olycksfrekvensen bland anställda.

Figur 3.5. Arbetsolyckor 2013: Byggverksamhet inom EU15 samt Norge och Schweiz (Eurostat 2016)

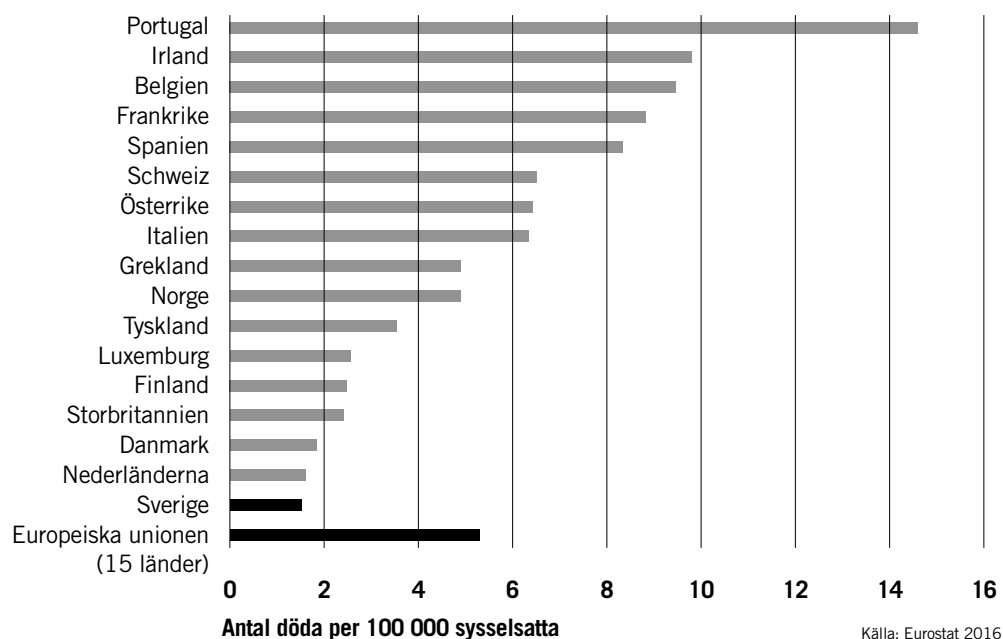


Olycksfrekvensen (olyckor per 100 000 sysselsatta) i svensk byggverksamhet är låg i förhållande till övriga länder (EU15) i Europa. Grekland befann sig i djup ekonomisk kris 2013, vilket drog ned byggverksamheten till mycket låg nivå. Greklands rapporterade olycksfrekvens 2008 var dock mer än dubbelt så hög som Sveriges. Även Irland befann sig i ekonomisk kris 2013. I en irländsk analys från the Economic and Social Research Institute, ESRI, konstateras att den rapporterade olycksfrekvensen i bland annat byggbranschen nästan halverades under konjunktur nedgången

2008–2012 jämfört med konjunkturuppgången 2001–2007 (Russel med flera 2015). Studien visar också att olycksfrekvensen tycks korrelera med sysselsättningen i den aktuella branschen. Vid sämre konjunkturlägen ökar antalet egenföretagare utan försäkring, vilket starkt minskar anmälningbenägenheten. Andra utpräglade krisländer är Portugal och Spanien, och av dem visar Spanien ett liknande mönster som Irland och Grekland medan Portugal hade ganska oförändrad olycksfrekvens 2008–2013.

Den relativt låga arbetsolycksfrekvensen i svensk byggverksamhet avspeglas även i frekvensen dödsolyckor.

Figur 3.6. Dödsolyckor 2013: Byggverksamhet inom EU15 samt Norge och Schweiz (Eurostat 2016)



Nederländerna och Danmark hade också en förhållandevis låg frekvens dödsolyckor trots relativt många fler arbetsolycksfall, jämför figur 3.6. Vidare står Irlands höga frekvens i bjärt kontrast till den relativt låga rapporterade olycksfallsfrekvensen, se figur 3.5. I Irlands fall kan detta kanske delvis förklaras av att byggbranschen numera har en stor andel egenföretagare som inte rapporterar olycksfall, medan dödsfall troligen alltid registreras.

4. Resultat

I detta kapitel ger vi en sammanställning över svensk och internationell forskning som behandlar risk och säkerhet i byggbranschen. Redovisningen är ordnad under fyra huvudrubriker:

- Forskning om olycksfall och deras grundorsaker
- Forskning om säkerhetsarbete och olycksfallsprevention
- Forskning om program och modeller för säkerhet
- Forskning om tekniska lösningar

4.1 FORSKNING OM OLYCKSFALL OCH DERAS GRUNDORSAKER

Det finns ett stort antal i huvudsak kvantitativa studier över olycksfall som vi beskriver i detta avsnitt under specifika teman. Vi inleder med studier där den allmänna problembilden varit i fokus och där flertalet faktorer ofta ingått i undersökningarna, följt av mer specifika analyser av olika olycksorsaker, risker och skador.

4.1.1 Allmän problembild

Murie (2007) har studerat statistiskt material från International Labour Organization (ILO). Enligt det dör varje år uppskattningsvis 100 000 arbetare inom bygg- och anläggningsindustrin, och därutöver anses ytterligare 100 000 dö på grund av arbetsrelaterade sjukdomar. Enligt artikeln finns cirka 7 procent av världens arbetskraft inom bygg- och anläggningsindustrin, medan branschen svarar för 30–40 procent av arbetsolyckor och arbetssjukdomar med dödlig utgång.

Hinze med flera (2006) har analyserat skador utan frånvaro baserat på arbetsmedicinska data om 135 998 skadade byggnadsarbetare, hämtade från 250 medicinska kliniker i USA åren 2001–2003. Resultaten visar att nästan hälften av olyckorna var skärsår eller skador på ländrygg, ögon eller axel/arm/händer. Dessa skador utgjorde nästan 59 procent av alla skador, och frekvensen och fördelningen tenderade att vara likartad från år till år. Hinze med flera jämför resultatet från studien med dödsolyckor och drar en preliminär slutsats att skadebilden för lindriga olyckor inte passar "profilen" för allvarliga skador eller skador som leder till dödsfall. Lindriga skador som inte leder till frånvaro kan med andra ord ha andra omedelbara bakomliggande orsaker jämfört med dödsolyckor som i regel orsakas av fall från höjd, elchocker eller klämskador eller beror på att arbetaren träffas av ett föremål. Den gamla devisen att

det bara skiljer en hårsman mellan lindriga skador och allvarliga skador kan således behöva revideras, enligt författarna.

Hinze och Teizer (2011) redovisar det arbete som utförs av OSHA (Occupational Safety and Health Administration) i USA. De hävdar att OSHA har haft positiva effekter på arbetsmiljön med minskande antal olyckor med dödlig utgång. I artikeln redovisas uppgifter om att bygg- och anläggningsindustrin omfattar 7 procent av arbetskraften, medan den står för cirka 20 procent av dödsolyckorna. Branschen betecknas som den tredje farligaste efter gruvindustri och jordbruk. Under perioden 2003–2009 hade man som mest 1 272 dödsfall inom bygg- och anläggningsindustrin år 2004, medan antalet hade sjunkit till 607 stycken år 2009. Författarna pekar på problemet att en allt större del av arbetarna på byggarbetsplatser finns hos underentreprenörer, går på korttidskontrakt eller är oförsäkrade, vilket gör att de hamnar utanför den statistik som registreras av OSHA.

Dumrak med flera (2013) redovisar en omfattande modell för att analysera vilka faktorer som inverkar på allvarlighetsgraden vid olyckor i byggnadsindustrin. Modellen innehåller faktorerna arbetsuppgifter, arbetarens egenskaper, olyckans mekanism, arbetsplatsen och lokalisering av skada på kroppen. Studien bygger på data från en databas som administreras av en myndighet för arbetsmiljö och hälsa i South Australia. Totalt 24 764 registrerade olyckor under perioden 2002–2011 har valts ut för studien. Olyckorna har klassificerats enligt en 6-gradig skala från obetydlig skada till dödlig konsekvens. Resultaten indikerar att olyckor med allvarliga skador oftare drabbar äldre arbetare, mer erfarna arbetare, anställda i mindre företag och anställda på arbetsplatser utanför tätort. De medelstora företagen verkar vara mindre utsatta för olyckor med allvarliga konsekvenser. Enligt studien drabbas kvinnor generellt i mindre utsträckning av olyckor än män, medan de är överrepresenterade i allvarliga olyckor. Ett överraskande resultat, i motsats till andra studier, var att fallolyckor inte hade något särskilt starkt samband med allvarliga olyckor.

López med flera (2008) beskriver olyckor som inträffade under 10 år (1990–2000) i den spanska byggindustrin, baserat på information från 1 630 452 registrerade fall. Resultaten visar att män generellt råkar ut för allvarligare olyckor än kvinnor, och att äldre byggarbetare tenderar att råka ut för allvarligare olyckor än yngre. Sannolikheten för att en olycka ska få allvarliga konsekvenser ökar när det handlar om arbete på byggställningar, på stegar och i fordon. Sannolikheten för allvarliga konsekvenser är också större i företag med färre än 25 anställda. Olyckor som sker på

eftermiddagen brukar vara allvarligare och/eller oftare ha en dödlig utgång. Klimatet visar sig även spela en roll; olyckor med allvarliga konsekvenser tenderar att ske vid byggprojekt i bergiga områden där det regnar mycket i jämförelse med de mildare klimatet vid Medelhavet där olyckorna överlag inte är lika allvarliga. López med flera (2008) påpekar att de flesta olyckorna i den spanska byggindustrin sker mellan 10:00 och 11:00 medan de allvarligaste olyckorna sker efter 15:00. Det är vid dessa tidpunkter som spanska byggarbetare brukar fika (det vill säga, vid 10:00) och äta lunch (det vill säga, mellan 14:00 och 15:00), så López med flera (2008) drar slutsatsen att vad byggnadsarbetare gör, äter och dricker vid dessa tillfällen kan påverka sannolikheten för att en olycka inträffar samt dess allvarlighetsgrad.

Huang och Hinze (2003) utgår från alla olycksfallsundersökningar av dödsfall och allvarliga skador i den amerikanska byggindustrin som OSHA gjorde under perioden januari 1990–oktober 2001. Av dessa 7 543 olyckor utgjorde 2 687 fall från höjd och 54 ej fall från samma höjd, det vill säga, totalt 2 741 fallolyckor. De innebar 2 955 registrerade skador eftersom vissa av olyckorna innefattade två personer eller fler. Studien visar att de flesta fallolyckorna skedde från höjder lägre än 9,15 meter. Överlag inträffade flest olyckor i juli med 820 stycken (varav 266 fallolyckor) och antalet var minst i februari med 493 olyckor (varav 196 fallolyckor) under den angivna tidsperioden. Huang och Hinze (2003) drar slutsatsen att detta kan bero på det ökade antalet byggprojekt sommartid jämfört med vintertid. Övriga resultat från studien är att risker ofta missbedöms av byggarbetare och att erfarenhet av byggarbete i sig inte nödvändigtvis medför lägre risk för fallolyckor. Det finns även resultat som tyder på att andelen fallolyckor ökade i den amerikanska byggindustrin under åren 1990–2001.

Som visat ovan är det vanligt med studier som är baserade på data från OSHA i USA. Chi med flera (2013), Chi och Han (2013) och Chi med flera (2015) redovisar resultat från en studie som omfattar 9 358 olyckor inom amerikansk bygg- och anläggningsindustri under perioden 2002–2011. Underlaget utgjordes av 33 procent olyckor med dödlig utgång, 56 procent med sjukhusvistelse och 11 procent utan sjukhusvistelse. I Chi (2015) listas samband mellan 7 olika typer av olyckor och 17 riskfaktorer. Några av dessa korrelationer med sannolikhet att olyckan orsakas av en viss riskfaktor och sannolikhet att den också leder till dödsfall redovisas i tabell 4.1. Författarna menar att man kan använda underlaget för att prioritera åtgärder. Enligt tabellen skulle åtgärder för att förbättra arbetsytans skick på hög höjd ge störst effekt.

Tabell 4.1 Samband mellan typ av olycka och riskfaktor (efter Chi 2015)

Typ av olycka	Riskfaktor	Sannolikhet att olyckan orsakas av riskfaktorn	Sannolikhet att en olycka förorsakad av riskfaktorn leder till dödsfall
Fall från höjd	Brister i arbetsytans skick	49 %	52 %
Fall från höjd	Säkerhetsanordningar ur funktion	12 %	13 %
Träffad av föremål	Missbedömning av farlig situation	32 %	36 %
Träffad av föremål	Brister i utrustning eller metod vid materialhantering	13 %	16 %
Träffad av föremål	Flygande föremål	14 %	8 %
Klämning	Fallande föremål	9 %	13 %

År 2009 utgjorde fallolyckor cirka 40 procent (n = 147) av alla dödsolyckor i den japanska byggindustrin (Ohdo med flera, 2014). För den sydkoreanska byggindustrin var andelen över 50 procent (Kang 2012). Vi återkommer till fallolyckor längre fram i texten.

Jämförelser av statistik mellan olika länder måste göras med viss försiktighet, eftersom det inte finns enhetliga metoder för att samla in och klassificera data. I en studie av Cameron (2008) redovisas skillnader mellan Skottland och övriga Storbritannien. Underlaget för studien är data om dödsolyckor och allvarliga olyckor inom bygg- och anläggningsindustrin som registrerades under perioden 1997–2002. Enligt dessa data har Skottland i genomsnitt 50 procent högre värden för dödsolyckor, och 15 procent högre värden för allvarliga olyckor. En närmare analys visar dock att ett antal yrken, till exempel inom administration, ingår i data i England men inte i Skottland. Eftersom riskerna för olyckor inom dessa yrken är mycket låga får man statistiska värden som inte är jämförbara. Det finns all anledning att misstänka att liknande förhållanden gäller mellan olika länder generellt.

4.1.2 Arbetsrelaterade faktorer

Arbetets organisering

Kines och Mikkelsen (2003) undersöker kopplingen mellan storleken på företag, risken för fallolyckor och sannolikheten för att olyckor rapporteras in i den danska byggindustrin, där cirka 93 procent av företagen under 1990-talet hade 20 anställda eller färre. Resultaten visar att anställda på dessa mindre företag löpte större risk att råka ut för allvarliga fallolyckor under åren 1993–1999 jämfört med anställda i större företag. Anställda i större företag hade dock en högre risk för att råka ut för lindrigare fallolyckor. Enligt forskarna kan denna diskrepans delvis förklaras med att större företag har mer resurser att satsa på hälsa och säkerhet, och därmed har de säkrare arbetsprocesser. Större företag lägger även ibland ut de farliga arbetena på underentreprenörer, vilket innebär att allvarliga olyckor såsom fall från höjd i slutändan då också registreras bland mindre företag. När det gäller de lindrigare formerna av fallolyckor kan det vara så att större byggföretag har en bättre systematik för inrapportering jämfört med mindre företag, vilket då innebär att dessa olyckstyper registreras i högre utsträckning bland företag med 20 anställda eller fler.

Typ av arbete och arbetsuppgifter eller metoder

Baradan och Usmen (2006) har analyserat sexton olika yrkesgrupper inom den amerikanska byggindustrin med syfte att tydliggöra riskerna för respektive grupp. Data inhämtades från Bureau of Labor Statistics under en fyraårsperiod (1998–2001) och innefattade antalet skador som medfört frånvaro från arbete, antalet dödsolyckor och information om yrkesgrupperna i sig. Resultaten visar att metallarbetare och takläggare löpte störst risk att råka ut för skador överlag såväl som olyckor med dödlig utgång.

I en studie av Derr med flera (2001) i den amerikanska byggindustrin åren 1990–1999 identifierades 6 660 dödfall via OSHA:s databas, varav 2 353 (35,3 procent) hade kodats som fall (antingen från höjd eller ej från höjd). Takläggare, panelläggare och metallarbetare hade den högsta frekvensen med 18,6 dödsfall per 100 000 arbetare per år. Ett anmärkningsvärt resultat från studien är att fackligt anslutna arbetare hade en ökad risk för fallolyckor med dödlig utgång jämfört med icke-fackligt anslutna arbetare, något som Derr med flera (2001) anser kan bero på att fackligt anslutna arbetare i regel arbetar i större projekt som kräver mer arbete från höjd. Det är även mer sannolikt att fackligt anslutna arbetsplatser rapporterar in arbetsskador till OSHA. Resultaten visar vidare att män hade en högre risk för fallolyckor med dödlig utgång jämfört

med kvinnor, vilket kan bero på att kvinnor lägger större vikt vid fallskydd och/eller att kvinnor generellt utför mindre farliga arbetsuppgifter i byggindustrin. En slutsats är att frekvensen av fallolyckor med dödlig utgång i den amerikanska byggindustrin minskade något under 1990-talet, vilket möjligtvis kan kopplas till den generella minskningen av dödsolyckor (Derr med flera, 2001).

I Chis med flera studie (2013) kom man fram till att 20 procent av klämolyckorna med dödlig utgång skulle kunna påverkas genom bättre kontroll på hur arbetet går till och bättre förmåga att bedöma situationen. Just dessa riskfaktorer hade också stor betydelse för olyckor där arbetare träffas av föremål. Författarna hävdar också att 6 procent av samtliga fallolyckor, och 5 procent av fallolyckor med dödlig utgång, kan elimineras med rätt verktyg och metod för att utföra arbetet.

Fredricks med flera (2002) beskriver de vanligaste typerna av skador bland entreprenörer som utför mekaniska arbeten i den amerikanska byggindustrin. Resultaten visar att ögonskador orsakade av slipning och svetsning samt skärskador på de övre extremiteterna på grund av arbete med metallplåtar och liknande föremål är vanligast bland dessa grupper. I en studie av Poupon med flera (2005) intervjuas 18 personer som fått läkarvård för brännskador som orsakats av cement. En slutsats är att arbetarna inte känner till de risker som är kopplade till hantering av cement och därför behövs bättre preventiva åtgärder. Problem kopplade till cement kan således vara en i mängden av "osynliga" risker på byggarbetsplatser.

Utrustning

Suarez-Cebador med flera (2014) har undersökt orsaker till och konsekvenser av elrelaterade olyckor i byggindustrin i Spanien. Undersökningen bygger på ett statistiskt underlag med 1 162 598 registrerade arbetsplatsolyckor, varav 2 776 gällde elektricitet. Olyckor med elektricitet ger i allmänhet betydligt allvarigare konsekvenser än andra olyckor. Enligt den aktuella studien är sannolikheten 4,6 gånger högre att en olycka med elektricitet ska leda till allvarliga skador eller dödsfall, jämfört med genomsnittet för arbetsplatsolyckor.

Hinze och Teizer (2011) har analyserat 13 511 olyckor med dödlig utgång inom bygg- och anläggningsindustrin i USA åren 1990–2007. Man studerade särskilt olyckor som ansågs ha samband med dålig sikt, och kom fram till att det gällde för 659 av olyckorna. Den absoluta majoriteten av dessa olyckor (594 stycken) skedde i samband med det man klassificerat som tung utrustning, och gällde

huvudsakligen olika typer av fordon. Vidare framkom att mer än hälften av olyckorna skedde i samband med backning, och ofta med bristande larmanordningar.

4.1.3 Omgivningsfaktorer

Klimat

Lipcombe med flera (2006) har studerat olyckor förorsakade av att arbetare halkat eller snavat. Underlaget är data från bygget av Denvers internationella flygplats, vilket omfattade 2 843 kontrakt med 769 företag och mer än 32 000 arbetare. Halk- och snavningsolyckorna svarade för nära 25 procent av utbetalade ersättningar för förlorad inkomst. Omgivningsförhållanden såsom smutsiga kläder, damm, snö, is, lera och dåligt väder identifierades som orsaksfaktorer i mer än 50 procent av olycksfallen.

Tid på dygnet

En studie av López med flera (2011) i den spanska byggindustrin bygger på data från 2 155 954 registrerade olyckor 1990–2002, och den visar att 98,23 procent har klassificerats som lindriga olyckor, 1,62 procent som allvarliga olyckor och 0,15 procent som dödsolyckor. Olyckor som sker mellan 13:00 och 17:00 under en arbetsdag är i regel allvarligare än olyckor som sker vid någon annan tidpunkt och innefattar således även fler dödsolyckor. López med flera (2011) kallar detta för "luncheffekten" och undersöker om detta kan kopplas till konsumtion av alkohol, men kunde endast finna visst stöd för detta. Denna fråga, och huruvida exempelvis trötthet efter lunch kan påverka säkerheten, är enligt Lopez med flera (2011) viktiga områden att studera vidare.

Ekonomiska cykler

Fuente med flera (2014) har studerat olycksutvecklingen i Spanien under perioden 2005–2009. Författarna utgick från en hypotes att arbetsolyckor följer ekonomiska cykler, där man i detta fall hade expansion under 2005–2006 och en tilltagande ekonomisk kris 2007–2009. Underlaget utgjordes av 4 149 813 rapporterade skador. Inom bygg- och anläggningsindustrin minskade index för olyckor med lindriga skador med 29 procent från 2006 till 2009, allvarliga skador minskade med 35 procent och för dödsfall minskade index med 16 procent. Generellt minskade index för olycksfall med dödlig utgång under hela perioden, medan övriga olyckor följde den ekonomiska cykeln.

4.1.4 Personburna faktorer

Individuella attityder och resurser

Ett antal studier tar sin utgångspunkt i personfaktorer, det vill säga, kopplingen mellan individen och olycksrisken alternativt olycksgraden. Chau med flera (2002) kom i sin studie fram till att individuella faktorer har betydelse för antalet olyckor. Detta förtydligas av Chen med flera (2016) som menar att det bästa sättet att öka säkerheten inom byggbranschen är att identifiera individrelaterade risker eftersom över 70 procent av de olyckor som sker är individrelaterade.

En annan variabel som undersökts är språkbarriärers inverkan på säkerheten. Trajkovski med flera (2005) belyser språkproblematiken med icke engelskspråkig arbetskraft i Australien i en studie där man identifierade svårigheter med att ta till sig information om hälso- och olycksfallsrisker och svårigheter med att förstå innehållet i obligatoriska kurser och utbildningar. För att lösa problemen rekommenderas att anpassa information och kurser till fler språk. Ett helt annat utfall fick McConnell (2006) som utgick från den amerikanska byggindustrin där medarbetare av latinamerikanskt ursprung tenderar att råka ut för fler och allvarigare olyckor än andra. Ett instrument utvecklades för att undersöka om språkbarriärer kan vara en påverkande faktor. Resultatet visade att det inte fanns några signifikanta skillnader i olyckor med grund i språkförmåga. Det var snarare så att ju bättre medarbetaren var på engelska, desto större sannolikhet för att han eller hon skulle råka ut för en olycka – något som motsäger tidigare forskning som visat att spansktalande tenderar att ha högre olycksfallsfrekvens.

Forskning visar att även psykosociala faktorer påverkar säkerheten. Enligt Lorente med flera (2014) påverkas byggarbetares individuella prestationer av deras personliga resurser såsom självförtroende och mentala och emotionella resurser. Individuella prestationer undersöktes även av Powell (2010) i en studie om hur sömnlöshet bidrar till utmattning, vilket i sin tur kan ha påtagliga effekter på individers välmående, prestation och säkerhet i arbetet. Resultatet visade att risken för olyckor ökar med 9 procent för byggarbetare som inte får åtta timmars sömn. Sambandet mellan utmattning och prestation undersöktes även av Fang med flera (2015) som kom fram till att särskilt förmågan att styra motorer blev sämre i takt med högre grad av utmattning.

Hung med flera (2011) observerade byggarbetare, första linjens handledare och projektledare i små byggföretag för att upptäcka skillnader i attityder och beteenden som är kopplade till säkerhet.

Resultatet visade på skillnader mellan grupperna avseende attityder och synen på risk. Medan projektledare värderade säkerheten högt hade byggarbetare och även första linjens chefer en tendens till ett mer riskfyllt beteende. För att höja säkerheten rekommenderas att man håller regelbundna säkerhetsmöten, har intern utbildning och fokuserar på sin säkerhetspolicy.

Ålder och erfarenhet

Ett vanligt sätt att undersöka individens koppling till olyckor är att analysera skedda olyckor utifrån olika variabler, antingen genom statistik eller genom enkätmaterial. Chau med flera (2002) genomförde en enkätstudie där 880 fallolyckor under åren 1995 och 1996 analyserades utifrån personens ålder, BMI, erfarenhet, sovvanor, rökning och så vidare. De vanligaste olycksfallsorsakerna visade sig vara fall i samband med att man bar på något handhållet verktyg eller objekt som rörde sig. Dumrak med flera (2013) analyserade 24 764 olyckor utifrån variabler såsom ålder, erfarenheter, kön och språk, och kom fram till att allvarlighetsgraden ökar i takt med ålder. Alderns betydelse framkom även i Camino Lopez (2011) undersökning om fall från en handhållen stege i Spanien åren 2003–2008. Totalt 21 725 olyckor analyserades mot variabler såsom ålder, kompetens, företagsstorlek, sektor och form av skada. Resultatet visade att risken för fallolyckor från stege ökade i takt med ålder men även att olyckorna i småföretag var allvarligare än de som skedde i stora företag. Samtidigt menar Schwatka med flera (2012) att ålder inte har någon betydelse för antalet olyckor men däremot för skadekostnaderna.

Salminen (2004) har studerat 108 artiklar för att se om unga (< 25 år) löper större risk för olyckor i arbetet än äldre arbetare och om de oftare drabbas av dödsolyckor. Totalt 10 av artiklarna gällde bygg- och anläggningsindustrin. I 2 av dessa kom man fram till att unga hade lägre andel dödsolyckor än äldre, medan 2 artiklar visade motsatt resultat, och ytterligare 2 inte kunde se någon skillnad mellan yngre och äldre.

Kön

Det finns inga egentliga genusanalyser i bemärkelse kön som social konstruktion i byggbranschen. Däremot finns det ett antal studier som använder kön som en variabel i analysen.

Ett återkommande tema är att män är utsatta för större skaderisker än kvinnor. Jackson och Loomis (2002) har studerat 525 olyckor i byggindustrin med dödlig utgång i North Carolina under perioden 1978–1994, och man konstaterar en markant övervikt för män:

16,8 fall per 100 000 anställningsår jämför med kvinnornas 0,7 fall. Kvinnor står för 8,5 procent av arbetskraften men bara för 0,4 procent av olyckorna med dödlig utgång. Den förklaring Jackson och Loomis ger är att kvinnor har andra arbetsuppgifter än män, till exempel arbetsledning och administration.

Horwitz och McCall (2004) har studerat skadeersättningar för svåra olycksfall i Oregons byggnadsindustri under perioden 1990–1997. Man konstaterar att 12,2 procent av arbetskraften är kvinnor men att de bara svarar för 3,9 procent av ersättningsanspråken. Som förklaring anförs att 75,3 procent av kvinnorna hade administrativa arbetsuppgifter medan motsvarande andel för män var 8,8 procent. Antalet olyckor med dödlig utgång var 51 för män och 1 för kvinnor. Liknande resultat presenteras av Dumrak med flera (2013) som har studerat skadeersättningar för arbetsolyckor inom byggindustrin i South Australia under perioden 2002–2011. Man konstaterar att 13 procent av arbetskraften är kvinnor men att de bara svarar för 2,8 procent av ersättningsanspråken. Ingen olycka med dödlig utgång drabbade kvinnor under den aktuella perioden.

En omfattande studie presenteras av Welch med flera (2000) som utifrån ett medicinskt perspektiv har studerat arbetsolyckor i USA:s byggnadsindustri. De konstaterar inledningsvis att år 1997 var 9 procent av arbetskraften kvinnor: 2 procent var kvalificerade yrkeskvinnor och resterande 7 procent fanns inom arbetsledning och administration. Intresset för att anställa kvinnor ökar på grund av svårigheter att finna kvalificerad arbetskraft. Welch med flera konstaterar att andelen dödsfall är högre för män än för kvinnor. Även här är förklaringen att arbetsledning och administration ingår i statistiken. Dödsfallsfrekvensen för kvinnor är väsentligt högre när det gäller trafikolyckor och mord, 43 procent respektive 11 procent, vilket ska jämföras med männens 15 respektive 3 procent. En förklaring till trafikolyckorna är att hälften av de drabbade kvinnorna var trafikvakter, så kallad "flaggers", medan motsvarande andel för männen var 3 procent. Den höga mordfrekvensen är förvånande för oss men kommenteras inte ytterligare. Författarna menar att kvinnor i byggindustrin främst möter sex risker: skador för reproduktionsförmågan (exponering av farliga ämnen), belastningsskador (tungt lyft, "work smarter not harder"), bristande sanitära förhållanden (dåliga toaletter leder till urinvägsinfektioner), arbetsplatskultur (trakasserier och verbala övergrepp), dåligt anpassade kläder och utrustning (storlekar anpassade för män) och brist på arbetsmiljöutbildning och yrkesträning (vissa män är ovilliga att dela med sig av sina kunskaper och erfarenheter, så kallad "tricks of the trade").

Loosemore och Waters (2004) har via en enkätstudie studerat kvalificerade tjänstemän, så kallad "professionals", inom byggindustrin och konstaterar att stressnivån generellt är något högre för män än för kvinnor. Det förvånade författarna då underrepresentation normalt anses orsaka ökad stress. De största orsakerna till stress för både kvinnor och män är det höga arbetstempot i industrin, det stora ansvaret och den diversifierade arbetskraften. Utöver detta finns skillnader mellan kvinnor och män där männen upplever större stress i samband med risktagande, disciplinära ärenden och konsekvenser av misstag samt på grund av risken för att bli övertalig och att tvingas byta jobb för sin karriärutveckling. För kvinnor kopplas stress till personlig utveckling, lönenivå, och resor i tjänsten samt till krav på att hålla sig uppdaterad. En förklaring som framförs kan vara att män generellt återfinns på mer seniora positioner i företagen.

Brogmus (2007) har analyserat förlorad arbetstid under veckans olika dagar på grund av olyckor. Studien baseras på totalt 1 254 790 registrerade arbetsskador. De samlade resultaten visar att mest arbetstid går förlorad under helgdagar och måndagar, där kvinnor står för överrepresentation på helger och män på måndagar. Detta anses bero på att kvinnor i stor utsträckning har ett andra jobb som de utför på helger, och att arbete under helger ofta utförs utan arbetsledning. Inom bygg- och anläggningsindustrin uppvisar måndagar klart fler förlorade arbetstimmar än övriga veckodagar. Det överensstämmer med den generella trenden för män, vilket bland annat kan hänföras till att andelen kvinnlig arbetskraft inom bygg- och anläggningsindustrin enligt denna studie är extremt mycket lägre än inom andra branscher.

4.1.5 Svenska erfarenheter

Svensk byggindustri betraktas internationellt i många avseenden som ett föredöme och ett framgångsexempel när det gäller arbetsmiljö och arbetsförhållanden. Trots det är branschen fortfarande drabbad av en stor andel allvarliga arbetsplatsolyckor med flera dödsfall per år.

Hallgren och Axelsson (2015) fokuserar på individer som skadat sig vid arbete i anslutning till byggnadsställningar under perioden 2012–2014. Totalt intervjuades 50 personer, varav 49 män, som skadats vid såväl montering och demontering av ställningar som vid arbete som utförts på dessa (inklusive de transporter som sker via ställningar). Resultaten visar att ett stort antal faktorer påverkar denna olyckstyp:

- klimatpåverkan (exempelvis snö och is) som orsakar halka
- bristande koordinering mellan den part som monterar en ställning och de som sedan ska arbeta på den
- bristande utrymme för arbete på ställningsplanen
- ojämna gångpassager som kan orsaka balansförluster
- arbete på rullställning med olåsta hjul (som även det kan orsaka balansförlust)
- vrickningar och balansförluster i största allmänhet vid arbete från höjd
- avsaknad av skyddsräcken
- personer som demonterar ställningar för snabbt och riskfyllt (ofta på grund av bristande kunskaper och kompetens)
- risktagande på grund av ekonomiska påtryckningar, pressade arbetstider och stress
- val av ställning som inte uppfyller säkerhetskrav.

En av författarnas slutsatser är att en stor del av det preventiva arbetet bör göras i arbetsberedningsgrupper där allt från Bas-U till byggarbetarna själva finns representerade. Dessa grupper kan även använda IT-baserade lösningar för exempelvis riskanalys, som ett sätt att optimera användningen av såväl mänsklig kunskap och erfarenhet som moderna tekniska hjälpmedel vid diskussion om produktions- och arbetsmiljöfrågor.

I ett forskningsprojekt vid Luleå tekniska universitet (Stenberg 2016) har allvarliga arbetsplatsolyckor inom svensk byggindustri studerats. Studien bygger i huvudsak på två enkätundersökningar genomförda under 2012 och 2013, och författaren studerade allvarliga arbetsolycksfall som inträffade under åren 2005, 2007, 2009 och 2011 samt en referensgrupp bestående av byggnadsarbetare som inte råkat ut för allvarliga arbetsplatsolyckor.

Undersökningen ger en komplex bild av bakomliggande orsaker till allvarliga arbetsolyckor i branschen, men några områden bör särskilt beaktas:

- personfaktorer
- säkerhetskultur
- stress
- säkerhetsdesign.

Personfaktorer

Det är uppenbart att det finns individuella variationer, exempelvis ålder, fysik och attityd, mellan och inom olika grupper av anställda. Dessa faktorer måste beaktas vid planering, organisering och bemanning av arbetet. Det är tydligt att risken för allvarliga arbetsplatsolyckor ökar i de äldre åldersgrupperna, vilket inte är oväntat med tanke på arbetets fysiska karaktär.

Säkerhetskultur

Den säkerhetskultur som råder på arbetsplatsen har stor inverkan på olyckstalen. Arbetsledningen måste gå i bräschen och ge säkerhetsfrågorna högsta prioritet. Ett väl fungerande förebyggande arbete för hälsa och säkerhet är starkt kopplat till planeringen av arbetsplatsen i övrigt och de anställdas stressnivå. Enligt författaren kan riktade utbildningsinsatser inom området hälsa och säkerhet mot riskgrupper, främst yngre med kort yrkeserfarenhet, förbättra arbetsplatsens säkerhetskultur – i kombination med en genomtänkt arbetsorganisation och bemanningsidé.

Stress

Pressade byggtider är ett välkänt begrepp inom branschen och många olycksdrabbade upplever att stress är ett problem. Det finns också ett klart samband mellan stress och olycksfall: ungefär hälften av respondenterna uppgav att de vid olyckstillfället var mycket eller till viss del stressade. Stressen minskar dock med en god planering av arbetet och ett väl fungerande förebyggande arbete för hälsa och säkerhet. Här finns också en koppling till lönesystemets utformning då olycksdrabbade med tidlön inte upplevde arbetssituationen som stressig i samma omfattning som de som arbetade med ackordslön eller annan form av prestationslön.

Säkerhetsdesign

Olycksfallsriskerna på byggarbetsplatser är många och hanteras vanligtvis på plats. Dessa risker kan dock minska genom att föra in hälso- och säkerhetsaspekten tidigt i projektet. Det betyder att professioner som är involverade i tidiga planeringsstadier, såsom arkitekter och konstruktörer, inte enbart kan säkerställa slutanvändarens säkerhet utan också måste prioritera säkerheten under själva byggprocessen

4.2 FORSKNING OM SÄKERHETSARBETE OCH OLYCKSFALLSPREVENTION

Säkerhetsarbete generellt, och olycksfallsprevention specifikt, kan bedrivas på många plan och med många olika metoder. I detta avsnitt har vi samlat den forskning om säkerhetsarbete och preventiva åtgärder vi funnit i vår litteraturgenomgång. Gällande lagstiftning anger ramarna för arbetet, och därför börjar vi med att redovisa forskning om lagstiftningen.

4.2.1 Byggarbetsplatsdirektivet

Lagar och föreskrifter på säkerhets- och arbetsmiljöområdet skiljer sig av naturliga skäl mellan länder. Den europeiska byggindustrin överlag har dock påverkats mycket av EU-direktiv 92/57/EEG ("byggarbetsplatsdirektivet") som infördes under 1990-talet, och ett antal studier belyser just detta.

I grund och botten handlar direktivet om krav på att medlemsstaterna ska skapa förutsättningar för säkra byggnads- och anläggningsarbeten, exempelvis genom att tydliggöra roller och ansvar vid såväl planering och projektering som vid arbetets utförande (Almén och Larsson 2014). Martínez-Aires med flera (2010) beskriver hur och när olika medlemsstater införlivade direktivet i den inhemska arbetsmiljölagstiftningen och hur denna förändring kan ha påverkat olycksfallsfrekvensen i respektive land. Studien visar att år 2005, det vill säga 5–10 år efter införandet, hade olycksfallsfrekvensen sjunkit i 11 av de 15 undersökta länderna. Grekland och Belgien uppvisade de mest påtagliga sänkningarna med 65,7 procent respektive 42,0 procent. Irland (+ 91,5 procent), Sverige (+ 41,6 procent) och Danmark (+ 9,2 procent) hade de största ökningarna av olycksfrekvens. Detta bör dock tolkas försiktigt eftersom exempelvis Sverige ändrade sättet som data samlades in och registrerades under perioden. Sverige och Irland har också bland de lägsta frekvenserna i Europa överlag enligt studien.

En slutsats är att sedan införandet av byggarbetsplatsdirektivet har olycksfallsfrekvenserna sjunkit i den europeiska byggindustrin. Svårigheterna med att isolera orsakssambanden kvarstår dock och Martínez-Aires med flera (2010) understryker att andra faktorer såsom arbetskraftsrörlighet över nationsgränser, entreprenörskedjor, nivå av träning och utbildning påverkar säkerheten och bör således beaktas vid tolkningen av resultatet. Med utgångspunkt i behovet av fallstudier i respektive land undersöker samma forskargrupp i en senare artikel (Martínez-Aires med flera 2016) hur byggarbetsplatsdirektivet infördes i Spanien och Storbritannien, samt hur detta samspelar med etablerade arbetssätt inom "Prevention through Design" (PtD). Resultaten visar att PtD fungerar bättre i

den brittiska kontexten eftersom lagkraven på samordning redan vid planering och projektering är tydligare än i den spanska lagstiftningen. Strategiska satsningar på PtD kan således gynnas av utförliga krav på vilka uppgifter som byggarbetsmiljösamordnare ska ha vid planering och projektering. Det underlättar alltså om implementeringen av byggarbetsplatsdirektivet har varit tydlig och omfattande i den inhemska lagstiftningen. Den brittiska lagstiftningen har även en fördel i och med att ordet "design" finns med i själva namnet på regelverket i sig, "Construction (Design and Management) Regulations" (CDM), vilket gör det lättare att förstå dess innebörd och att tillämpa reglerna praktiskt.

Några studier (se Baxendale och Jones 2000; Beal 2007) har studerat införandet av direktivet i den brittiska byggindustrin ur ett mer kritiskt perspektiv. Beal (2007) beskriver exempelvis att införandet av CDM inte har fått den effekt som önskats. När CDM utvecklades räknade man med att antalet dödsfall på större byggarbetsplatser skulle minska med 20 procent och på mindre byggarbetsplatser med 33 procent. År 2007, det vill säga, cirka 10 år efter införandet, fanns det ingenting som pekade på att CDM hade haft någon specifik effekt. Enligt Beal (2007) har snarare diffusa formuleringar i lagen och svårtillämpliga paragrafer gjort det än mer komplicerat att upprätthålla en god säkerhet på brittiska byggarbetsplatser.

I svensk kontext infördes 2009 krav på att det ska finnas en byggarbetsmiljösamordnare såväl vid planering och projektering av ett byggprojekt (Bas-P) som vid dess utförande (Bas-U). Med fokus på de inledande faserna av byggprojekt beskriver Almén och Larsson (2014) vilka som tenderar att utses till Bas-P och vad dessa faktiskt gör för att förhindra skador på byggarbetsplatser. Studien visar att det varierar kraftigt vilken utbildning byggarbetsmiljösamordnarna har för uppgiften och även deras allmänna erfarenhet av byggprojekt. Vissa av de intervjuade i studien uppgav att rollen inte innebar något arbete i praktiken medan andra såg det mest som en administrativ uppgift. Ett fåtal ansåg dock att det innebar ett aktivt arbete med skadeprevention. Almén och Larsson (2014) rekommenderar att de svenska föreskrifterna för byggnads- och anläggningsarbete ändras på åtminstone två huvudsakliga punkter:

1. Tydliggör huruvida byggarbetsmiljösamordnare aktivt ska identifiera, bedöma och reducera risker vid ändringar i design.
2. Tydliggör exakt när planering ska samordnas, det vill säga, om det ska ske precis innan utförandet eller från allra första början, inklusive konceptfasen.

Almén och Larsson (2014) ger vidare följande allmänna förslag på förbättringar av byggarbetsmiljösamordningen:

- Arbetsmiljöverket bör tydliggöra de inblandade aktörernas ansvar och ta fram fler riktlinjer för hur byggherrar, designer och samordnare med flera kan planera och projektera för hälsa och säkerhet.
- Kraven på samordning bör anpassas efter byggarbetsplatsens komplexitet och storlek.
- Revidera vilka hälso- och säkerhetsfrågor som ingår i den utbildning som aktiva projekterare och planerare får, i jämförelse med kraven via lagstiftning.
- Säkerställ att designer och arbetsmiljösamordnare får den utbildning de behöver i frågor rörande hälsa och säkerhet.
- Genomför fler studier som visar hur aktörer som är aktiva vid planering och projektering uppfattar sina respektive ansvar och hur arbetet med att förhindra skador tar sig uttryck i praktiken.

Almén (2009) understryker även vikten av att såväl byggherre som totalentreprenör prioriterar säkerhets- och arbetsmiljöfrågor redan i de tidiga stadierna av byggprocessen, och att detta arbete påverkar förutsättningarna för Bas-P:s arbete. Byggherren bör exempelvis säkerställa att det finns rutiner för att kontinuerligt bedöma och hantera risker, att byggherre, projektör och personal löpande kommunicerar om arbetsmiljörelaterade frågor, och att parter i byggprocessen har tillräcklig kompetens och erfarenhet av produktionsmetoder och arbetsmiljö. I det enskilda byggprojektet bör det finnas rutiner för att överlämna de risker som är kvar från projekteringen till produktionen.

4.2.2 Tillsyn och efterlevnad

I en studie av OSHA beskriver Weil (2001) hur myndighetens tillsynsarbete i slutet av 1980-talet och början av 1990-talet komplicerades avsevärt av byggarbetsplatsers grundläggande dynamiska natur. Byggarbetsplatsers föränderliga karaktär gör att tillsynsarbetet blir svårare att genomföra, exempelvis när det gäller att följa upp genomförda inspektioner. Enligt Weil (2001) fokuserade OSHA en stor del av sina resurser på punktinsatser vid stora byggföretag, något som medförde att de verkligt problematiska områdena – i regel de arbeten som utförs av mindre underentreprenörer i mindre byggprojekt – hamnade i skymundan. En slutsats från studien är att tillsynsmyndigheten bör omfördela en del av sina resurser för att även täcka dessa mer problematiska sektorer i byggindustrin. En liknande slutsats dras även av Kines

och Mikkelsen (2003) i en studie av den danska byggindustrin, det vill säga. att tillsynsmyndigheten bör satsa mer resurser på tillsyn av företag med färre än 20 anställda, speciellt när det gäller arbeten som involverar stegar och tak, det vill säga. riskfyllda arbetsmoment utförda på höjd.

Utöver frågan om tillsyn berörs även företagens förmåga att leva upp till allmänna lagkrav på säkerhet och arbetsmiljö i ett antal studier. Loosemore och Andonakis (2007) beskriver hur den australiensiska byggindustrin reagerat på förändringar i arbetsmiljölagstiftningen. Sedan 2001 har huvudentreprenörer och underentreprenörer fått mer ansvar för hälso- och säkerhetsfrågor, men för att ett sådant självreglerande system ska vara framgångsrikt måste de berörda arbetsgivarna ha rätt kunskaper och arbetssätt så att de effektivt kan möta upp de nya kraven på roller och ansvar från lagstiftningen. I studien slogs det fast att detta sällan utgör ett problem för huvudentreprenörer. Problem uppstår snarare bland de små och medelstora underentreprenörer som utgör den stora majoriteten av företag i den australiensiska byggindustrin. Författarna intervjuade 30 chefer, arbetsmiljöutvecklare och andra i ledande position bland ett antal underentreprenörer och identifierade tre hinder för efterlevnad av de nya kraven från lagstiftningen:

1. kostnaden för att implementera de nya kraven
2. språk- och utbildningsbarriärer
3. osäkerhet kring hur företaget ska leva upp till de nya kraven och hur det kommer att påverka verksamheten i stort.

Loosemore och Andonakis (2007) rekommenderar således att större fokus läggs på just utbildning i hälso- och säkerhetsfrågor. Undervisningen bör även genomföras på flera olika språk med nya och innovativa undervisningsmetoder (användning av multimedia etcetera).

4.2.3 Bredare ansvarsförhållanden

Det finns ett fåtal studier som kopplar bredare ansvarsförhållanden till arbetsmiljö och olycksfall. Petrovic-Lazarevic (2008) har intervjuat 85 personer från 17 stora byggföretag i den australiensiska byggindustrin med syfte att klarlägga hur företagets samhällsansvar, CSR, tolkas och implementeras i just en byggkontext. Resultaten visade att för att byggföretag ska kunna vara socialt ansvarsfulla måste de implementera en ledningsstruktur som tar hänsyn till hållbarhetsfrågor, arbetsmiljö och säkerhet samt till relationerna med leverantörer och med de omgivande samhällena. När det

gäller arbetsmiljö och säkerhet finns det enligt forskarna fortfarande problem med underentreprenörers säkerhet i den australiensiska byggindustrin, såväl som med samverkan mellan industri, fack och myndigheter. Dessa problem är viktiga att lösa om byggföretag ska vara socialt ansvarstagande fullt ut (Petrovic-Lazarevic, 2010).

Moodley med flera (2008) menar att den globala byggindustrin överlag har ett dåligt anseende när det gäller etik- och ansvarsfrågor eftersom den är omgärdad av rykten om korruption och farlig arbetsmiljö. En grundsten i frågan om etiskt ansvar är företagets förmåga och vilja att hållas ansvariga för sina handlingar. "Ansvar" i den bemärkelsen sträcker sig således längre än till att endast uppfylla lagkraven – det behövs även praktiska verktyg som identifierar vilka intressenter som finns i byggindustrin och vilka etiska överväganden som kan bli aktuella gentemot dessa. Modellen "Stakeholder Ethical Responsibility Matrix" (SERM) föreslås för detta ändamål. I praktiken innebär det att utveckla en matris där etiska frågor listas i den vertikala axeln och möjliga intressenter i den horisontella. Via ett graderingssystem på 1-5 kan således den relativa styrkan av ansvar tydliggöras i förhållande till respektive part. Även om detta innefattar subjektiva bedömningar kan organisationen tydliggöra för sig själv vilka etiska behov som dess intressenter har och sedan ta hänsyn till detta.

4.2.4 Tillbud

Cambrail med flera (2010) redovisar en fallstudie om tillbudsrapportering som en del av ett större system för säkerhet i arbetet ("safety performance measurement system"). Resultatet visade att tillbudsrapporterna blev både fler och bättre under de 8 månader som fallstudien pågick. Antalet steg från 12 rapporter under de fyra första månaderna till 110 rapporter de efterföljande fyra månaderna. Själva analysystemet är ganska traditionellt där man bedömer sannolikheter för ett inträffande i relation till den möjliga konsekvensen. Cambrail med flera menar att framgången beror på hur man lyckas med att integrera analysystemet i ett mer heltäckande säkerhetssystem som har en fungerande inrapportering av tillbud, och om man kan säkerställa att resultaten förs ut till de som berörs. För en fungerande inrapportering krävs systematiska rutiner som är väl integrerade i en säkerhetskultur, och för att resultaten ska komma ut krävs en tydlig fördelning av ansvar och befogenheter.

Saurin med flera (2015) har studerat tillbudsanalyser på 66 arbetsplatser i tre större byggföretag i södra Brasilien och sedan formulerat en vägledning för hur man kan forma ett fungerande

system för tillbudsrapportering. Ett intressant resultat är att en analys av latenta risker kan vara mer framgångsrik än en analys av direkta tillbud.

4.2.5 Riskbedömning

Det finns många olika typer av risker på byggarbetsplatser som kontinuerligt måste identifieras, bedömas och åtgärdas. En stor del av forskningen har därför fokuserat på olika modeller och metoder för riskhantering generellt och riskanalys och riskbedömning specifikt (Aminbakhsh med flera 2013). Detta innefattar att undersöka effektiviteten i vanligt förekommande metoder såsom HazOp och felträdsanalys, men även att utveckla nya arbetsätt som är speciellt anpassade för byggindustrins förutsättningar och behov. Studier inom området har således ofta en tillämpad karaktär där olika modeller testas i befintliga byggprojekt och sedan utvärderas av ansvariga parter såsom arbetsmiljöutvecklare och säkerhetsexperter. Fokus i forskningen ligger på praktisk tillämpning och användarvänlighet (se Jannadi och Almishari 2003; Carter och Smith 2006; Mitropoulos och Namboodiri 2011; Park med flera 2015), men det handlar ofta om detaljerade studier med en kvantitativ prägel.

Enligt Pinto med flera (2011) är det vanligt att olika typer av checklistor används vid riskbedömningar inom byggindustrin. En tydlig brist med dessa standardmodeller är dock osäkerheten i den information som genereras. Riskbedömningar som utgår från enklare verktyg kan onekligen vara praktiskt användbara men kan även ge ett begränsat underlag som är otillräckligt för beslut om åtgärder. Fung med flera (2010) understryker att ansvariga parter inom byggindustrin tenderar att förlita sig på tidigare erfarenheter när de bedömer risker, vilket leder till subjektiva bedömningar som inte nödvändigtvis fångar hela problembilden. Riskperception kan även variera beroende på vilken roll personen ifråga har i byggprocessen (Zhao med flera 2016). För att komma ifrån denna problematik har en del studier använt matematisk teori för att utveckla nya riskbedömningsmodeller, exempelvis så kallad "Fuzzy Set Theory" (FST). Enligt Pinto (2014) gör tillämpningen av FST det möjligt att på ett precist sätt hantera den komplexitet och vaghet som mänskligt beteende innefattar och att detta även kan införlivas i riskbedömningsmodeller. Pinto (2014) beskriver vidare just en sådan modell, "Qualitative Occupational Risk Assessment Model" (QRAM), där "fuzzy sets" ingår i beräkningarna för att ta hänsyn till ovanstående komplexitet. QRAM inkluderar även en bedömning av säkerhetsklimat, vilket enligt författaren är något som utmärker just denna modell.

Sousa med flera (2015) beskriver två huvudsakliga problem som kan kopplas till de höga olycksfallsfrekvenserna inom byggindustrin:

1. risker som är kopplade till arbetet i sig samt byggarbetsplatsers komplicerade och föränderliga arbetsorganisationer
2. entreprenörer prioriterar inte säkerhet av kostnadsskäl.

Med utgångspunkt i det andra problemet har Sousa med flera (2015) utvecklat en kvantitativ riskbedömningsmodell, "Occupational Safety and Health Potential Risk Model", som omfattar en kostnad-nyttaanalys. Författarna understryker att detta är ett känsligt ämne eftersom människors hälsa och säkerhet inte bör reduceras till endast ekonomiska kalkyler. Men eftersom företag ofta har begränsade resurser är det även viktigt att inkludera dessa dimensioner vid riskbedömning som ett sätt att förbättra hanteringen och fördelningen av tillgängliga resurser.

En annan vanlig infallsvinkel är att fokusera på riskbedömningar redan i de tidiga stadierna av byggprojektet, exempelvis vid planering och projektering, som ett sätt att minska risken för olyckor vid utförandet (se Frijters och Swuste, 2008; Aminbakhsh med flera 2013; Casanovas med flera 2014; Esmaeili med flera 2015). Chun med flera (2012) beskriver exempelvis ett multidimensionellt simuleringsverktyg, "Construction Virtual Prototyping" (CVP), som ett möjligt stöd för att identifiera och utvärdera risker på byggarbetsplatser. Genom att visualisera vanliga arbetsprocesser i en 3D-miljö kan fler risker identifieras jämfört med traditionella metoder såsom teckningar ritade för hand eller datorgenererade bilder i 2D. Enligt deltagarna från byggindustrin som utvärderade verktyget vid ett pilotförsök skulle fem av de sex riskerna som identifierades vara svåra att upptäcka utan stöd från programmet. CVP är således tänkt att fungera som ett stöd för arbetsledningen redan vid planeringen av ett projekt för att minimera potentiella risker och problem innan själva byggnationen påbörjas.

4.2.6 Ledning och organisation

Forskning om ledning och organisation utgår från att byggbranschen är en riskfylld och olycksdrabbad bransch men att det samtidigt finns möjligheter att påverka branschen mot högre säkerhet och färre olyckor. Artiklarna har däremot olika fokus på hur organisationer bör arbeta med prevention, på vilken nivå och vilka åtgärder som bör vidtas för att minska olycksrisken.

Manu med flera (2010) konstaterar att projektspecifika faktorer såsom typ av projekt, längd på projekt och omfattningen av

underentreprenörer påverkar graden av olyckor. Swuste med flera (2012) diskuterar i stället hur designfasen, företagsledningen och medarbetarnas beteenden inverkar på säkerhet, och resultatet visar vikten av att tydliggöra kedjor av orsaker och verkan för att hitta lösningar som minskar risken för olyckor. Även Fonseca med flera (2014) menar att riskprevention i designfasen leder till högre säkerhet. Men även ledarskap och medarbetarskap tas upp som viktiga delar av säkerhetsarbetet. Rubio med flera (2008) menar att hälsa och säkerhet på arbetet ökar genom att byggnadsingenjörer även tar en roll som hälso- och säkerhetskoordinatorer. Ghosh (2014) studie visar att öppna dagliga möten med medarbetarna, om cirka 15–20 minuter, leder till ökad interaktion och därigenom även ökad säkerhetsmedvetenhet.

Enligt Jitwasinkul och Hadikusumo (2011) brukar studier om orsaker till olyckor antingen utgå från att utveckla metoder för säkerhetskhantering och tekniska lösningar eller utgå från ett individperspektiv. Men de menar att organisationen också är en viktig faktor. Fan med flera (2014) visade att tidigare forskning kan delas upp i fyra huvudsakliga forskningsspår: säkerhetsklimat, integration av ledarskapssystem, frivilliga OHS-system och hållbar verksamhet. Övergripande identifierades en brist i det metodologiska och teoretiska utförandet av undersökningar som gäller hur arbetsmiljösystem påverkar det ekonomiska utfallet. Man identifierade även ett ökat intresse för forskning om konflikter mellan säkerhet och effektivitet. Jitwasinkul och Hadikusumo (2011) identifierade sju faktorer på organisationsnivå vilka reducerar riskfyllda beteenden inom byggbranschen i Thailand. De sju faktorerna var

- kommunikation, där verbal kommunikation från någon högt upp i hierarkin rekommenderas
- en säkerhetskultur som visar att risktagande inte är godtagbart
- ledningens engagemang, vilket påverkar medarbetarnas säkerhetsbeteende
- ett stöttande ledarskap
- organisatoriskt lärande som medför bättre problemlösningsförmåga
- medarbetarnas egenmakt
- belöningssystem.

Pressade tidsramar bedömdes inte som en viktig faktor.

Gillen och Gittleman (2010) beskriver ett nationellt program i USA som används för att identifiera problem i byggbranschen men som även ger möjlighet att tipsa inför relevant framtida forskning. När det gäller OSH inom byggbranschen ses följande områden som relevanta områden för forskning: klimatförändringar, utveckling av ett miljövänligt byggande, den pågående strukturförändringen inom branschen, underrapportering av olycksfall samt bakomliggande orsaker till olyckor.

Företagsledningens inverkan på säkerheten på arbetsplatsen bekräftas av flertalet artiklar där man undersöker motivation, engagemang och olika program för säkerhet. Hamid med flera (2015) identifierade nitton faktorer som speglar betydelsen av att ledningen är engagerad i säkerhetsfrågor. Säkerhetsdeltagande var den mest förekommande medan medvetenhetsskapande var den minst förekommande. Chinda (2015) har undersökt olika säkerhetsfaktorer i den thailändska byggindustrin, och resultatet pekar på vikten av att företagsledningen utformar en säkerhetspolicy och engagerar sig för att förbättra hälsa och säkerhet. Även Terrés med flera (2013) undersökning pekar på att både yttre faktorer såsom lagar, regler och kontroller, samt inre faktorer såsom ansvar och engagemang kan användas av arbetsgivare för att motivera till förbättrat säkerhetsarbete. Badri med flera (2012) kom fram till att hälso- och säkerhetsfrågor ännu tydligare bör integreras i ledningssystemet, medan Slaters (2008) studie om säkerhetsbeteende ("safety performance") visade att program för att förbättra hälsa och säkerhet endast blir framgångsrika om de innehåller aspekter såsom ledningens engagemang, involvering av medarbetare, riskförväntan, riskreducering och säkerhetsutbildning eller -träning.

Pousette och Törner (2016) understryker vikten av att ledningen och personalen engagerar sig i säkerheten på byggarbetsplatser, exempelvis genom kontinuerliga planeringsmöten där berörda parter träffas och diskuterar säkerhetsfrågor. Via en longitudinell studie vid ett stort svenskt byggföretag undersöktes just effektiviteten av sådana möten och hur dessa påverkar säkerhetsklimat och psykosociala faktorer såsom inflytande i arbetet. Resultaten visade att systematiska och regelbundna planeringsmöten inte hade någon positiv effekt på arbetarnas gemensamma uppfattning av arbetsledningens prioritering av, och engagemang i, säkerhetsrelaterade frågor. Säkerhetsklimatet stärktes således inte av planeringsmötena i sig. Detta pekar på vikten av att fokusera på vad som faktiskt förmedlas vid dessa tillfällen: om arbetare uppfattar att diskussionerna kring säkerhet primärt handlar om att öka effektiviteten, snarare än säkerheten, kan det få negativa konsekvenser för denna specifika dimension av

säkerhetsklimat (det vill säga, arbetsledningens engagemang). Om fokus läggs på effektivitet och produktivitet kan det även medföra att arbetare upplever ett minskat inflytande i arbetet, vilket även kan få psykosociala konsekvenser.

Törner och Pousette (2009) undersökte förutsättningarna för hög säkerhetsstandard i byggindustrin via en intervjustudie med fem arbetstagarrepresentanter och 19 första linjens chefer i den svenska byggindustrin. Resultaten visade att förutsättningarna för hög säkerhetsstandard och väl fungerande säkerhetsarbete på byggarbetsplatser beror på

1. byggprojektets (och arbetets) natur, det vill säga, det som kännetecknar byggarbete när det exempelvis gäller fysisk kontext
2. organisation och struktur, exempelvis planering och roll- och ansvarsfördelning
3. värderingar, normer och beteenden
4. individuella attityder, kunskaper och kompetenser.

En slutsats från studien är att dessa fyra aspekter hänger samman och att hög säkerhetsstandard i slutändan är beroende av god kommunikation och tillitsfulla relationer mellan individer och olika roller och funktioner på olika nivåer.

Ledares och medarbetares kompetens för säkerhetsfrågor, och betydelsen av den, har undersökts i ett antal studier. Ett exempel är Maloneys med flera (2007) artikel vilken handlar om hur arbetsledningen på bästa sätt kan använda medarbetarnas kunskap om arbetets utförande för att skapa säkra arbetsmiljöer. Resultaten visar att medarbetare har viktiga "tysta" kunskaper som kan användas i säkerhetsarbetet men att de är ovana att systematisera denna kunskap i formaliserade procedurer. Chi med flera (2015) utgår i stället från "safety managers" och menar att de i stor utsträckning kan minska personrelaterade risker genom att utbilda personal, genomföra säkerhetsinspektioner och använda säkerhetsutrustning på korrekt sätt. Kompetens undersöks även av Toole (2002) som utreder ansvarsförhållanden och roller på byggarbetsplatser. Författaren rekommenderar att ansvaret för säkerhetsfrågor ska anpassas efter de olika personernas kompetens och möjlighet att påverka inom området.

Hoffmeister med flera (2014) undersökte i stället individuella aspekter av transformellt och transaktionellt ledarskap och deras påverkan på säkerhetsutfallet. Den transaktionella ledaren ser till

både medarbetarnas och organisationens behov och säkerställer att medarbetaren kan arbeta mot organisationens mål. Det gör också den transformella ledaren men motiverar samtidigt medarbetarna att göra förändringar för att nå steget längre. Hoffmeister med flera (2014) undersökte vilka aspekter av dessa två typer av ledarskap som påverkade säkerhetsutfallet mest. Totalt 1 167 rörläggare ingick i studien och resultatet visade att ledarens värderingar och medarbetarnas syn på ledaren hade högst påverkan på säkerhetsutfallet medan motivation och intellektuell stimulans hade en lägre grad av påverkan. Rekommendationen till branschen är att ledarskapsprogrammen bör innehålla flera delar såsom kärnvärderingar, kompetens och beteende. I en annan studie har Hoffmeister med flera (2011) undersökt effektiva handledaregenskaper i byggbranschen och funnit att en handledare i första hand ska vara stödjande, kunnig, utgivande och påhittig samt ha en bra attityd. Bahns (2013) undersökning visade att handledare kan ses som transformella ledare vilka har stor inverkan på säkerhetskulturen och därmed på säkerhetsnivån på byggplatser. Däremot identifierades brister i utbildningen för handledare. Rutiner för utbildning undersöktes även av Holte och Kjestveit (2012) vars kvalitativa fallstudie syftade till att undersöka OHS-introduktionen för nya unga medarbetare i byggbranschen i Norge. Resultatet visade att stora företag hade bättre rutiner, baserade på lagkrav, och bättre system för att introducera nya medarbetare jämfört med små företag. Hasle med flera (2009) genomförde intervjuer med småföretagare efter att de haft en olycka på sitt företag som medfört minst två veckors sjukskrivning för medarbetaren. Syftet var att undersöka vilka lärdomar företagen fick efter en olycka. Resultatet visade att företagen i stor utsträckning bedömde att olyckan inte kunde förebyggas eller att olyckan var medarbetarens fel. Enligt forskarna visar det behovet av förebyggande metoder när det gäller säkerhet bland småföretag.

4.2.7 Säkerhetsklimat

Probst med flera (2008) visar i en stor studie att underrapportering av skador var vanligt bland företag med ett svagt säkerhetsklimat – så mycket som 81 procent av skadorna rapporterades inte. I företag med mer positivt säkerhetsklimat var andelen endast 47 procent.

Larsson med flera (2008) undersöker betydelsen av psykologiskt klimat för säkerhet i arbetet via en enkätundersökning utförd på 189 arbetare i den svenska byggindustrin. Resultatet visade att psykologiskt klimat har såväl direkta som indirekta kopplingar till säkerhetsbeteende, förmedlat i huvudsak via säkerhetsmotivation och säkerhetskunskap. Detta innebär bland annat att individer

som upplever autonomi, tydlighet och stöd i arbetet kan vara mer motiverade att arbeta säkert. Utvecklingen av ett gott psykologiskt klimat beror, i sin tur, delvis på ledarskapet på arbetsplatsen, och visar således på vikten av att fokusera på ledares och chefers beteenden (exempelvis via ledarskapsutbildning) som ett sätt att förbättra säkerheten.

En longitudinell studie av Pousette med flera (2008) i den svenska byggindustrin visar att säkerhetsklimat predicerar självrapporterat säkerhetsbeteende. Det finns således stöd i forskningen för ett kausalt samband mellan säkerhetsklimat och säkerhetsbeteende.

Larsson-Tholén med flera (2013) beskriver att det saknas forskning om den roll säkerhetsklimat spelar i bredare organisatoriska sammanhang. Via en longitudinell studie (n = 289) över en 21-månadsperiod vid byggnationen av en vägtunnel i Sverige undersöktes orsakssambanden mellan psykosociala faktorer, säkerhetsklimat och säkerhetsbeteende. Resultaten visade att individernas säkerhetsbeteende beror på deras uppfattning av säkerhetsklimatet. Visst stöd fanns även för att motsatsen är fallet, det vill säga, att säkerhetsbeteendet påverkar säkerhetsklimatet. Resultaten indikerade vidare att psykosociala faktorer kan påverka individuella uppfattningar av säkerhet utan att nödvändigtvis påverka säkerhetsbeteendet.

4.2.8 Lönsamhetskalkyler och bonusprogram

En del forskning gäller huruvida det är lönsamt för företagen att investera inom arbetsmiljöområdet. Dessa undersökningar genomförs vanligen genom att utveckla nya modeller alternativt kombinera etablerade modeller i syfte att få nya metoder som ger både bra arbetsmiljö och lönsamhet. För att mäta lönsamhet kan man bland annat beräkna kostnadseffektivitet och göra nytto-kostnadsanalyser. Beräkning av kostnadseffektivitet beskrivs som en metod där kostnad mäts i förhållande till enskilda säkerhetsaktiviteter för att urskilja de aktiviteter som ger högst förtjänst. Nyttokostnadsanalyser, däremot, är ett sätt att beräkna om företaget får tillbaka de resurser de satsat på safety management, som helhet (Hallowell 2010).

Satsningar på olycksprevention innebär att en entreprenör investerar i hälsa och säkerhet i syfte att leva upp till regelmässiga krav. De vanligaste kostnaderna för sådana satsningar gäller säkerhetsutbildningar och löner till säkerhetsansvariga. I en nytto-kostnadsanalys av olycksprevention, baserad på enkätsvar från 79 arbetsmiljöchefer, jämfördes nyttan av satsningar på olycksprevention med kostnaderna för densamma och det

framkommer att nyttan överträffar kostnaderna med relationen 3:1. Det innebär att de inledande extra kostnaderna tjänas in trefalt. Resultatet visade även att små byggföretag investerar en större del av sin omsättning på hälsa och säkerhet jämfört med medelstora och stora byggföretag (Ikpe med flera 2011, 2012). Andra som genomfört en nytto-kostnadsanalys av hälsa och säkerhet är Sousa med flera (2015), men i stället för fokus på olycksprevention kopplas den analysen till riskhantering inom byggindustrin. Forskarna utvecklar en modell som beräknar individens risk att råka ut för en olycka, kopplat till en nytto-kostnadsanalys. Slutsatsen är att modellen har potential för att beräkna kostnader för hälsa och säkerhet.

Hallowell (2010) förklarar att flera byggföretag har förbättrat sina strategier för säkerhetsarbetet, vilket resulterat i en lägre grad av olycksfall. Författaren intresserar sig för kostnadseffektiviteten i de olika delar som dessa säkerhetsprogram består av. Resultatet visar att det är mest kostnadseffektivt att lägga resurser på val av underleverantörer, ledning av underleverantörer, ledningsstöd och ledningens engagemang. Däremot är det minst kostnadseffektivt att lägga resurser på att journalföra tillbud och olyckor eller att anställa en säkerhetsansvarig.

Det finns även andra exempel på beräkningar av lönsamhet. Enligt Aminbakhsh med flera (2013) behöver byggbranschen utvärdera säkerhetsrisker för att kunna planera, budgetera och leda säkerhetsarbetet. I artikeln skapas ett ramverk för riskutvärdering baserat på en analytisk hierarkisk process och teorin om kostnader för säkerhet. Den förstnämnda är en metod för beslutsfattande där olika kombinationer av risker jämförs med varandra. Enligt den sistnämnda teorin finns det en optimal nivå att sträva efter där kostnaderna för prevention är lika som kostnaderna för olyckor. Det innebär att en viss nivå av säkerhetsrisker godtas för att säkerställa en ekonomisk stabilitet. Ramverkets styrka är att den visar hur säkerhetsrisker bör prioriteras för att hålla sig inom en budget samtidigt som säkerheten är hög.

Lopez-Alonso med flera (2013) undersökte i vilken grad satsningar på hälsa och säkerhet påverkar kostnaden för byggföretag genom att analysera olika variabler kopplade till riskhantering, såsom kostnader för olyckor och budget för säkerhet och hälsa. Resultatet visar en samvariation mellan andelen olyckor och de tre variablerna antalet medarbetare i ett projekt, antalet underleverantörer samt budgeten för hälsa och säkerhet.

I en annan typ av studier undersöks hur satsningar för att öka säkerhet och hälsa påverkar säkerhetsutfallet. I dessa studier

jämförs inte satsningarna med kostnader utan med satsningens effekt på säkerheten. Feng (2013) har undersökt hur investeringar för att höja säkerheten påverkar säkerhetsutfallet, och resultatet visar att investeringar i säkerhetsarbete har större chans att lyckas om det finns en välutvecklad säkerhetskultur på arbetsplatsen. Rechenhth (2004) har studerat den press som beställare sätter på entreprenörer att sänka olycksfallsfrekvensen. Författaren kommer fram till att dessa entreprenörer kan använda välplanerade och väl implementerade strategiska åtgärdsprogram för att förbättra säkerheten som ett sätt att få hållbara konkurrensfördelar gentemot andra entreprenörer.

Brockman (2014) undersökte hur konflikter bland projektdeltagare i byggbranschen påverkade kostnaden för projektet. Resultatet visade att konflikter både tar tid och kostar pengar.

Gangwar och Goodrum (2005) undersökte den långsiktiga effekten av bonusprogram, det vill säga ekonomiska incitament, som satts in för att höja säkerheten. Bonusprogram hade redan visat på positiva effekter i form av lägre sjukfrånvaro på kort sikt. Resultatet visar dock att den positiva effekten avtar med tiden, vilket medför att bonusprogram kontinuerligt behöver uppdateras för att ha önskad effekt. Ett liknande resultat fick Ghasemi med flera (2015) som undersökte effekterna av ett bonusprogram under ett år efter implementeringen. Resultatet visar att säkerhetsnivån ökar det första halvåret, men att den sedan gradvis sjunker. Även Ghasemi med flera kommer fram till att bonussystemet behöver förändras kontinuerligt för att ha en bra effekt på säkerhetsnivån. Musonda och Pretorius (2015) fokuserar i stället på hur ekonomiska incitament påverkar beställarföretagens arbete med hälsa och säkerhet. Resultatet visar att ekonomiska faktorer har en signifikant påverkan på beställares prestation och att ekonomiska incitament gör det mer sannolikt att olika proaktiva arbetsmiljöåtgärder implementeras på byggarbetsplatsen. Lagstiftning visade sig vara en annan faktor med signifikant påverkan på beställares prestation medan politiska, sociala, tekniska och professionella faktorer endast hade viss påverkan. Yassin och Martonik (2004) belyste effekterna av OSHA:s nya regelverk avseende hälsa och säkerhet vid arbete på byggnadsställningar. Resultatet visar att de nya reglerna ökat säkerheten vid arbete på byggnadsställningar, med årliga besparingar på cirka 5,8 miljoner USA-dollar.

4.2.9 Utbildning, kompetensutveckling och kunskapspridning i säkerhetsfrågor

Utbildning och olika former av kompetensutveckling i arbetsmiljö- och säkerhetsfrågor lyfts ofta upp som centrala åtgärder för att förebygga ohälsa och olyckor. Enligt Rodriguez med flera (2015) kan medarbetare i högre grad uppfatta och identifiera risker om de fått mer träning och utbildning. Generellt brukar man skilja mellan utbildning och kompetensutveckling: utbildning gäller oftast det formella utbildningssystemet medan kompetensutveckling avser olika former av formell och icke-formell utbildning samt formellt, icke-formellt eller informellt lärande i arbetet. Till kompetensutveckling räknas också kompetensrekrytering eller olika former av arbetsberikning (se Ellström, 1992). Allt detta kan i vid mening sammanfattas med begreppet organisatoriskt lärande och inbegriper också utvärdering och kunskapspridning.

Mycket av den forskning som rör utbildning, kompetensutveckling och olika former av lärande är utvärderande till sin karaktär och beskriver och analyserar resultaten av olika utbildnings- och kompetensutvecklingsaktiviteter. I vissa fall har även forskarna själv utvecklat den lärandemiljö eller lärandemodell som sedan testas och utvärderas (Kim med flera 2011; Guo med flera 2012; Li med flera 2012). Ett av de generella problem som många forskare lyfter upp ifråga om arbetsmiljö- och säkerhetsutbildningar är den bristande motivation som många byggföretag och inte minst byggarbetare visar. En orsak som framhålls är att säkerhetsutbildningar inte alltid upplevs som relevanta för alla. Kim med flera (2011) pekar på tre problem som många ger uttryck för:

1. Utbildningarna tar inte hänsyn till människors personlighet och olikheter.
2. Utbildningsuppläggen är inte tillräckligt varierande.
3. Innehållet och dess svårighetsgrad justeras inte beroende på vem som går utbildningen.

Andra forskare har undersökt effekter av utbildningsinsatser som är riktade till invandrade byggarbetare med låg utbildningsnivå och låg språklig förmåga (O'Connor med flera 2005; Williams Jr 2010). Williams Jr (2010) visar genom en enkätundersökning bland annat att latinamerikanska invandrare som fått en endagarsutbildning i säkerhetsarbete använder mer säkerhetsutrustning och tar mer arbetsmiljömässiga beslut. Några forskare har experimenterat med anpassade virtuella träningsmiljöer där en framgångsfaktor är att byggarbetarna tillsammans med kollegor och lärare får träna på specifika arbetsituationer (Guo med flera 2012; Li med flera 2012).

Antonio med flera (2013) har i en större spansk enkätundersökning studerat vilka särskilda kompetenser som efterfrågas för byggsäkerhetskoordinatorer (i ett svenskt sammanhang Bas-P och Bas-U). De kompetenser som främst lyfts upp som viktiga för denna funktion är kommunikation (att kunna koordinera och förmedla generella säkerhetsprinciper för byggprojektet), förhandling (att kunna möta och samarbeta med andra aktörer inom byggprojektet) och engagemang i arbetet. De pekar på vikten av att universitetsutbildningar utvecklas med tanke på dessa kompetensönskemål. Det finns också andra aspekter som mer gäller attityder som hinder för utbildning, och då handlar det om att skilja mellan de personer som generellt sett kan vara mer motiverade att lära och de som inte är det, till exempel yngre respektive äldre dikesgrävare (Flynn med flera 2012) och yngre respektive äldre studenter (Petersen med flera 2008).

Ett annat problem som ofta lyfts upp i svenska byggsammanhang är att många utländska byggarbetare har bristfällig arbetsmiljö- och säkerhetsutbildning. Detta problem är också större på mindre byggföretag. O'Connor med flera (2005) och Williams med flera (2010) beskriver latinamerikanska byggnadsarbetares situation i USA och pekar på att dessa grupper ofta har brister i språk, utbildning och erfarenhet samtidigt som många saknar arbetstillstånd, något som sammantaget försätter dem i en utsatt position där de ofta tvingas ta på sig högriskarbeten (O'Connor med flera 2005). Det kan också vara svårt för dessa grupper att ställa krav på säkerhetsutrustning eller att vägra utföra riskfyllda arbetsuppgifter (Williams med flera 2010). Författarna pekar på vikten av satsningar på anpassade säkerhetsutbildningar för dessa grupper, inte minst när det gäller språket, och visar hur utbildningarna både ökar säkerhetsmedvetandet och stärker självförtroendet när det gäller dessa arbetares rättigheter.

Många forskare undersöker informationsteknologins möjligheter till lösningar avseende ohälsa och olyckor inom byggbranschen. Ett flertal studier använder utvecklade virtuella miljöer där den lärande får möjlighet att träna olika arbetssituationer och träna på att identifiera risker (Guo med flera 2012; Li med flera 2012; Goulding med flera 2012; Le med flera 2015). Miljöerna erbjuder en hög grad av interaktivitet där både lärare, studiekamrater och kollegor kan lära sig gemensamt. Ett exempel är Zhao och Lucas (2015) som redovisar utvecklingen av ett träningsprogram för elsäkerhet som bygger på "virtual reality" (VR). Andra sätt att använda den nya datateknologin utforskas av Le med flera (2014) som beskriver och utvärderar ett databehandlingssystem där kunskap och erfarenheter från till exempel tillbud och olyckor kan matas in, spridas och

hämtas. Systemet beskrivs under begreppet "social network" och liknas vid en wiki, en slags kunskapsbank vars huvudsakliga syfte är att dra nytta av gemensam kunskap och erfarenhet.

Esmi och Ennals (2009) beskriver problemen med en mer mobil och flexibel arbetskraft där kompetens ofta blir en bristvara, och de pekar på lösningar såsom "knowledge management" (KM) som innebär att utveckla system där kunskaper och erfarenheter kan spridas via datorer. Utmaningarna handlar om att inmatandegraden i dessa system ofta är låg, beroende på låg generell utbildningsnivå, och att det sällan finns strategier för att använda inmatad kunskap. Persson (2013) pekar också på vikten av att använda sig av KM i byggbranschen för att ta vara på de erfarenheter och det lärande som görs under byggprojektprocessen. Inte minst handlar det om att bygga upp en kultur kring detta och att utveckla strategier (se även Persson, 2011; Persson 2012) för att göra detta på ett systematiskt sätt. Bristen på kunskapspridning leder ofta till ökade kostnader men kan också innebära att man försummar möjligheten att förbättra säkerheten. I en studie undersökte Persson och Landin (2010) hur en byggplan i ett medelstort byggföretag förändrades under byggprojektets gång och hur förändringarna systematiskt samlades in, dokumenterades, analyserades och kommunicerades i syfte att öka kunskapen och lärandet. Persson (2013) lyfter fram betydelsen av att byggarbetare kontinuerligt utvecklar ny kunskap men att problemet många gånger handlar om att de inte har tillgång till samma typ av kunskap och information som de som planerar och administrerar byggprojekten. Persson har även utvecklat kunskapsplattformar för byggbranschen, i samarbete med den (Persson, 2012).

En annan aspekt av lärande som tas upp är olika utvärderingsverktyg. Ett sådant verktyg är Loughborough Construction Accident Causation model (ConAC) som används och utvärderas av bland annat Behm och Schneller (2013) i en intressant artikel. Verktyget är ett omfattande utvärderingsverktyg som används för att på djupet undersöka orsaker till olyckor inom byggbranschen. Man menar att byggbranschen har blivit kritiserad för att syssla med WYLFIWYF, det vill säga. "what you look for is what you find" (det du tittar efter är också det du kommer att finna) - vilket i praktiken betyder "what you look for is what you fix" (det du tittar efter är också det du kommer att rätta till). Behm och Schneller (2013) menar att det finns en risk att när man tycker sig ha funnit ett problem som man sedan rättar till, samtidigt slutar leta efter fler bevis eller orsaker. De menar att orsaker till olyckor kan ligga bortom det man kan uppfatta som givna, uppenbara orsaker, och pekar på vikten av mer systematiska, strukturerade

undersökningar. Författarna menar att ovannämnda ConAC bör användas som ett verktyg för organisatoriskt lärande.

Endast ett fåtal artiklar belyser vikten av integrerade säkerhetsutbildningar i det formella utbildningssystemet. Några exempel finns: Le med flera (2015) beskriver och utvärderar en virtuell lärandemiljö som bland annat ska användas på gymnasienivå, och Petersen med flera (2008) utvärderar säkerhetsutbildningar för blivande byggnadsingenjörer. I den senare studien, som är gjord i Storbritannien, pekar författarna på vikten av kommunikation mellan byggbranschen och akademien om vilken hälso- och säkerhetsutbildning studenterna bör ha med sig när de sedan börjar arbeta inom branschen. I en finsk enkätstudie utvärderade Kaskutas med flera (2010a,b) lärlingars utbildning om fall från hög höjd. Resultatet visade att denna utbildning kom in för sent och att många lärlingar utsatts för denna risk redan innan de fått kunskap om hur den bör hanteras.

Lingard (2002) undersökte effekten av kurser i första hjälpen genom att undersöka säkerhetsarbetet före och efter kurserna, för att se om det fanns några skillnader. Resultatet visar att individer som gått kurser får en större förståelse för sitt eget ansvar för säkerhetsarbetet.

Vissa författare lyfter också upp vikten av en säkerhetskultur och dess koppling till utbildning och kompetensutveckling. Flynn och Sampson (2012) pekar särskilt på betydelsen av kommunikation kring säkerhetsfrågor mellan byggherren, underleverantörerna och byggnadsarbetarna. I studien undersökte man ett säkerhetsutbildningsprogram och pekade bland annat på generella attityder som minskade motivationen och gjorde det svårt att applicera utbildningen. I den yngre gruppen fanns de som såg sig som sturska och odödliga; de som saknade erfarenheter förstod inte alltid riskerna och de med erfarenhet hade ibland inställningen "det kan inte hända mig, jag har gjort detta så ofta". Författarna menar att det inte heller bara räcker med kunskap om säkerhet utan att andra faktorer såsom organisation och gruppdynamik, kultur och klimat också spelade en roll för om ett säkerhetsmedvetande skulle utvecklas i organisationen. En annan studie (Goldenhar och Stafford 2015) beskriver olika typer av gemensamma uppvärmningsövningar (stretch and flex), i syfte att förebygga muskuloskeletala besvär och att detta upplevdes som fånigt. Ändå sågs övningarna som ett sätt att träffas innan arbetet påbörjades.

Mer påtagliga problem är de muskuloskeletala besvär som kan utvecklas vid tungt manuellt arbete. Via en litteraturstudie

beskriver Gervais (2003) hur ryggsador kan förhindras, med fokus på att ändra sättet som arbetet organiseras på (undvika övertidsarbete, införa arbetsrotation så att inte samma person gör alla fysiskt krävande uppgifter, uppmuntra stretchning och mikropausar där ryggen kan sträckas ut etcetera) såväl som konkreta belastningsergonomiska överväganden (anpassa designen på maskiner, utrustning och arbetsplatserna i sig själva).

4.2.10 Säkerhetsdesign

Att olycksfallsriskerna på byggarbetsplatser är stora råder inget tvivel om. Gambatese med flera (2008) har analyserat vilket samband konstruktion och design har med säkerhetsrisker på arbetsplatsen och visar att en stor del av dödsolyckorna kan härledas just till konstruktion och design.

Möjligheterna att i tidiga projektstadier påverka säkerheten på byggarbetsplatser är dock ingen ny tanke. I en artikel som belyser situationen under 1990-talet diskuterar och konstaterar Gambatese (2000) brister i kopplingen mellan ett byggprojekts tidiga faser och säkerheten på byggarbetsplatser. Författaren konstaterar att ingenjörer och arkitekter i planeringsstadiet använder normer och standarder för att säkerställa slutanvändarens säkerhet men att det saknas riktlinjer, kunskap och verktyg för att även beakta säkerheten under själva byggprocessen. Gambatese tar upp flera konkreta tips från en sammanställning gjord av Construction Industry Institute (CII), Austin i Texas, 1997, och visar hur man i planeringsstadiet kan höja säkerheten på byggarbetsplatsen. Författaren poängterar också vikten av att skapa rutiner och verktyg för att möjliggöra detta viktiga arbete.

Det finns en hel del forskning som visar vikten av att beakta hälsa och säkerhet tidigt i planeringsstadiet. Begreppet "Prevention through Design" infördes av National Safety Council på 1990-talet och utgör ett slags strategiskt åtgärdsprogram där säkerhet, hälsa och miljö införlivas redan vid planering och projektering av byggprojekt (Manuele 2008). Att arbeta med arbetsmiljöfrågor redan i planeringsstadiet innebär att ingenjörer, konstruktörer och arkitekter måste ta ett större ansvar för hälsa och säkerhet. Alla parter måste agera för att öka säkerheten på byggarbetsplatserna genom att känna till och följa de regelverk och säkerhetsbestämmelser som finns, exempelvis de som anges av OSHA (Toole & Gambatese 2002).

I Australien harmoniserades lagstiftningen kring byggsäkerhet mellan landets olika delstater 2013. Den nya lagen betonar de olika

intressenternas gemensamma ansvar för säkerhet med fokus på byggnadskonstruktörens roll i säkerhetsarbetet. De ökade kraven på samordning mellan byggtreprenör och konstruktörer har gett positiva effekter samtidigt som det är oklart hur regleringen har påverkat olycksfallsrisker och skadefrekvens (Bong med flera 2015)

Inför uppbyggnaden av OS-anläggningar i London 2012 applicerades det nya regelverket för hälsa och säkerhet, CDM 2007. Utvärderingen visar att byggandet av anläggningarna inför London 2012 var en framgång i många avseenden när det gäller hälsa och säkerhet jämfört med byggbranschen generellt i Storbritannien. Av 39 studerade faktorer som har relevans för hälsa och säkerhet visade 27 signifikant bättre värden. Utvärderarna pekar bland annat på vikten av att tidigt i projektet (design- och konstruktionsfasen) föra in arbetsmiljöfrågorna och skapa en attityd och kultur där hälsa och säkerhet är central (Webster 2013). För att planera och designa byggprojekt med hälsa och säkerhet i åtanke krävs att designer förändrar sitt tankesätt och att professioner som är aktiva i planeringsskedet får mer kunskap inom området (Gambatese med flera 2005).

Morrow med flera (2015) belyser arbetssäkerhetsfrågorna ur designers och planerares synvinkel och menar att många som är aktiva i planeringsskedet av byggprojekt saknar förståelse för och insikt i säkerhetsfrågor under byggprocessen. Ett förändrat beteende behövs för att hälsa och säkerhet ska ses som relevant för de professioner som är involverade i planeringsstadiet, och författarna menar att detta bör påverka utformningen av utbildningen för dessa yrkeskategorier. Kopplingen mellan design och risken för arbetsskador har även studerats i en svensk kontext av Almén, Larsson och Thunqvist (2012). De visar exempelvis att det finns samband mellan fallrisker och byggnadens form och att belastningsproblematik hänger ihop med byggnadselementens form och vikt.

Weidman med flera (2015) konstaterar att byggindustrin generellt är sämre på att ta till sig nya moderna tekniska lösningar till förmån för hälsa och säkerhet än andra branscher. Det finns emellertid några studier av möjligheten att med olika hjälpmedel skapa förutsättningar för konstruktörer och arkitekter att bättre beakta säkerheten på byggarbetsplatser under designfasen. Dharmapalan med flera (2015) har identifierat och kvantifierat ett stort antal riskmoment som är kopplade till vanligt förekommande konstruktionselement (141) och byggsituationer (683) vid uppförande av flervåningshus i USA. Riskfaktorerna har samlats i ett onlineverktyg, Safety in Design Risk Evaluator (SliDeRule),

i syfte att hjälpa designer att undvika utformningar som kan leda till säkerhetsrisker för byggnadsarbetare. Med en modell som underlättar valet av mindre riskfyllda byggnadselement visar även Frijters med flera (2008) hur man i konstruktionsfasen kan minska risknivån i genomförandefasen.

I ett forskningsprojekt på uppdrag av Health and Safety Executive i Storbritannien visas hur hälso- och säkerhetsfrågor kan integreras i projektplaneringens tidiga design- och konstruktionsfaser (Cameron och Hare 2008). Forskarna har utvecklat åtta verktyg med syfte att underlätta projektplaneringen och integrera arbetsmiljöfrågor som en naturlig del av planeringsprocessen.

Qi med flera (2014) presenterar ett datorbaserat verktyg som är ämnat för konstruktörer. Verktyget bygger på en sammanställning av "best practices" och kan ge konstruktörer och designer förslag på hur byggnadskonstruktioner kan optimeras ur säkerhetssynpunkt, med fokus på fallolyckor. Även Zhang med flera (2015 a,b) visar hur man med liknande datorbaserade verktyg kan underlätta implementeringen av hälso- och säkerhetsfrågor i byggprojekts tidiga planeringsstadier.

En faktor som också måste beaktas är det växande antalet internationellt verksamma företag inom byggindustrin. Därmed ökar behovet av verktyg som kan underlätta säkerhetsplanering och säkerhetsarbete hos företag oberoende av vilket land de verkar i. I en studie av Melzner med flera (2013) undersöks möjligheterna att implementera säkerhetsbestämmelser från olika nationer som ett tillägg till en befintlig modell, "Building Information Modelling". Modellen används som grund för utökade möjligheter att analysera säkerhetsfrågor redan vid design och planering av internationella byggprojekt. I en fallstudie testas en modell, där regelverk från både USA och Tyskland avseende fallolyckor tillämpas, med ökad kvalitet i säkerhetsarbetet som följd.

4.3 FORSKNING OM PROGRAM OCH MODELLER FÖR SÄKERHET

Nationella program för säkerhet inom byggbranschen är en viktig komponent i preventionsarbetet. Vi har samlat erfarenheterna från dessa under denna rubrik.

4.3.1 Bakgrund

Ett mycket stort antal säkerhetsprogram har utvecklats för att få till stånd mer effektfulla åtgärder mot de höga döds- och olycksfallstalen inom byggbranschen (Esmaeili, med flera, 2012; Mullan, med flera, 2015). Initiativtagare till dessa program

är oftast landets arbetsmiljömyndigheter eller branschens partsorganisationer. I USA finns till exempel två myndigheter som bland annat har i uppgift att utveckla nationella säkerhetsprogram och bedriva forskning om deras effekter: OSHA, som är en underavdelning till arbetsmarknadsdepartementet, och The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), som är en amerikansk motsvarighet till det svenska Arbetsmiljöverket. Dessa säkerhetsprogram är oftast mycket omfattande; de spänner över flera år och inbegriper ett stort antal personer från ledning, administration och konstruktion och service inom byggbranschen. Forskning om dessa säkerhetsprogram räknas oftast som forskningsbaserad programutvärdering. Syftet är för det mesta att belägga kausala samband mellan dessa program och rådande olycksfallsstatistik. Inom byggbranschen utvecklas också ett stort antal modeller och metoder i syfte att förebygga olyckor, och de kan generellt ses som strategier för säkerhetsmedvetande och säkerhetsbeteende. De flesta säkerhetsmodeller och säkerhetsmetoder som ingår i forskningen har utvecklats av byggbranschen men det är inte ovanligt att forskare föreslår egna modeller som en del av forskningsresultaten. Den historiska utvecklingen av säkerhetsprogram har enligt Chen och Jin (2012) gått från att på 1930-talet ha ett tydligt fokus på beteenden, till att efter hand fokusera på personfaktorer, risksamtal och numera utvecklingen av säkerhetskulturer.

4.3.2 Kritik

Många menar att det är svårt att utvärdera säkerhetsprogrammets effektivitet. Vanligtvis använder man konstaterade förändringar i olycksfallsstatistik och elektroniska journaler, eller självvärdering av medicinska tillstånd. En generell kritik gäller forskningens relevans. Gillen (2010) har undersökt ett amerikanskt program, NIOSH Construction Program, med det övergripande syftet att utveckla det framtida säkerhetsarbetet inom byggbranschen. Utgångspunkten för programmet var att den forskning som bedrivs också bör leda till användbara resultat och få en reell effekt på branschen. NIOSH har i samband med detta tagit fram femton konkreta forskningsmål som forskare uppmanas ta sig an, bland annat att minska dödsolyckor och olyckor som orsakas av fall, elektricitet eller träff av något föremål (Gillen 2010). Denna lista kan ses som en önskelista från byggbranschen över de mest framträdande riskerna som man vill minska.

I en australiensisk studie av Mullan med flera (2015) undersöktes femton olika säkerhetsprogram, varav hälften på ett eller annat sätt hade haft positiv påverkan på olycksfallsstatistiken. Forskarna

riktade en generell kritik till de undersökta programmen och konstaterade att mycket få program är forsknings- och teoribaserade och att de sällan kan utlova effektiva resultat.

Programstudier har kritiserats för att de saknar kontrollgrupper, något man menar avsevärt försämrar möjligheten att säkra effekterna av programmen (Rivara, med flera, 2000). I en studie av program som ska förebygga fallolyckor hittade Rivara med flera (2000) endast tre studier där kontrollgrupper ingick. Författarna pekar på att de interventioner som oftast används i program är lagstiftning, företagspolicy, arbetsmiljömässiga förändringar och utbildningsinsatser. De menar också att lagstiftning med sanktioner kan minska fallolyckorna. Annan kritik som framförts handlar om att riskexponeringsgraden saknats i analysen (Chen och Jin, 2012).

Sammanfattningsvis kan man säga att myndighets- och branschinitierade program oftast får ett mycket stort genomslag i byggbranschen när de införs. Vetenskapliga utvärderingar visar dock svårigheten att tillförlitligt säkra effekten av dessa säkerhetsprogram. Oftast finns en klar effekt men i många fall är det osäkert vilken betydelse andra påverkande variabler har. Förmågan att skapa uthålliga program eller modeller verkar också vara en viktig faktor.

4.3.3 Spridningen av program

Esmaeili och Hallowell (2012) menar att olika strategier för olycksfallsprevention är den huvudsakliga orsaken till att säkerhetsbeteenden inom byggbranschen har förbättrats. Genom intervjuer med 58 olika byggföretag undersökte de spridningen av dessa strategier eller program. I resultatet presenterades de 12 mest effektiva administrativa säkerhetsinnovationer som företag inom byggbranschen implementerar:

1. Övre ledningens stöd
2. Arbetsriskanalys
3. Hälsa- och säkerhetsutbildning och träning
4. Frekventa arbetsplatsinspektioner
5. Planering av varning av faror
6. Registrering och analys av olycksfall
7. Projektspecifika tränings- och säkerhetsmöten
8. Skyddskommittéer
9. Drogprogram

10. Säkerhetschef på plats
11. Urvalet och ledningen av underentreprenörer
12. Arbetstagar deltagande och utvärdering

Studien visade att de olika säkerhetsinnovationerna främst bygger på projektspecifika tränings- och säkerhetsmöten, frekventa arbetsplatsinspektioner och hälso- och säkerhetsutbildning och träning. De minst implementerade innovationerna var att anställa en säkerhetsansvarig, att hantera och välja underentreprenörer och införa drogprogram. Författarna menade också att dessa traditionella säkerhetsstrategier nu verkar ha nått sin mättnad och att man behöver hitta nya vägar. I genomsnitt inför företagen 9 av de 12 innovationerna. Ingen av innovationerna har övergetts sedan de en gång införts, och när ett säkerhetsprogram implementeras använder man det också i hela företaget, inte enbart i individuella projekt. Esmaeli och Hallowell (2012) kartlade även när de olika innovationerna hade tagits i bruk i de olika företagen. Det visade sig att när en myndighet inför en ny lag dras aktiviteterna för innovationen ned. Man visade också att implementeringen av olika innovationer ofta beror på ett yttre tryck på att implementera det som andra företag i branschen inför och implementerar, vilket är ett välkänt fenomen inom institutionell teori och forskning om managementteoriernas spridning (se till exempel Røvik 2000, 2008; Furusten 1999).

4.3.4 Generella framgångsfaktorer

Redan 1993 lanserades ett nollvisionsprogram i USAs byggindustri. Det innehöll fem komponenter:

1. Förprojektering för säkerhet
2. Säkerhetsträning
3. Belöningsprogram
4. Drog- och alkoholtestning
5. Uppföljning av olyckor

Programmet gav snabbt goda resultat. Hinze och Wilson (2000) presenterade en uppföljning 1996 för att se om byggföretag hade förbättrat sitt säkerhetsarbete sedan programmet presenterat sina förslag på förbättringsåtgärder. Resultatet visade att programmet varit framgångsrikt och att företag som hade ett bra säkerhetsarbete också kunde förbättra detta ytterligare. Säkerhetsträningen hade i dessa företag kompletterats med utbildningar av förmän och belöningsystemet hade byggts ut och integrerats i lönesystemet.

De drogförebyggande programmen hade också utökats och överträdelse resulterade i 60 dagars avstängning utan lön. Vidare betonades ledningens ansvar och förmännens betydelse i det praktiska arbetet.

Hinze med flera (2013) tog ett helhetsgrepp på förebyggande säkerhetsprogram i USA och analyserade 57 olika program för att se vilka strategier som användes och hur skadestatistiken såg ut. De fann att 22 strategier användes i alla projekt och att 14 av dessa var nyckelstrategier. Mest framgångsrikt var att ledningen var säkerhetsorienterad och på andra plats att förmännen involverades i säkerhetsarbetet. En annan nyckelstrategi var att involvera underentreprenörerna i säkerhetsmöten på arbetsplatsen. I en annan studie utvärderade Mahmoudi med flera (2014) metoder som stödjer säkerheten på byggarbetsplatsen och konstaterade att ledarskap och engagemang är den viktigaste faktorn på organisationsnivå medan riskvärdering och arbetsledning är de viktigaste på projektnivå. Shahbodaghlou och Haven (2000) visade sambandet mellan ett bra kvalitetsarbete och ett bra säkerhetsarbete och lyfte fram fyra aspekter: att ledningen är engagerad, att de anställda deltar i beslutsprocessen, att de anställda får träning för att delta i säkerhetsarbetet och att mellancheferna förstår vikten av att ha en kompetent arbetskraft.

Ett amerikanskt program, FACE (Fatality Assessment and Control Evaluation), syftar till att minska dödsolyckor som orsakas av fall och elektricitet inom byggbranschen, och det undersöktes i en longitudinell studie av Menendez med flera (2012). Studien var omfattande och man jämförde under 22 år de stater som använt sig av programmet med de som inte hade gjort det. Författarna kunde konstatera att det finns ett samband mellan programmen och nedgången i fallolyckor men inget sådant samband för elolyckor. Laitinen och Päivärinta (2010) rapporterade att Byggbranschens arbetsgivarförening i södra Finland utlyst en tävling över vilka företag som bäst arbetade med säkerhet. Oannonserade besök och inspektioner var den viktigaste bedömningsgrunden men även förekomsten av arbetsmiljöplaner och olycksfallsstatistiken vägdes in. Vinnaren av tävlingen fick ett pris som delades ut vid en sammankomst för branschen. Totalt 70 procent av företagen deltog, och statistik visade att olyckorna gått ned, både totalt och i jämförelse med andra delar av landet. Det höga deltagandet och de goda resultaten visade betydelsen av social kontroll. Viktiga framgångsfaktorer var ett vitaliserat säkerhetsarbete och ett nära samarbete mellan byggfirmor, partsorganisationer och arbetsmiljömyndigheter.

Rwamamara med flera (2010) undersökte "best practices" i svensk byggindustri med fokus på belastningsskador. Forskarna för fram fem områden:

1. Arbetsmiljöplanen (ASF 1999:3) bör vara den centrala komponenten i planeringen. Planen bör ha ett långt och ett kort perspektiv. Det långa perspektivet bör bygga på en riskanalys för att planera arbetsplatsen och välja utrustning och material, medan det korta bygger på en dialog för att lösa de dagliga problemen.
2. Arbetsorganisationen bör bygga på regelbundna möten mellan inblandade aktörer.
3. Produktionstekniken utvecklas ständigt och nya säkrare metoder tillkommer. Många arbetsmiljörisker kan reduceras med en ökad grad av prefabricering. Risken för belastningsskador kan minskas med arbetsrotation.
4. Den fysiska arbetsmiljön kan förbättras med god belysning, god ordning och bra ställningar och arbetsverktyg.
5. Individuella variationer hos de anställda (ålder, kön, fysisk styrka) måste beaktas vid planeringen av arbetet.

4.3.5 Det lilla företagets problematik

Ett speciellt problem är att utforma program för de små företagen. Hasle med flera (2012) menar att ett grundläggande problem är de små företagens begränsningar som innebär att det oftast är ägaren som sköter alla frågor, inklusive arbetsmiljön. Frågor om arbetsmiljö blir lätt perifera i förhållande till andra problem. Företagaren saknar erfarenheter av vissa olyckor vilket tolkas som att riskerna inte är så stora och att ägaren besitter kunskaper att hantera dem om de skulle dyka upp. Det finns inte heller erfarenheter som kan ge ett systematiskt arbetsmiljöarbete på samma sätt som i ett större företag. Det är dessutom svårt för de anställda att agera eftersom de har en mer personlig relation till ägaren.

4.3.6 Drogprogram

Det finns också några studier där olika drogprogram utvärderas. I en amerikansk artikel menar Wickizer med flera (2004) att drogtestningsindustrin har ökat markant och att drogproblemen generellt är större i byggbranschen än i andra branscher. Schofield med flera (2013) menar också att det generellt är svårt att konstatera några starka samband mellan drogprogram och en nedgång i olycksfallsstatistik. Minchin Jr med flera (2006) har i en studie visat att drogtestning är en effektiv metod för att reducera antalet narkotikapåverkade arbetare på en byggarbetsplats, vilket ökar säkerheten i projektet överlag. Ett lyckat drogprogram kan även

öka produktiviteten genom ett förbättrat lagarbete och bättre sammanhållning med mera.

4.3.7 De anställdas roll och förutsättningar samt teamets betydelse

Meldrum med flera (2009) menar att de anställdas engagemang i säkerhetsarbetet primärt beror på fyra faktorer:

- kunskap och förmåga att engagera
- uppfattningar om vad som förväntas
- attityder och beteenden
- faktisk delaktighet i säkerhetsarbetet.

Mitropoulos och Memarian (2012) pekar på det generella faktumet att ett fungerande team hanterar säkerhetsfrågorna bättre än ett individuellt organiserat arbete och rekommenderar processer som stärker teamarbete. Suraji med flera (2001) har studerat olycksorsaker vid 500 olyckor i Storbritannien och lyfter fram olämpliga val av byggmetod, otillräcklig planering, dålig fysisk arbetsmiljö och dålig styrning på arbetsplatsen. Suraji med flera (2006) återkom 2006 med en modell, "Total Safety Management", som tar hänsyn till alla aktörer som är inblandade i byggprocesser och deras möjligheter och ansvar för att ordna säkra arbetsförhållanden – från design till utförandet av projektet. Rajendran (2013) har studerat effekten av olika proaktiva aktiviteter på en byggarbetsplats och lyfter fram tre åtgärder som framgångsrika: förplanering, säkerhetsbeteendeobservation och säkerhetsutvärderingar.

Yi med flera (2012) undersökte hur man kan förbättra säkerheten på byggarbetsplatser med hjälp av färger och olika färgskalor. Genom att analysera olycksfallsrapporter identifierades olika kritiska objekt, arbetskläder, skyddsnet, skylifts (gondola), byggnadsställningar och säkerhetspassager. I två fallstudier (två olika byggprojekt i Sydkorea) modifierades och testades användandet av färgsättning. Forskarna menar att man med rätt färgsättning bättre kan synliggöra potentiella risker samt minska trötthet och monotoni i arbetet. Detta är viktigt inte minst för äldre arbetare med sämre perceptionsförmåga. Chen och Jin (2012) pekar på några framgångsfaktorer som kan generaliseras till andra säkerhetsprogram. Det handlar om att de inblandade får utbildning och praktik i programmets delar, att syftet med programmet kommuniceras, att deltagarna får feedback på beteenden, att det finns fullt stöd för programmet från alla inblandade parter och att ansvarig ledning tar konflikten när någon bryter mot de regler och principer som är uppsatta för programmet.

4.4 FORSKNING OM TEKNISKA LÖSNINGAR

Det finns ett stort antal studier av tekniska lösningar som på olika sätt kan bidra till minskad olycksfallsrisk och förbättrad arbetsmiljö. Vi har valt att samla dem under denna rubrik.

4.4.1 VR- och IT-baserade modeller

Vid University of British Columbia (Aguilar och Hewage 2013) har man utvecklat ett IT-baserat system (Construction Real Time Information and Communication System for Safety, C-RTICS2) som i realtid ska följa upp händelser och generera säkerhetsindikatorer. Systemet kan närmast beskrivas som en IT-baserad informationsplattform där man kan följa det mesta som finns att rapportera om olycksfall. Systemet kräver mycket indata.

Wu med flera (2013) och Yang med flera (2012) har studerat riskerna med fallande objekt och analyserat 499 händelser i amerikansk byggindustri. Baserat på de största riskerna har de utformat en modell där arbetsplatsen utrustas med ett sensornätverk för trådlös dataöverföring, och arbetarna, maskinerna och de farliga objekten som ska lyftas förses med RFID-taggar (Radio Frequency Identification). Systemet ska förebygga olyckor i realtid och kan sända ut information om var farliga moment uppträder.

Zhang och Hammad (2012) har tagit fram ett system som i realtid ska lokalisera föremål och planera förflyttningar så att kollisioner undviks. Genom realtidsuppdaterad information kan kranförare upptäcka faror i tid och planera arbetet på ett säkrare sätt. Systemet utgår från en 3D-modell av arbetsplatsen och sedan utrustas alla rörliga föremål med sensorer. Systemet skapar förutsättningar för bättre kommunikation mellan olika aktörer och bättre planering.

Manase med flera (2011) diskuterar potentialen i att använda geografiska informationssystem (GIS) vid analys av olycksfall. Upplösningsnivån kan variera från hela landet ner till en enskild arbetsplats och resultaten kan exponeras på kartor, fotografier eller animeringar av olika slag. Informationen kan också samköras med annan geografiskt fastställd information, till exempel olika sociala variabler. Forskarna menar att nya mönster och samband kan spåras genom att fler faktorer kan beaktas i analysen.

Riaz med flera (2014) pekar på möjligheten att använda sensorer som är uppkopplade i realtid för att övervaka arbetsmiljöförhållandena i trånga utrymmen. Det finns liknande system där man kan övervaka hälsovariabler hos en operatör som finns i farliga miljöer (Bodin med flera 2016).

Jebelli med flera (2016) fokuserar på fallolyckor och undersöker hur kroppsstabilitet vid byggarbete kan analyseras som ett sätt att förhindra uppkomsten av denna typ av olyckor. En slutsats från studien är att sensorer som mäter byggarbetares stabilitet och kroppshållning kan användas i preventivt syfte, som ett sätt för arbetsledningen att identifiera problem och införa lämpliga åtgärder. Dessa frågor kan även införlivas i byggarbetares säkerhetsutbildning.

Li med flera (2016) presenterar en modell där man analyserar data som samlas in genom att byggnadsarbetaren har en RFID-tagga på sin hjälm, vilket möjliggör en positionsbestämning som kan samköras med olycksfalls- och incidentrapportering. Baserat på analysen kan arbetsplatsen indelas i zoner med olika säkerhetsbedömningar.

Guos med flera (2013) studie syftar till att förbättra säkerhetsarbetet genom att identifiera nyckelfaktorer som orsakar olyckor. Metoden går ut på att man först simulerar arbetsplatsen och utifrån det identifierar riskfaktorer. Riskerna kan till exempel vara två kranar som har möjlighet att täcka ett gemensamt område men det kan också vara brister i arbetsplatsens utformande, osäkra byggnadsställningar, stort antal pågående arbeten och brist på säkerhetsträning.

En annan variant är Augmented Reality (AR) som, till skillnad från VR, kan användas för att visualisera förändringar i exempelvis design direkt i den tänkta miljön. Det handlar således inte om virtuella miljöer utan en kombination av faktisk och virtuell miljö där designen kan "mappas" på en bild av den verkliga kontexten. AR kan appliceras på olika sätt inom byggprojekt, bland annat vid proaktivt säkerhetsarbete (Carozza med flera, 2014).

En studie av Lee med flera (2014) beskriver ett övervakningssystem som syftar till att kontrollera direkta orsaker till olyckor på byggarbetsplatser genom att visualisera och övervaka byggarbetares position i realtid. Verktöget integrerar tre olika teknologier: 1) "Real-Time Locating System" (RTLS) som är ett sätt att spåra arbetarnas positioner, 2) ArchiCAD 12 som används för att "mappa" arbetarnas rörelser i ett datorprogram, och 3) ett alarmsystem som kan upptäcka risker medan arbetet utförs och informera arbetarna om detta redan i ett tidigt stadium. Denna integrering av teknologier till ett enhetligt kontroll- och övervakningssystem kan utgöra ett stöd för arbetsledningen när det gäller att minimera direkta orsaker till olyckor i realtid.

Ett liknande verktyg beskrivs av Li med flera (2015). Även det syftar till att möjliggöra noggrann övervakning av arbetares rörelser och positioner som ett sätt att öka säkerheten på byggarbetsplatser.

Systemet är uppbyggt kring RTLS, i det här fallet "Chirp Spread Spectrum" (CSS). Resultaten visade att CSS är snabbt och enkelt att lära sig samt billigare än andra former av RTLS.

4.4.2 Kranar och kranarbete

Neitzel med flera (2001) visar att byggkranar är en vanlig komponent vid arbetsolyckor och pekar på ett antal tekniska och organisatoriska preventiva åtgärder. På det tekniska området handlar det om utrustningar för elsäkerhet, skydd mot tippning, säkra kranhytter och kollisionsskydd. På den organisatoriska sidan betonas vikten av utbildade och certifierade kranförare, kontinuerligt underhåll, goda kommunikationer med aktörer i kranens arbetsområde och rutiner för elsäkerhet. Shin (2015) visar att uppförande och nedmontering av stora byggkranar är särskilt farliga moment som kräver noggrann planering och kvalificerad arbetskraft.

Beavers med flera (2006) har studerat kranrelaterade dödolyckor i den amerikanska byggindustrin med utgångspunkt i data från åren 1997–2003. Totalt analyserades 125 fall som undersökts av OSHA gällande 126 kranrelaterade olyckor (i ett av fallen var två kranar inblandade) och totalt 127 dödsfall. Beavers med flera (2006) kunde identifiera yrkena hos 119 av de som råkat ut för en olycka med dödlig utgång och det visade sig att endast 12 var kranoperatörer. De andra 107 individerna hade andra yrkesbeteckningar såsom metallarbetare eller byggarbetare, det vill säga, personer som utfört kringliggande arbeten. Detta kan enligt artikelförfattarna tyda på ett allvarligt och systematiskt problem inom byggindustrin: att de som arbetar med eller i direkt anslutning till kranar saknar rätt utbildning och/eller inte känner att de har befogenhet att stoppa arbetet vid farliga situationer. Detta gäller både kranoperatörer och de som ytterst är ansvariga för säkerheten på arbetsplatsen. Frågan om utbildning berör även de som utför kringliggande arbeten, såsom metallarbetare och byggarbetare. De bör utbildas specifikt i frågor som rör kransäkerhet.

Genom att analysera en kranolycka på en nederländsk byggarbetsplats beskriver Swuste (2013) att den huvudsakliga orsaken till olyckan kan vara själva designen av kranen. Det visade sig dock vara svårt att bedöma huruvida tillverkaren hade genomfört en riskanalys vid konstruktionen eftersom relevant dokumentation saknades. Kranen var även CE-märkt och Swuste (2013) diskuterar problematiken med bristen av kontroll vid design och konstruktion när det gäller kranar, för när de väl är ute på marknaden är det svårt att bedöma grundläggande svagheter som beror på konstruktionen och medföljande säkerhetsproblem. En slutsats från studien är att risker med kranar överlag är otillräckligt analyserade och dokumenterade.

Enligt Spasojevic-Brkic med flera (2015) utgår tillverkare av kranhytter från traditionella mått och designöverväganden, något som dock inte nödvändigtvis motsvarar behoven hos en stor del av kranoperatörerna. Författarna använder antropometrisk data från 74 kranoperatörer från 23 olika kranhytter (6 från Sverige och 17 från Serbien) för att testa hur operatörers biomekaniska och visuella problem kan minskas som ett sätt att förbättra säkerheten och förhindra kranrelaterade olyckor på byggarbetsplatser. Resultaten visade att tillverkare i viss utsträckning bör frångå de vanliga rekommendationer som ges via olika standarder och riktlinjer när det gäller design av kranar.

Sertyesilisik med flera (2010) har också undersökt olika typer av lyft med tillhörande utrustning inom byggindustrin för att få en bild av deras effektivitet och effekt på säkerheten. Resultatet visade att sex faktorer förbättrar säkerheten vid lyft:

- noggrann planering
- väl tränad och ackrediterad personal
- noggrant val av utrustning som inspekteras innan användning
- god kommunikation med de anställda (ta vara på deras feedback)
- ansvarig person med god kännedom om arbetsplatsen
- en databas med erfarenheter från tidigare lyft.

4.4.3 Byggställningar

En studie av Whitaker med flera (2003) visar att det finns ett antal orsaker till olyckor som inträffar i anslutning till byggnadsställningar, specifikt när det handlar om kollapsande byggnadsställningar. Dessa kan kopplas till problem med byggnadsställningarna i sig såsom defekta komponenter, frånvaro av skyddsräcken och andra barriärer och otillåten modifiering av ställningen, men de kan också bero på att arbetsledningen inte klarar att kontrollera vilka risker som arbete på byggnadsställningar omfattar etcetera

Rubio-Romero med flera (2013) har studerat problem med tillfälliga arbeten på hög höjd inom byggindustrin. Inom EU finns flera direktiv som reglerar hur byggställningar ska användas vid sådana arbeten, och artikeln undersöker byggställningar i en fallstudie av 146 byggarbetsplatser i Spanien. Resultatet visade att standardiseringen av byggställningar och relaterad utrustning har ökat säkerheten på byggarbetsplatser.

5. Slutsatser

I detta kapitel ska vi sammanfatta och diskutera vilka slutsatser vi kan dra av vår kunskapsöversikt, för att sedan diskutera vad som saknas och hur man kan gå vidare för att ytterligare minska risken för olycksfall i byggbranschen.

5.1 FORSKNING OM OLYCKSFALL OCH DESS GRUNDORSAKER

Inledningsvis ligger Sverige bra till i en internationell jämförelse när det gäller arbetsolyckor och trenden har pekat åt rätt håll under de senaste tio åren (se kapitel 3). Samtidigt måste vi konstatera att svensk forskning om olycksfall i byggverksamhet i stort sett lyser med sin frånvaro, åtminstone när det gäller internationell publicering i kvalitetsgranskade tidskrifter. Merparten av den högkvalitativa forskningen kommer från England, USA, Australien och i viss mån Spanien. Vidare finns en hel del forskning från Kina som vi har exkluderat i denna studie. Bland svenska forskare återfinns vi arbeten av till exempel Almén, Axelsson, Hallgren, Larsson, Larsson-Tholén, Pousette, Stenberg, Thunqvist och Törner.

Nästan all forskning inom området använder olycksfallsstatistik på ett eller annat sätt, åtminstone för att visa att deras forskning är välmotiverad. Det finns ett antal stora generella kvantitativa studier över olycksfall i olika länder som i princip är uppbyggda som vårt kapitel 3.

5.1.1 Små företag och underentreprenörer är överrepresenterade

Statistikjämförelser mellan olika länder måste göras med största försiktighet eftersom det inte finns enhetliga metoder för att samla och klassificera data. Med den reservationen kan vi se följande:

- Byggbranschen ligger högt i olycksfallsstatistiken oavsett vilket land som studeras. Gruvindustrin och jordbruket har andra topplaceringar.
- Sverige hör till de länder som har minst antal arbetsolyckor i byggbranschen.
- Fallolyckor toppar statistiken för svåra olycksfall.
- Lindriga olyckor utan frånvaro har andra orsaker (skärsår eller skador på ländrygg, ögon eller axel/arm/händer) jämfört med dödsolyckor, som i regel orsakas av fall från höjd, elchocker eller klämskador, eller av att arbetaren träffas av ett föremål.
- Generellt visar studierna på en minskning av antalet dödsolyckor.

Frågan om var, när och hur är central i nästan all forskning som bygger på olycksfallsstatistik, och här är den internationella samstämmigheten stor utom när det gäller när på dygnet olyckorna sker.

- Sannolikheten för olyckor med allvarliga konsekvenser är större i små företag.
- Sannolikheten för olyckor är större hos underentreprenörer.
- Halk- och snubblingsolyckorna utgör en stor del av det totala antalet olyckor.

När det gäller tidpunkten ser vi skillnader mellan länder som delvis beror på arbetstidens förläggning. I Sverige sker de flesta olyckorna mellan 10 och 12. I den spanska byggindustrin sker de allvarligaste olyckorna efter lunch, något som eventuellt kan kopplas till alkoholkonsumtion.

5.1.2 Arbetskraftens kön, ålder och språkkunskaper inverkar

Ett antal studier tar sin utgångspunkt i personfaktorer, det vill säga kopplingen mellan individburna förhållanden och olycksrisken alternativt olycksgraden. Kön, ålder och språkkunskaper är de vanligaste variablerna.

Ett återkommande tema är att män är utsatta för större skaderisker än kvinnor, men samtliga studier ger osäkra resultat eftersom man inte kan identifiera vilka arbetsuppgifter kvinnor respektive män har haft. Flera studier visar dock att kvinnor har administrativa arbetsuppgifter i mycket högre grad än män. Vi kan också konstatera att det inte finns några egentliga genusanalyser i bemärkelsen kön som social konstruktion i byggbranschen.

Ålderns betydelse varierar något mellan olika studier. I de flesta länder är de yngre åldersgrupperna överrepresenterade i den generella olycksfallsstatistiken, något som även gäller för Sverige. Däremot råder enighet om att olyckorna blir allvarligare i takt med stigande ålder. Den ökade erfarenheten som följer med ålder kan inte tillförlitligt kompensera åldersfaktorns inverkan.

Arbetskraft med bristande språkkunskaper tenderar att råka ut för fler och allvarligare olyckor än andra. Det finns också studier som visar att sömnbrist bidrar till utmattning, vilket i sin tur kan ha stor negativ effekt på individers välmående, prestation och säkerhet i arbetet.

5.2 FORSKNING OM SÄKERHETSARBETE OCH OLYCKSFALLSPREVENTION

5.2.1 Byggarbetsplatsdirektivet kan ha bidragit till säkrare arbetsplatser

Som en följd av EUs så kallat byggarbetsplatsdirektiv från 1992 finns ett antal studier som belyser hur direktivet har implementerats i olika länder och vilka effekter det har fått. I svensk kontext dras slutsatsen att Bas-P:s uppgifter och ansvarsområde behöver förtydligas. Exempelvis är det oklart om byggarbetsmiljösamordnare ska bedöma och reducera risker även vid ändringar i design.

När det gäller direktivets påverkan på säkerhet finns det en omfattande studie som visar på sjunkande olycksfallsfrekvenser i 11 av de 15 europeiska länderna som undersöktes. En slutsats kan således dras att utvecklingen har varit positiv sedan direktivet infördes, även om det finns ett behov av konkreta fallstudier i respektive land. En generell trend påvisar med andra ord inte direktivets påverkan på ett visst lands frekvenser. Även andra faktorer kan ha påverkat utvecklingen.

Ett fåtal studier berör tillsynsverksamhet och att det kan vara problematiskt i en sektor med arbetsplatser som ständigt förändras. I en dansk studie kommer man fram till att tillsynsmyndigheten bör omfördela sina resurser och lägga större fokus på de verkligt problematiska områdena i byggindustrin, det vill säga, mindre företag och underentreprenörer.

5.2.2 Arbetsmiljö som en del av företagets sociala ansvar

I frågan om bredare ansvarsförhållanden nämns möjligheten att göra säkerhets- och arbetsmiljöfrågor till en del av företagets sociala ansvar, det vill säga, så att det ingår i CSR-arbetet. Här är arbetet ännu i sin linda och det kan exempelvis krävas kartläggningar av etiska förhållningssätt till olika intressenter. Forskningen understryker även vikten av byggherrens, totalentreprenörens eller projektörens roll för en väl fungerande säkerhets- och arbetsmiljöstyrning överlag.

5.2.3 Nya modeller för riskbedömning växer fram

Det finns mycket forskning som fokuserat på olika modeller och metoder för såväl tillbuds- som riskanalys och riskbedömning. Dessa studier har överlag en tillämpad karaktär där exempelvis en viss modell testas i befintliga byggprojekt och sedan analyseras i samverkan med arbetsmiljöutvecklare inom ett företag. I praktiken bygger dock riskbedömningar i industrin ofta på enklare checklistor. Dessa kan vara praktiskt användbara men leda till ett begränsat underlag för beslut om effektiva åtgärder. För att komma

ifrån denna problematik har således en del studier fokuserat på utveckling av nya matematiska riskbedömningsmodeller baserade på svårdefinierade data, så kallad "fuzzy sets". En annan vanlig infallsvinkel är att fokusera på riskbedömningar redan vid de tidiga stadierna av byggprojekt, vid planering och projektering.

5.2.4 Ledningens engagemang är avgörande

En omfattande forskning visar att ledningens motivation och engagemang för säkerhetsfrågor har betydelse för säkerheten på arbetsplatsen. Andra resultat lyfter fram att både ledningens och medarbetarnas engagemang är viktiga för säkerheten. I den senare gruppen finner vi svensk forskning, där Törner och Pousette (2009) menar att det viktigaste för en hög säkerhetsnivå är att det finns tillitsfulla relationer både mellan individer och mellan olika funktioner på olika nivåer i organisationen. Törner och Pousette listar fyra aspekter som hänger samman med varandra:

- byggprojektets natur
- organisation och struktur
- värderingar, normer och beteenden
- individuella attityder, kunskaper och kompetenser.

Kunskap och motivation med avseende på säkerhet är nyckelfaktorer för säkerhetsbeteende, samtidigt som arbetsledningens engagemang för säkerhet är viktigt. Säkerhetsklimatet är dock inte nödvändigtvis enhetligt på ett företag utan det kan variera mellan olika arbetsgrupper.

Utbildning ökar människors förståelse för det egna ansvaret för säkerhetsarbetet. Ett problem kan vara att personalen saknar motivation till utbildning, bland annat på grund av bristande individanpassning. Därför utvecklas nya typer av utbildningar genom ny teknik där både medarbetare och chefer kan utveckla sin kompetens i virtuella miljöer.

5.2.5 Säkerhetsfokus i tidigt skede

Säkerhetsdesign är ett område som uppmärksammas allt mer inom forskningen. Enkelt uttryckt handlar det om att lyfta arbetsmiljöfrågorna redan i planerings- och designfasen av ett byggprojekt. Forskning visar att det går att härleda arbetsplatsolyckor till hur ett objekt har utformats, det vill säga till dess konstruktion och design. Ett problem har varit att normer och standarder för hur olika objekt bör utformas endast säkerställt den slutliga brukarens hälsa och säkerhet utan att ta hänsyn till

arbetsmiljöaspekten under uppförandet. Forskarna inom området är eniga om att professioner som är involverade i de tidiga planerings- och designfaserna måste ta ett större ansvar även för säkerheten på byggarbetsplatserna.

5.2.6 Säkerhetsarbete är lönsamt

Många studier behandlar frågan om arbetsmiljösatsningars lönsamhet och alla visar någon positiv effekt. Två studier sticker ut och visar att nyttan överträffar kostnaderna med relationen 3:1. Flera studier visar också att bonusprogram har en positiv påverkan på kort sikt, men effekten avtar med tiden och programmet behöver kontinuerligt uppdateras för att ge effekt.

5.3 FORSKNING OM PROGRAM OCH MODELLER FÖR SÄKERHET INOM BYGGBRANSCHEN

Byggbranschens arbete för olycksfallsprevention och säkerhet konkretiseras ofta i mer omfattande säkerhetsprogram som startas av myndigheter och branschorganisationer. Många av dessa program innehåller ett flertal aktiviteter, berör personer från flera organisationsnivåer och pågår under en längre tid. Inte sällan är de kopplade till diverse sanktioner. Forskning på dessa program och modeller handlar i huvudsak om utvärderingar, oftast vilken effekt de gett på olycksfall och även på sjukförsäkringsuttag.

Forskarvärldens kritik handlar om att få av programmen är forsknings- och teoribaserade och att de sällan kan ge någon försäkring om resultat. Dessutom finns metodologiska problem; ofta saknas både riskexponeringsgrad och kontrollgrupper, vilket innebär svårigheter i att säkra insatsernas signifikans.

Några av de viktigaste framgångsfaktorerna som redovisas är:

- Insatser i form av program och modeller för säkerhet bör pågå under en längre tid, annars riskerar man att säkerhetsarbetet återgår till det tidigare läget.
- Program som innehåller beteendeförändrande tekniker verkar vara mer framgångsrika än program som enbart förmedlar information och utbildning.
- Det är viktigt att ledningen är säkerhetsorienterad och att chefer på utförandenivå och underentreprenörer involveras i programmen.
- Program som innehåller en kombination av flertalet strategier är mer framgångsrika än de som enbart har ett fåtal strategier.

- Myndigheter, partsorganisationer och branschen ska samarbeta i programmen.
- Alla inblandade ska förstå programmets innehåll, syfte och idé och ansvarig ledning ska ta konflikten när programmet inte efterlevs.

Utvärderingar av program som riktar sig till små och medelstora företag visar att de ofta har svårt att utveckla preventions- och säkerhetsarbete. Ofta är ägaren ansvarig för arbetsmiljöarbetet, man saknar erfarenheter och utbildningar på området, de olyckor man inte har erfarit arbetar man inte heller preventivt mot, det är svårt att uppnå en systematik i arbetsmiljöarbetet och de anställdas nära relation till chefen kan försvåra möjligheter till konstruktiv kritik och därmed utveckling.

5.4 FORSKNING OM TEKNISKA LÖSNINGAR

Forskningen kring nya tekniska lösningar för att öka säkerheten ute på byggarbetsplatserna fokuserar främst på olika former av IT-verktyg där vi har identifierat tre spår. Det första handlar i huvudsak om två olika varianter av realtidsbaserade system som bygger på att utrustning och personal utrustas med så kallad RFID-taggar. I det ena fallet handlar det om att skapa system som i realtid kan informera om olika risksituationer som kan uppstå, till exempel i form av kollisioner mellan utrustning, material och människor. Dessa system har som huvuduppgift att förbättra kommunikationen mellan olika aktörer på arbetsplatsen och i tid varna för risksituationer som kan uppstå. I det andra fallet handlar det om sensorer som placeras på personal för att övervaka individens arbetssituation, till exempel avseende arbetsställningar eller exponering för hälsofarliga ämnen. RFID-taggar och liknande system kommer att utvecklas i framtiden och integreras i produktionssystemet på ett mer direkt sätt.

Augmented Reality (AR) är ett annat spår inom forskningen kring tekniska lösningar för att förbättra arbetsmiljön. Verktøy bygger på en kombination av virtuell och faktisk miljö där ny design digitalt kan appliceras på befintlig miljö vilket gör informationen om den omgivande miljön interaktiv och möjlig att förändra för användaren. Augmented Reality kommer att ge unika möjligheter i utbildningssituationer.

Ett tredje spår är mer avancerad simulering av arbetsplatsen för att i förväg identifiera olika tänkbara riskfaktorer och farliga situationer.

5.5 EN SAMMANFATTANDE REFLEKTION

Man kan göra några övergripande reflektioner utifrån vår kunskapsinventering.

- Resultaten är inte så kontextberoende. Det finns vissa kulturella skillnader men i stort sett presenteras liknande resultat oavsett land.
- Det finns ingen universallösning som är färdig att implementera. Mycket som görs är bra och man måste fortsätta med det arbetet. Det som framträder är frågans komplexitet och behovet av integrerade lösningar.
- Tekniken utvecklas och med den kommer både nya möjligheter och nya problem att förhålla sig till.
- Det mesta av forskningen är kvantitativ, vilket inte är så konstigt då utvärderingen oftast uttrycks i olika typer av olycksfallsfrekvenser.
- Branschen är generellt dålig på att utnyttja forskning, och det mesta verkar vara initierat av forskare eller myndigheter. En förklaring kan vara att vi enbart sökt i högkvalitativa vetenskapliga tidskrifter och att mer tillämpad forskning generellt inte publiceras där.

5.6 FORSKNINGENS VITA FÄLT

En intressant fråga är vilka fält som är lite beforskade eller där forskning saknas helt. Vi drar följande slutsatser:

- Det råder stor brist på svensk forskning.
- Det saknas genusforskning, och de studier som skiljer på kvinnor och män är dessutom av bristande kvalitet. Det grundläggande problemet är kanske inte bristen på forskning utan snarare bristen på kvinnor i branschen.
- Det saknas forskning om lönedumpning med hjälp av svart och grå arbetskraft och om hur det påverkar säkerheten och arbetsmiljön.
- Det saknas forskning om olycksfall i byggbranschen som utgår från ett mer sociologiskt perspektiv.
- Det saknas tillämpad forskning om integrerade system som inkluderar underentreprenörer.
- Det behövs mer forskning om byggherrens och projektörernas roll i arbetsmiljöarbetet.
- Det saknas tillämpad forskning om god praxis i arbetsmiljöarbetet.

5.7 FORSKNINGENS RELEVANS

Vi ska avslutningsvis diskutera hur forskningen förhåller sig till frågor som är aktuella för de tre huvudintressenterna i arbetsmiljöarbetet: arbetstagarna, arbetsgivarna och Arbetsmiljöverket.

På arbetstagarsidan diskuteras främst det stora antalet dödsolyckor och deras samband med grå och svart arbetskraft. Här kan vi konstatera att nästan all forskning handlar om att minska antalet dödsolyckor medan frågan om grå och svart arbetskraft i stort sett saknas i forskningen. Från arbetstagarsidan drivs också ett arbete för en jämställd byggbransch med syfte att öka andelen kvinnliga byggnadsarbetare och stoppa "machokulturen". Forskningen kring genusfrågor och jämställdhet är dock mycket begränsad när det gäller byggbranschen. Ytterligare en fråga som lyfts fram av arbetstagarna är huvudentreprenörsansvaret, det vill säga, att huvudentreprenören är ansvarig för att regler och avtal följs i hela entreprenörskedjan. Forskningen är dock blygsam kring kopplingen mellan huvudentreprenörens ansvar och olycksfall och säkerhet. Det finns en del forskning om olika former av systematiskt arbetsmiljöarbete men den är sällan kopplad till ansvarsfrågan.

Arbetsgivarna driver främst frågor om det systematiska arbetsmiljöarbetet och om attityder till säkerhet både bland personal på ledningsnivå och bland övriga medarbetare. Vidare uppmärksammas ofta att byggherrarna och projektörerna alltför sällan tar sitt juridiska eller moraliska ansvar. När det gäller byggherrarna är det ett problem att upphandlingar sällan omfattar krav på arbetsmiljön och i de fall det finns med är uppföljningen i regel dålig eller obefintlig. Det finns en hel del forskning om systematiskt arbetsmiljöarbete i form av stora programsatsningar i olika länder, men den svenska modellen för systematiskt arbetsmiljöarbete verkar inte intressera forskarna.

Ur Arbetsmiljöverkets perspektiv är ovanstående frågor högaktuella, kanske framför allt vikten av att tydliggöra roll- och ansvarsfördelningen i byggprojekt. Här finns det viss forskning i svensk kontext som rör exempelvis byggherrens och byggarbetsmiljösamordnarnas roll i säkerhetsstyrning i byggprocesser. Arbetsmiljöverket har dock även fokuserat på problematiken med långa entreprenörskedjor. De gör att underentreprenörers arbetsmiljö i hög utsträckning kontrolleras av beställande part, och långa kedjor kan leda till att arbetsmiljöansvaret tunnans ut. Dessa specifika frågor saknas i princip helt i den redovisade internationella litteraturen. Det finns ett fåtal studier av tillsynsverksamhet och god praxis för exempelvis inspektioner, men överlag är även detta ett område som inte berörts nämnvärt i artiklarna.

Arbetsmiljöverket (2014). *Beställaransvar*. (No. 2014/117758). Stockholm: Arbetsmiljöverket.

Arbetsmiljöverket (2015a). Ansvar vid byggnads- och anläggningsarbete. Från <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/bygg/ansvar-vid-byggnads--och-anlaggningsarbete/>.

Arbetsmiljöverket (2015b). *Utredning om beställaransvar i föreskrifterna för byggnads- och anläggningsarbete*. (No. 2014/117758). Stockholm: Arbetsmiljöverket.

Arbetsmiljöverket (2015c). *Upphandling och arbetsmiljö(arbete). Hur kan olika aktörer bidra till arbetsmiljöstyrningen för tjänster som upphandlas?* Stockholm: Arbetsmiljöverket.

Badri, A., Gbodossou, A., & Nadeau, S. (2012). Occupational health and safety risks: Towards the integration into project management. *Safety Science*, 50(2), 190-198.

Bahn, S. (2013). Transformational leaders? The pivotal role that supervisors play in safety culture. *International Journal of Training Research*, 11(1), 17-26.

Baradan, S., & Usmen, M. (2006). Comparative injury and fatality risk analysis of building trades. *Journal of Civil Engineering and Management*, 132(5), 533-539.

Baxendale, T., & Jones, O. (2000). Construction design and management safety regulations in practice – progress on implementation. *International Journal of Project Management*, 18, 33-40.

Beal, A. N. (2007). CDM regulations: 12 years of pain but little gain. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, 160(2), 82-88.

Beavers, J. E., Moore, J. R., Rinehart, R., & Schriver, W. R. (2006). Crane-related fatalities in the construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(9), 901-910.

Behm, M., & Schneller, A. (2013). Application of the loughborough construction accident causation model: A framework for organizational learning. *Construction Management and Economics*, 31(6), 580-595.

Bodin, U., Grane, C., & Löow, J. (2016). Teknisk rapport BASIE: Bärbara sensorer för ökad personsäkerhet. Luleå: Luleå tekniska universitet.

- Bong, S., Rameezdeen, R., Zuo, J., Li, R. Y. M., & Ye, G. (2015). The designer's role in workplace health and safety in the construction industry: Post-harmonized regulations in South Australia. *International Journal of Construction Management*, 15(4), 276-287.
- Boverket. (2016). Byggherrens ansvar. Hämtad från <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/byggprocessen/byggherrens-ansvar/>.
- Brockman, J. L. (2014). Interpersonal conflict in construction: Cost, cause, and consequence. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(2)
- Brogmus, G. E. (2007). Day of the week lost time occupational injury trends in the US by gender and industry and their implications for work scheduling. *Ergonomics*, 50(3), 446-474.
- Cambralia, F. B., Saurin, T. A., & Formoso, C. T. (2010). Identification, analysis and dissemination of information on near misses: A case study in the construction industry. *Safety Science*, 48(1), 91-99. doi:10.1016/j.ssci.2009.06.006
- Cameron, I., & Hare, B. (2008). Planning tools for integrating health and safety in construction. *Construction Management and Economics*, 26(9), 899-909.
- Camino Lopez, M. A., Fontaneda, I., Gonzalez Alcantara, O. J., & Ritzel, D. O. (2011). The special severity of occupational accidents in the afternoon: "The lunch effect". *Accident Analysis and Prevention*, 43(3), 1104-1116.
- Carozza, L., Tingdahl, D., Bosché, F., & van Gool, L. (2014). Markerless vision-based augmented reality for urban planning. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 29(1), 2-17.
- Carter, G., & Smith, S. D. (2006). Safety hazard identification on construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(2).
- Casanovas, M. D. M., Armengou, J., & Ramos, G. (2014). Occupational risk index for assessment of risk in construction work by activity. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(1)
- Chau, N., Mur, J., Benamghar, L., Siegfried, C., angelzer, J., Francias M., Sourdot, A. (2002). Relationships between some individual characteristics and occupational accidents in the construction industry: A case-control study on 880 victims of accidents occurred during a two-year period.

- Chen, J., Song, X., & Lin, Z. (2016). Revealing the “invisible gorilla” in construction: Estimating construction safety through mental workload assessment. *Automation in Construction*, 63, 173-183.
- Chen, Q., & Jin, R. (2012). Safety4Site commitment to enhance jobsite safety management and performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(4), 509-519.
- Chi, S., Han, S., & Kim, D. Y. (2013). Relationship between unsafe working conditions and workers’ behavior and impact of working conditions on injury severity in U.S. construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(7), 826-838.
- Chi, S., Han, S., Kim, D. Y., & Shin, Y. (2015). Accident risk identification and its impact analyses for strategic construction safety management. *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(4), 524-538.
- Chinda, T. (2015). Examination of Thai construction safety factors using the analytic hierarchy process. *International Journal of Smart Home*, 9(7), 285-292.
- Chun, C. K., Li, H., & Skitmore, M. (2012). The use of virtual prototyping for hazard identification in the early design stage. *Construction Innovation*, 12(1), 29-42.
- de la Fuente., López, M. A. C., González, I. F., Alcántara, O. J. G., & Ritzel, D. O. (2014). The impact of the economic crisis on occupational injuries. *Journal of Safety Research*, 48, 77-85.
- de la Fuente, López, M. A. C., González, I. F., Alcántara, O. J. G., & Ritzel, D. O. (2014). The impact of the economic crisis on occupational injuries. *Journal of Safety Research*, 48, 77-85.
- Derr, J., Forst, L., Chen, H. Y., & Conroy, L. (2001). *Fatal falls in the US construction industry, 1990 to 1999*.
- Dharmapalan, V., Gambatese, J. A., Fradella, J., & Moghaddam Vahed, A. (2015). Quantification and assessment of safety risk in the design of multistory buildings. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(4).
- Dumrak, J., Mostafa, S., Kamardeen, I., & Rameezdeen, R. (2013). Factors associated with the severity of construction accidents: The case of South Australia. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 13(4), 32-49.
- Elias, I., Felix, H., David, P., & David, O. (2011). Improving construction health and safety: Application of cost-benefit analysis

- (CBA) for accident prevention. *International Journal of Construction Management*, 11(1), 19-35.
- Ellström, P. (1992). *Kompetens, utbildning och lärande i arbetslivet: Problem, begrepp och teoretiska perspektiv*. Stockholm: Publica.
- Esmaili, B., & Hallowell, M. R. (2012). Diffusion of safety innovations in the construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(8), 955-963.
- Esmaili, B., Hallowell, M. R., & Rajagopalan, B. (2015). Attribute-based safety risk assessment. II: Predicting safety outcomes using generalized linear models. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(8).
- Esmi, R., & Ennals, R. (2009). Knowledge management in construction companies in the UK. *AI and Society*, 24(2), 197-203.
- Eurostat 2016 (Databas) Health and safety at work. 2016.
- Fagerfjäll, R. (2009). *Sveriges näringsliv* (2nd ed.). Stockholm: SNS Förlag.
- Fan, D., Lo, C. K. Y., Ching, V., & Kan, C. W. (2014). Occupational health and safety issues in operations management: A systematic and citation network analysis review. *International Journal of Production Economics*, 158, 334-344.
- Fang, D., Jiang, Z., Zhang, M., & Wang, H. (2015). An experimental method to study the effect of fatigue on construction workers' safety performance. *Safety Science*, 73, 80-91.
- Feng, Y. (2013). Effect of safety investments on safety performance of building projects. *Safety Science*, 59, 28-45.
- Flynn, M. A., & Sampson, J. M. (2012). Trench safety-using a qualitative approach to understand barriers and develop strategies to improve trenching practices. *International Journal of Construction Education and Research*, 8(1), 63-79.
- Fonseca, E. D., Lima, F. P. A., & Duarte, F. (2014). From construction site to design: The different accident prevention levels in the building industry. *Safety Science*, 70, 406-418.
- Fredericks, T., Abudayyeh, O., Palmquist, M., & Torres, H. N. (2002). Mechanical contracting safety issues. *Journal of Civil Engineering and Management*, 128(2), 186-193.
- Frijters, A. C. P., & Swuste, P. H. J. J. (2008). Safety assessment in design and preparation phase. *Safety Science*, 46(2), 272-281.

- Fung, I. W. H., Tam, V. W. Y., Lo, T. Y., & Lu, L. L. H. (2010). Developing a risk assessment model for construction safety. *International Journal of Project Management*, 28(6), 593-600.
- Furusten, S. (1996). *Den populära managementkulturen – om produktion och spridning av populär kunskap om företagsledning*. Stockholm: Nerenius & Santéus förlag.
- Gambatese, J. A. (2000). Safety in a designer's hands. *Civil Engineering*, 70(6), 56-59.
- Gambatese, J. A., Behm, M., & Hinze, J. W. (2005). Viability of designing for construction worker safety. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(9), 1029-1036.
- Gambatese, J. A., Behm, M., & Rajendran, S. (2008). Design's role in construction accident causality and prevention: Perspectives from an expert panel. *Safety Science*, 46(4), 675-691.
- Gangwar, M., & Goodrum, P. M. (2005). The effect of time on safety incentive programs in the US construction industry. *Construction Management and Economics*, 23(8), 851-859.
- Gervais, M. (2003). Good management practice as a means of preventing back disorders in the construction sector. *Safety Science*, 41(1), 77-88.
- Ghasemi, F., Mohammadfam, I., Soltanian, A. R., Mahmoudi, S., & Zarei, E. (2015). Surprising incentive: An instrument for promoting safety performance of construction employees. *Safety and Health at Work*, 6(3), 227-232.
- Ghosh, S. (2014). Does formal daily huddle meetings improve safety awareness? *International Journal of Construction Education and Research*, 10(4), 285-299.
- Gillen, M. (2010). The NIOSH construction program: Research to practice, impact, and developing a national construction agenda. *Journal of Safety Research*, 41(3), 289-299.
- Gillen, M., & Gittleman, J. L. (2010). Path forward: Emerging issues and challenges. *Journal of Safety Research*, 41(3), 301-306.
- Goldenhar, L. M., & Stafford, P. (2015). If you've seen one construction worksite stretch and flex program ... you've seen one construction worksite stretch and flex program. *Journal of Safety Research*, 55, 73-79.

- Goulding, J., Nadim, W., Petridis, P., & Alshawi, M. (2012). Construction industry offsite production: A virtual reality interactive training environment prototype. *Advanced Engineering Informatics*, 26(1), 103-116.
- Guo, H., Li, H., & Li, V. (2013). VP-based safety management in large-scale construction projects: A conceptual framework. *Automation in Construction*, 34, 16-24.
- Guo, H., Li, H., Chan, G., & Skitmore, M. (2012). Using game technologies to improve the safety of construction plant operations. *Accident Analysis and Prevention*, 48, 204-213.
- Hallgren, L-E., & Axelsson, P. (2015). *Arbetsolycksfall & byggnadsställningar 2012-2014*. Ställningsentreprenörerna.
- Hallowell, M. (2010). Cost-effectiveness of construction safety programme elements. *Construction Management and Economics*, 28(1), 25-34.
- Hamid, H. A., Mohd Asmoni, M. N. A., Lokman, M. A. A., & Shaari, N. (2015). An overview of the management commitment to safety elements for mitigating accidents in the construction industry. *Jurnal Teknologi*, 74(2), 1-8.
- Hasle, P., Kines, P., & Andersen, L. P. (2009). Small enterprise owners' accident causation attribution and prevention. *Safety Science*, 47(1), 9-19.
- Hasle, P., Kvorning, L. V., Rasmussen, C. D., Smith, L. H., & Flyvholm, M. (2012). A model for design of tailored working environment intervention programmes for small enterprises. *Safety and Health at Work*, 3(3), 181-191.
- Hinze, J. W., & Teizer, J. (2011). Visibility-related fatalities related to construction equipment. *Safety Science*, 49(5), 709-718.
- Hinze, J., & Wilson, G. (2000). Moving toward a zero injury objective. *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5), 399-403.
- Hinze, J., Devenport, J. N., & Giang, G. (2006). Analysis of construction worker injuries that do not result in lost time. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(3), 321-326.
- Hinze, J., Hallowell, M., & Baud, K. (2013). Construction-safety best practices and relationships to safety performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(10)

- Hoffmeister, K., Gibbons, A. M., Johnson, S. K., Cigularoy, K. P., Chen, P. Y., & Rosecrance, J. C. (2014). The differential effects of transformational leadership facets on employee safety. *Safety Science*, 62, 68-78.
- Holte, K. A., & Kjestveit, K. (2012). Young workers in the construction industry and initial OSH-training when entering work life. *Work - A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, 41(1), 4137-4141.
- Horwitz, I. B., & McCall, B. P. (2004). Disabling and fatal occupational claim rates, risks, and costs in the Oregon construction industry 1990-1997. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1(10), 688-698.
- Huang, X., & Hinze, J. (2003). Analysis of construction worker fall accidents. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(3), 262-271.
- Hung, Y., Smith-Jackson, T., & Winchester, W. (2011). Use of attitude congruence to identify safety interventions for small residential builders. *Construction Management and Economics*, 29(2), 113-130.
- Ikpe, E., Hammon, F., & Oloke, D. (2012). Cost-benefit analysis for accident prevention in construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(8), 991-998.
- Ikpe, E., Hammond, F., Proverbs, D., & Oloke, D. (2011). Improving construction health and safety: Application of cost-benefit analysis (CBA) for accident prevention. *International Journal of Construction Management*, 11(1), 19-35.
- Jackson, S. A., Loomis, D. (2002). Fatal occupational injuries in the North Carolina construction industry, 1978-1994. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 17(1), 27-33
- Jannadi, O. A., & Almishari, S. (2003). Risk assessment in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(5)
- Jebelli, H., Ahn, C. R., & Stentz, T. L. (2016). Fall risk analysis of construction workers using inertial measurement units: Validating the usefulness of the postural stability metrics in construction. *Safety Science*, 84, 161-170.
- Jitwasinkul, B., & Hadikusumo, B. H. W. (2011). Identification of important organisational factors influencing safety work behaviours in construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 17(4), 520-528.

- Johansson, J., & Stenberg, M. (2008). *Det goda byggnadsarbetet*. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Kang, S. (2012). The current status and the future of occupational safety and health in Korea. *Industrial Health*, 50(1), 12-16.
- Kaskutas, V., Dale, A. M., Lipscomb, H., Gaal, J., Fuchs, M., & Evanoff, B. (2010a). Changes in fall prevention training for apprentice carpenters based on a comprehensive needs assessment. *Journal of Safety Research*, 41(3), 221-227.
- Kaskutas, V., Dale, A. M., Lipscomb, H., Gaal, J., Fuchs, M., & Evanoff, B. (2010b). Fall prevention among apprentice carpenters. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 36(3), 258-265.
- Khosravi, Y., Asilian-Mahabadi, H., Hajizadeh, E., Hassanzadeh-Rangi, N., Bassani, H. & H. Behzadan, A. (2014) Factors Influencing Unsafe Behaviors and Accidents on Construction Sites: A Review, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 20:1, 111-125
- Kim, E., Yu, I., Kim, K., & Kim, K. (2011). Optimal set of safety education considering individual characteristics of construction workers. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 38(5), 506-518.
- Kines, P., & Mikkelsen, K. L. (2003). Effects of firm size on risks and reporting of elevation fall injury in construction trades. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 45(10), 1074-1078.
- Laitinen, H., & Päivärinta, K. (2010). A new-generation safety contest in the construction industry - A long-term evaluation of a real-life intervention. *Safety Science*, 48(5), 680-686.
- Landin, A. & Lind, H. (Ed.). (2011). *Hur står det egentligen till med den svenska byggsektorn?: Perspektiv från forskarvärlden : En antologi* (1st ed.) Avdelningen för byggnadsekonomi, Institutionen för byggvetenskaper, Lunds universitet.
- Larsson Tholén, S., Pousette, A., & Törner, M. (2013). Causal relations between psychosocial conditions, safety climate and safety behavior - a multi-level investigation. *Safety Science*, 55, 62-69.
- Larsson, S., Pousette, A., & Torner, M. (2008). Psychological climate and safety in the construction industry-mediated influence on safety behaviour. *Safety Science*, 46(3), 405-412.
- Le, Q. T., Lee, D. Y., & Park, C. S. (2014). A social network system for sharing construction safety and health knowledge. *Automation in Construction*, 46, 30-37.

- Le, Q. T., Pedro, A., & Park, C. S. (2015). A social virtual reality based construction safety education system for experiential learning. *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications*, 79(3-4), 487-506.
- Lee, K., Lee, H., Park, M., Kim, H., & Han, S. (2014). A real-time location-based construction labor safety management system. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(5), 724-736.
- Lehaney, B., Diugwu, I. A., Willemyns, M., & Hosie, P. (2012). A survey that contributes to the development of a framework to evaluate health and safety strategies in supply chains. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 10(1), 59-72.
- Li, H., Chan, G., & Skitmore, M. (2012). Multiuser virtual safety training system for tower crane dismantlement. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 26(5), 638-647.
- Li, H., Chan, G., Huang, T., Skitmore, M., Tao, T. Y. E., Luo, E., Li, Y. F. (2015). Chirp-spread-spectrum-based real time location system for construction safety management: A case study. *Automation in Construction*, 55, 58-65.
- Li, H., Yang, X., Wang, F., Rose, T., Chan, G., & Dong, S. (2016). Stochastic state sequence model to predict construction site safety states through real-time location systems. *Safety Science*, 84, 78-87.
- Lingard, H. (2002). The effect of first aid training on Australian construction workers' occupational health and safety motivation and risk control behavior. *Journal of Safety Research*, 33(2), [d]209-230.
- Lipscomb, H. J., Glazner, J. E., Bondy, J., Guarini, K., & Lezotte, D. (2006). Injuries from slips and trips in construction. *Applied Ergonomics*, 37(3), 267-274. doi:10.1016/j.apergo.2005.07.008
- Loosemore, M., & Andonakis, N. (2007). Barriers to implementing OHS reforms - the experiences of small subcontractors in the Australian construction industry. *International Journal of Project Management*, 25(6), 579-588.
- Loosemore, M., & Waters, T. (2004). Gender differences in occupational stress among professionals in the construction industry. *Journal of Management in Engineering*, 20(3), 126-132.
- López-Alonso, M., Ibarrondo-Dávila, M. P., Rubio-Gámez, M. C., & Munoz, T. G. (2013). The impact of health and safety investment on construction company costs. *Safety Science*, 60, 151-159.

- Lopez, C., Miguel A., Ritzel, D. O., Fontaneda, I., & Gonzalez Alcantara, O. J. (2008). Construction industry accidents in Spain. *Journal of Safety Research*, 39(5), 497-507. doi:10.1016/j.jsr.2008.07.006
- Lopez, C., Miguel, A., Ritzel, D. O., Fontaneda Gonzalez, I., & Gonzalez Alcantara, O. J. (2011). Occupational accidents with ladders in Spain: Risk factors. *Journal of Safety Research*, 42(5), 391-398.
- Lorente, L., Salanova, M., Martínez, I. M., & Vera, M. (2014). How personal resources predict work engagement and self-rated performance among construction workers: A social cognitive perspective. *International Journal of Psychology : Journal International De Psychologie*, 49(3), 200-207.
- Mahmoudi, S., Ghasemi, F., Mohammadfam, I., & Soleimani, E. (2014). Framework for continuous assessment and improvement of occupational health and safety issues in construction companies. *Safety and Health at Work*, 5(3), 125-130.
- Maloney, W. F., Cameron, I., & Hare, B. (2007). Tradesmen involvement in health and safety. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(4), 297-305.
- Manase, D., Heesom, D., Oloke, D., Proverbs, D., Young, C., & Luckhurst, D. (2011). A GIS analytical approach for exploiting construction health and safety information. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 16, 335-356.
- Manu, P., Ankrah, N., Proverbs, D., & Suresh, S. (2010). An approach for determining the extent of contribution of construction project features to accident causation. *Safety Science*, 48(6), 687-692.
- Manuele, F. A. (2008). Prevention through design (PtD): History and future. *Journal of Safety Research*, 39(2), 127-130.
- Martínez Aires, M. D., Rubio Gámez, M. C., & Gibb, A. (2010). Prevention through design: The effect of European directives on construction workplace accidents. *Safety Science*, 48(2), 248-258.
- Martínez-Aires, M. D., Rubio Gámez, M. C., & Gibb, A. (2016). The impact of occupational health and safety regulations on prevention through design in construction projects: Perspectives from Spain and the United Kingdom. *Work*, 53(1), 181-191.
- McConnell, C. W., Gloeckner, G., & Gilley, J. (2006). Predictors of work injuries: A quantitative exploration of level of English proficiency as a predictor of work injuries in the construction industry. *International Journal of Construction Education and Research*, 2(1), 3-28.

- Meldrum, A., Hare, B., & Cameron, I. (2009). Road testing a health and safety worker engagement tool-kit in the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 16(6), 612-632.
- Melzner, J., Zhang, S., Teizer, J., & Bargstädt, H. (2013). A case study on automated safety compliance checking to assist fall protection design and planning in building information models. *Construction Management and Economics*, 31(6), 661-674.
- Menendez, C. C., Castillo, D., Rosenman, K., Harrison, R., & Hendricks, S. (2012). Evaluation of a nationally funded state-based programme to reduce fatal occupational injuries. *Occupational and Environmental Medicine*, 69(11), 810-814.
- Minchin Jr., R. E., Glagola, C. R., Guo, K., & Languell, J. L. (2006). Case for drug testing of construction workers. *Journal of Management in Engineering*, 22(1), 43-50.
- Mitropoulos, P., & Memarian, B. (2012). Team processes and safety of workers: Cognitive, affective, and behavioral processes of construction crews. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(10), 1181-1191.
- Mitropoulos, P., & Namboodiri, M. (2011). New method for measuring the safety risk of construction activities: Task demand assessment. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(1), 30-38.
- Moodley, K., Smith, N., & Preece, C. N. (2008). Stakeholder matrix for ethical relationships in the construction industry. *Construction Management and Economics*, 26(6), 625-632.
- Morrow, S., Cameron, I., & Hare, B. (2015). The effects of framing on the development of the design engineer: Framing health and safety in design. *Architectural Engineering and Design Management*, 11(5), 338-359.
- Mullan, B., Smith, L., Sainsbury, K., Allom, V., Paterson, H., & Lopez, A. (2015). Active behaviour change safety interventions in the construction industry: A systematic review. *Safety Science*, 79, 139-148.
- Murie, F. (2007). Building safety - an international perspective. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 13(1), 5-11.
- Musonda, I., & Pretorius, J. H. C. (2015). Effectiveness of economic incentives on clients' participation in health and safety programmes. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 57(2), 2-7.

- Neitzel, R. L., Seixas, N. S., & Ren, K. K. (2001). A review of crane safety in the construction industry. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 16(12), 1106-1117.
- O'Connor, T., Loomis, D., Runyan, C., Abboud Dal Santo, J., & Schulman, M. (2005). Adequacy of health and safety training among young latino construction workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(3), 272-277.
- Ohdo, K., Hino, Y., & Takahashi, H. (2014). Research on fall prevention and protection from heights in Japan. *Industrial Health*, 52(5), 399-406.
- Park, J., Park, S., & Oh, T. (2015). The development of a web-based construction safety Management Information system to improve risk assessment. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 19(3), 528-537.
- Persson M. (2012). *Arbetsberedning med stöd av www.ByggAi.se*. Sveriges byggindustrier FoU-Syd (SBUF).
- Persson, M. (2011). *Kunskapsbaserade arbetsinstruktioner – slutrapport 2008-07-01 – 2011-06-30*. Högskolan i Halmstad.
- Persson, M. (2013). Making use of knowledge on the construction site. *Proceedings of the 19th International CIB World Building Congress*, Brisbane: Queensland University of Technology.
- Persson, M., & Landin, A. (2010). Transfer of experience in a construction firm, chapter in performance improvement in construction management. In Atkin B & Borgbrant J (Ed.), (ISSN 1940-7653 ed.,). Oxon & New York: Spon Press.
- Petersen, A. K., Reynolds, J. H., & Ng, L. W. T. (2008). The attitude of civil engineering students towards health and safety risk management: A case study. *European Journal of Engineering Education*, 33(5-6), 499-510.
- Petrovic-Lazarevic, S. (2008). The development of corporate social responsibility in the Australian construction industry. *Construction Management and Economics*, 26(2), 93-101.
- Petrovic-Lazarevic, S. (2010). Good corporate citizenship in the Australian construction industry. *Corporate Governance*, 10(2), 115-128.
- Pinto, A. (2014). QRAM a qualitative occupational safety risk assessment model for the construction industry that incorporate uncertainties by the use of fuzzy sets. *Safety Science*, 63, 57-76.

- Pinto, A., Nunes, I. L., & Ribeiro, R. A. (2011). Occupational risk assessment in construction industry - overview and reflection. *Safety Science*, 49(5), 616-624.
- Poupon, M., Caye, N., Duteille, F., & Pannier, M. (2005). Cement burns: Retrospective study of 18 cases and review of the literature. *Burns*, 31(7), 910-914.
- Pousette, A., Larsson, S., & Törner, M. (2008). Safety climate – cross-validation, strength and prediction of safety behaviour. *Safety Science*, 46, 398-404.
- Pousette, A., & Törner, M. (2016). Effects on safety climate and psychosocial conditions of systematic work preparation meetings in construction industry – a longitudinal intervention study. *Construction Management and Economics*, 2 (June).
- Powell, R., & Copping, A. (2010). Sleep deprivation and its consequences in construction workers. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(10), 1086-1092.
- Probst, T. M., Brubaker, T. L., & Barsotti, A. (2008). Organizational injury rate underreporting: The moderating effect of organizational safety climate. *Journal of Applied Psychology*, 93(5), 1147-1154.
- Qi, J., Issa, R. R. A., Olbina, S., & Hinze, J. (2014). Use of building information modeling in design to prevent construction worker falls. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 28(5, SI).
- Rajendran, S. (2013). Enhancing construction worker safety performance using leading indicators. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 18(1), 45-51.
- RAMS (2005, 2014) Registerbaserad arbetsmarknadsstatistik, Statistiska centralbyrån.
- Rechenthin, D. (2004). Project safety as a sustainable competitive advantage. *Journal of Safety Research*, 35(3), 297-308.
- Riaz, Z., Arslan, M., Kiani, A. K., & Azhar, S. (2014). CoSMoS: A BIM and wireless sensor based integrated solution for worker safety in confined spaces. *Automation in Construction*, 45, 96-106.
- Rivara, F. P., & Thompson, D. C. (2000). Prevention of falls in the construction industry - evidence for program effectiveness. *American Journal of Preventive Medicine*, 18(4, S), 23-26.
- Rodriguez-Garzon, I., Lucas-Ruiz, V., Martinez-Fiestas, M., & Delgado-Padial, A. (2015). Association between perceived risk

and training in the construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(5)

Røvik, K. (2000). *Moderna organisationer. Trender i organisationstänkandet vid millennieskiftet*. Malmö: Liber.

Røvik, K. (2008). *Managementsamhället: Trender och idéer på 2000-talet*. Liber.

Rubio, M. C., Martinez, G., Rubio, J. C., & Ordonez, J. (2008). Role of the civil engineer as a coordinator of safety and health matters within the construction sector. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134(2), 152-157.

Rubio-Romero, J. C., Rubio, M. C., & García-Hernández, C. (2013). Analysis of construction equipment safety in temporary work at height. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(1), 9-14.

Russel, H., Maitre, B., & Watson, D. (2015). *Trends and patterns in occupational health and safety in Ireland*. (No. Report No 40).ESRI.

Rwamamara, R. A., Lagerqvist, O., Olofsson, T., Johansson, B. M., & Algirdawwwaminskas, K. (2010). Evidence-based prevention of work-related musculoskeletal injuries in construction industry. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(4), 499-509.

Salminen, S. (2004). Have young workers more injuries than older ones? an international literature review. *Journal of Safety Research*, 35(5), 513-521.

Samuelson, B. (2015). *Arbets-skador i byggverksamhet 2014, privat och offentlig verksamhet*. (No. BCA 2015). Byggindustrins Centrala Arbetsmiljöråd.

Samuelson, B. (2016) (ej publicerad). *Arbets-skador i byggverksamhet 2015, privat och offentlig verksamhet*. (No. BCA 2016). Byggindustrins Centrala Arbetsmiljöråd.

Samuelson, B., & Lundholm, L. (2007). *Arbets-skador i byggverksamhet 2006, privat och offentlig verksamhet*. (No. BCA 2007:1).Byggindustrins Centrala Arbetsmiljöråd.

Saurin, T. A., Formoso, C. T., Reck, R., Beck Da Silva Etges, B. M., & Ribeiro, J. L. D. (2015). Findings from the analysis of incident-reporting systems of construction companies. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(9).

- Schofield, K. E., Alexander, B. H., Gerberich, S. G., & Ryan, A. D. (2013). Injury rates, severity, and drug testing programs in small construction companies. *Journal of Safety Research*, 44(1, SI), 97-104.
- Schwatka, N. V., Butler, L. M., & Rosecrance, J. R. (2012). An aging workforce and injury in the construction industry. *Epidemiologic Reviews*, 34(1), 156-167.
- Sertyesilisik, B., Tunstall, A., & McLouglin, J. (2010). An investigation of lifting operations on UK construction sites. *Safety Science*, 48(1), 72-79.
- Shahbodaghlu, F., & Haven, R. (2000). A model for a quality safety program. *Journal of Construction Education*, 5(3), 260-271.
- Shin, I. J. (2015). Factors that affect safety of tower crane installation/dismantling in construction industry. *Safety Science*, 72, 379-390.
- Slates, K. (2008). The effects of leadership in the high hazard construction sector: Injuries and fatalities an issue of leadership and not hazard. *Leadership and Management in Engineering*, 8(2), 72-76.
- Sokas, R. K., Nickels, L., Rankin, K., Gittleman, J. L., & Trahan, C. (2007). Trainer evaluation of a union-based ten-hour safety and health hazard-awareness program for US construction workers. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 13(1), 56-63.
- SOU 2002:115. (2002). *Skärpning gubbar! om konkurrensen, kvaliteten, kostnaderna och kompetensen i byggsektorn*. (No. SOU 2002:115). Stockholm: Bygghälsomyndigheten.
- Sousa, V., Almeida, N. M., & Dias, L. A. (2015). Risk-based management of occupational safety and health in the construction industry - part 2: Quantitative model. *Safety Science*, 74, 184-194.
- Spasojevi Brki, V. K., Klarin, M. M., & Brki, A. D. (2015). Ergonomic design of crane cabin interior: The path to improved safety. *Safety Science*, 73, 43-51.
- Statskontoret. (2009). *Sega gubbar?: En uppföljning av byggkommissionens betänkande "Skärpning gubbar!" - del 1 och del 2*. Stockholm: Statskontoret.
- Stenberg, M. (2016). *Bortom noll - en hälsofrämjande byggbransch*. Luleå tekniska universitet.
- Suarez-Cebador, M., Carlos Rubio-Romero, J., & Lopez-Arquillos, A. (2014). Severity of electrical accidents in the construction industry in Spain. *Journal of Safety Research*, 48, 63-70.

- Suraji, A., Duff, A. R., & Peckitt, S. J. (2001). Development of causal model of construction accident causation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127(4), 337-344.
- Suraji, A., Sulaiman, K., Mahyuddin, N., & Mohamed, O. (2006). Rethinking construction safety: An introduction to total safety management. *Journal of Construction Research*, 7(1-2), 49-63.
- Sveriges Byggindustrier (2015) Fakta om byggandet.
- Swuste, P. (2013). A 'normal accident' with a tower crane? An accident analysis conducted by the Dutch safety board. *Safety Science*, 57, 276-282.
- Swuste, P., Frijters, A., & Guldenmund, F. (2012). Is it possible to influence safety in the building sector? A literature review extending from 1980 until the present. *Safety Science*, 50(5), 1333-1343.
- Terrés, F., Castejón, E., & Mondelo, P. R. (2013). Corporate motivation to risk prevention: Applied exploratory analysis in construction sector in Catalonia. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 23(3), 173-185.
- Toole, T. M. (2002). Construction site safety roles. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(3), 203-210.
- Toole, T. M., & Gambatese, J. A. (2002). Primer on federal occupational safety and health administration standards. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 7(2), 56-60.
- Trajkovski, S., & Loosemore, M. (2006). Safety implications of low-English proficiency among migrant construction site operatives. *International Journal of Project Management*, 24(5), 446-452.
- Törner, M., & Pousette, A. (2009). Safety in construction - a comprehensive description of the characteristics of high safety standards in construction work, from the combined perspective of supervisors and experienced workers. *Journal of Safety Research*, 40(6), 399-409.
- Webster, M. (2013). The use of CDM 2007 in the London 2012 construction programme. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, 166(1), 35-41.
- Weidman, J., Dickerson, D. E., & Koebel, C. T. (2015). Prevention through design adoption readiness model (PtD ARM): An integrated conceptual model. *Work*, 52(4), 865-876.

- Weil, D. (2001). Assessing OSHA performance: New evidence from the construction industry. *Journal of Policy Analysis and Management*, 20(4), 651-674.
- Welch, L. S., Goldenhar, L. M., & Hunting, K. L. (2000). Women in construction: Occupational health and working conditions. *Journal of the American Medical Women's Association (1972)*, 55(2), 89-92.
- Whitaker, S. M., Graves, R. J., James, M., & McCann, P. (2003). Safety with access scaffolds: Development of a prototype decision aid based on accident analysis. *Journal of Safety Research*, 34(3), 249-261.
- Wickizer, T. M., Kopjar, B., Franklin, G., & Joesch, J. (2004). Do drug-free workplace programs prevent occupational injuries? Evidence from Washington state. *Health Services Research*, 39(1), 91-110.
- Williams Jr, Q., Ochsner, M., Marshall, E., Kimmel, L., & Martino, C. (2010). The impact of a peer-led participatory health and safety training program for latino day laborers in construction. *Journal of Safety Research*, 41(3), 253-261.
- Wu, W., Yang, H., Li, Q., & Chew, D. (2013). An integrated information management model for proactive prevention of struck-by-falling-object accidents on construction sites. *Automation in Construction*, 34, 67-74.
- Yang, H., Chew, D. A. S., Wu, W., Zhou, Z., & Li, Q. (2012). Design and implementation of an identification system in construction site safety for proactive accident prevention. *Accident Analysis and Prevention*, 48, 193-203.
- Yassin, A. S., & Martonik, J. F. (2004). The effectiveness of the revised scaffold safety standard in the construction industry. *Safety Science*, 42(10), 921-931.
- Yi, J., Kim, Y., Kim, K., & Koo, B. (2012). A suggested color scheme for reducing perception-related accidents on construction work sites. *Accident Analysis and Prevention*, 48, 185-192.
- Zhang, C., & Hammad, A. (2012). Multiagent approach for real-time collision avoidance and path replanning for cranes. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 26(6), 782-794.
- Zhang, P., Lingard, H., Blismas, N., Wakefield, R., & Kleiner, B. (2015a). Work-health and safety-risk perceptions of construction-industry stakeholders using photograph-based methodology. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(5)

Zhang, S., Boukamp, F., & Teizer, J. (2015b). Ontology-based semantic modeling of construction safety knowledge: Towards automated safety planning for job hazard analysis (JHA). *Automation in Construction*, 52, 29-41.

Zhao, D., & Lucas, J. (2015). Virtual reality simulation for construction safety promotion. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 22(1), 57-67.

Zhao, D., McCoy, A. P., Kleiner, B. M., Mills, T. H., & Lingard, H. (2016). Stakeholder perceptions of risk in construction. *Safety Science*, 82, 111-119.

Zhao, D., McCoy, A. P., Kleiner, B. M., Smith-Jackson, T. L., & Liu, G. (2016). Sociotechnical systems of fatal electrical injuries in the construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(1).

www.av.se

Vår vision: Alla vill och kan skapa en bra arbetsmiljö

