

Bortom noll

En hälsofrämjande byggbransch

0

Magnus Stenberg

Luleå tekniska universitet
Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle
2016

SBUF 


LULEÅ
TEKNISKA
UNIVERSITET

afa
FÖRSÄKRING

Sammanfattning

Svensk byggindustri betraktas internationellt sett 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 som i flera fall per år leder till att den drabbade omkommer. Huvudsyftet med denna studie är att belysa bakomliggande orsaker till allvarliga arbetsolyckor inom branschen.

Studien bygger i huvudsak på två genomförda enkätundersökningar. Den första enkätundersökningen, som genomfördes under hösten 2011 och våren 2012, vände sig till medarbetare inom svensk byggindustri som någon gång under åren 2005, 2007, 2009 eller 2011 råkat ut för en allvarlig arbetsolycka. Den andra enkätundersökningen genomfördes under hösten 2013 i syfte att nå en referensgrupp av byggnadsarbetare som inte råkat ut för allvarliga arbetsplatsolyckor. Enkätundersökningarna föregicks av intervjuer med branschrepresentanter som också varit delaktiga i utformandet av enkäterna. Det insamlade datamaterialet har bearbetats och analyserats med hjälp av statistikprogrammet SPSS. Därefter har en kompletterande litteraturstudie genomförts i syfte att, där det varit möjligt, också belysa studiens resultat i en internationell kontext och visa på möjliga vägar för en fortsatt utveckling mot säkrare arbetsplatser.

Studiens resultat ger en komplex bild av bakomliggande orsaker till allvarliga arbetsolyckor inom branschen. Personfaktorer som ålder och attityd och inställning till säkerhet påverkar riskerna liksom den säkerhetskultur som präglar arbetsplatsen. Det finns också ett klart samband mellan stress och allvarliga olycksfall. Arbetsledningen måste gå i bränschen och ge säkerhetsfrågorna högsta prioritet. Ett väl fungerande förebyggande arbete för hälsa och säkerhet är starkt kopplat till god planering av arbetet på arbetsplatsen i övrigt och olycksfallsriskerna.

Innehåll

Inledning	7
Bakgrund	7
Syfte	7
Genomförande	8
Resultat	10
Fakta och omständigheter kring de studerade allvarliga arbetsolyckorna	10
Yttre faktorer	12
Personfaktorer	12
Säkerhetskultur	18
Stress	19
Kritiska faktorer	21
Teoretisk återkoppling	24
Ledningens ansvar och engagemang	24
Utbildning och kompetensutveckling	25
Säkerhetsprogram, tillbudsanalyser och riskhantering	26
Tekniska innovationer	30
Bortom noll	32
Spridning av resultat	33
Referenser	34

Inledning

Svensk byggindustri betraktas internationellt sett i många avseenden som ett föredöme och ett framgångsexempel när det gäller arbetsmiljö och arbetsförhållanden. Branschen har också under lång tid förtjänstfullt arbetat med att förbättra arbetsförhållandena för de anställda och succesivt fått ner antalet arbetsolyckor. Trots det så är branschen fortfarande drabbad av en stor andel allvarliga arbetsplatsolyckor som i flera fall per år leder till att den drabbade omkommer. Branschen sysselsätter omkring 300 000 personer och det sker ungefär 1000 allvarliga arbetsplatsolyckor per år.

När det gäller arbetsmiljöförhållandena inom byggindustrin i dag är det framförallt den fysiska arbetsmiljön och primärt problem kopplade till belastningsergonomi och arbetsplatsolyckor som lyfts fram. Trots att man från branschparternas sida nu under flera år arbetat med och prioriterat frågor rörande byggnadsarbetarnas arbetsmiljö finns alltså fortfarande mycket att göra. Byggnadsarbetet är ofta tungt och fysiskt krävande och belastar därmed kroppen på olika sätt. Likaledes innebär arbetet även att man vistas i miljöer i form av olika byggarbetsplatser där olycksfallsrisken är större än på många andra arbetsplatser. Sysselsättningen inom branschen har stadigt ökat under 2000-talet och en av de viktigaste frågorna för branschen är hur man skall kunna skapa stimulerande och attraktiva arbetstillfällen där ingen behöver riskera sin hälsa, arbetstillfällen som attraherar ungdomar.

Projektet, som fokuserar på allvarliga arbetsplatsolyckor inom svensk byggindustri och finansierats av AFA Försäkringar och SBUF, har bedrivits vid Luleå tekniska universitet och Avdelningen för arbetsvetenskap inom ämnet Industriell produktionsmiljö(IPM). Projektledare har professor Jan Johansson varit och det huvudsakliga arbetet har utförts av universitetsadjunkt Magnus Stenberg IPM. En grupp bestående av Kjell Rask, avdelningschef Arbetsvetenskap; Bo Johansson, biträdande professor IPM; Mats Jacobsson, universitetslektor IPM; Björn Samuelson, adj professor LTU har bistått projektet.

Bakgrund

Byggbranschen har under det senaste decenniet uppvisat en positiv trend då det gäller arbetsolycksfall och arbetssjukdomar. Både Sveriges Byggindustrier och Byggnads är trots det inte nöjda med situationen eftersom många fortfarande skadas. Man har dock olika uppfattningar om orsakerna till bristerna, vilket hindrat genomförandet av ett effektivt gemensamt åtgärdsprogram. Parterna är dock eniga om behovet av åtgärder och vill därför att ett forskningsprojekt ska genomföras för att ta fram en objektiv beskrivning av nuläget och orsakerna till nuläget. Trots att byggsektorn sysselsätter många personer och många byggarbetare drabbas av ohälsa så är forskningen inom området sparsam.

Syfte

Syftet med projektet är att ta fram en objektiv beskrivning av nuläget och orsakerna till nuläget beträffande allvarliga arbetsolycksfall inom byggsektorn. Resultatet ska sedan kunna användas som ett underlag för att utarbeta ett gemensamt förslag till strategiskt åtgärdsprogram för att nå den vision ("Bortom noll") som parterna idag är överens om, nämligen att byggarbetet ska vara direkt hälsofrämjande. På sikt bör projektet ge besparingar för individer, företag och samhälle samt bättre hälsa och ökat mänskligt välbefinnande.

Genomförande

Inledningsvis har litteraturstudier och intervjuer inom byggbranschen genomförts bl a för att skaffa underlag till utformningen av de enkäter som används för den huvudsakliga datainsamlingen. Urvalet av respondenter för enkätundersökningen har gjorts med hjälp av AFA Försäkrings skaderegister och enkäten har skickats till 3124 personer inom byggbranschen som någon gång under åren 2005, 2007, 2009 eller 2011 har råkat ut för en allvarlig arbetsolycka, dvs. arbetsolycksfall som resulterat i sjukskrivning mer än 30 dagar och/eller medicinsk invaliditet. Enkäten har skickats ut i två omgångar, en första i maj 2012 och en påminnelse i december 2012. Det första utskicket resulterade i 933 besvarade och bearbetningsbara enkäter och låg tillsammans med textanalyser på det i fritext beskrivna händelseförloppet som finns i AFA Försäkrings databas till grund för de resultat som presenterades i delrapporten i februari 2013. Totalt har enkätutskicken till byggnadsarbetare som drabbats av allvarliga arbetsolycksfall resulterat i 1471 bearbetningsbara besvarade enkäter vilket motsvarar en svarsfrekvens på 47%.

Under hösten 2013 har en referensundersökning genomförts. 1978 enkäter har skickats ut i syfte att nå en referensgrupp av byggnadsarbetare som inte råkat ut för allvarliga arbetsplatsolyckor. För att få ett urval matchande den genomförda enkätundersökningen har, i samarbete med Seko och Byggnads, ett slumpmässigt urval byggnadsarbetare plockats ur deras medlemsregister. Enkätutskicket i referensundersökningen har skett i två omgångar under hösten 2013 och resulterat i 703 besvarade och bearbetningsbara enkäter vilket motsvarar en svarsfrekvens på 36%.

De båda enkäterna som använts i studien har utarbetats, både vad gäller omfattning och innehåll, i samråd branschens båda parter, Sveriges byggindustrier och Byggnads. Ett av de mer centrala valen vid enkätutformningen var dess omfattning. Efter de inledande intervjuerna med branschrepresentanter framstod det väldigt klart att den komplexitet som präglar arbetssituationen inom byggindustrin i allmänhet och förhållandena kring allvarliga arbetsolyckor i synnerhet innebar många olika frågeställningar som behövde omfattas av studien. Valet föll därför på att göra en mer omfattande enkät trots vetskapen om att detta med stor sannolikhet påverkar svarsfrekvensen negativt. Valet att studera inträffade olycksfall under en längre tidsperiod innebar också att den studerade gruppen blev väldigt stor och att en lägre svarsfrekvens ändå skulle inbringa ett tillräckligt stort material för att säkerställa studiens trovärdighet och generaliserbarhet. Vid enkätutskick generellt betraktas svarsfrekvenser under 50% inte som ovanliga och med tanke på denna enkäts relativa omfattning måste en svarsfrekvens på 47% anses fullt rimlig.

Referensenkätens svarsfrekvens på 36% kan upplevas låg men här är det viktigt att beakta det faktum att den skickades ut till ett slumpmässigt antal medlemmar inom Byggnads och Seko i syfte att få ett tillräckligt stort referensmaterial i form av personer som ej råkat ut för allvarliga olyckor. Eftersom denna enkät nådde många personer som aldrig varit inblandade i några olycksituationer under arbetet, vilket också var syftet, kan man också utgå ifrån att intresset för att besvara enkäten i detta fall var lägre. Det visade sig också att ca 2% av de besvarade enkäterna fick sorteras bort då de nått personer som ej var verksamma inom byggindustrin, troligen en följd av vid tillfället ej helt uppdaterade medlemsregister hos Byggnads och Seko. Då sannolikheten att personer utanför byggindustrin besvarar och sänder tillbaka enkäten torde vara mycket låg är det troligt att betydligt fler utanför målgruppen ingått i utskicket varför den

egentliga svarsfrekvensen borde vara något högre. Målet var att nå 500 icke skadedrabbade personer, vilket också uppnåddes då 526 enkäter besvarades av personer som aldrig råkat ut för en allvarlig arbetsplatsolycka.

Att resultaten ska vara representativa för hela målgruppen är som alltid vid kvantitativa undersökningar grundläggande. För att belysa denna studies generaliserbarhet jämförs nedan några variabler där data hämtats från de besvarade enkäterna samt från målgruppen (AFA Försäkringars skadedatabas). Utskicket av referensenkäten styrdes vad gäller ålder och yrkeskategorier för att i bästa möjliga mån matcha målgruppen.

	Målgrupp	Enkät olycksfall	Referensenkät
Kön Man	98,3%	98,7%	98,8%
Kön Kvinna	1,7%	1,3%	1,2%
Yrke SSYK 712+713	85,7%	85,2%	80,0%
Skadeålder >35 år	29,0%	16,3%	24,5% (ålder vid svar)
Skadeålder 35-49 år	34,9%	34,7%	32,4% (ålder vid svar)
Skadeålder >49 år	36,1%	48,9%	43,0% (ålder vid svar)

Det kan konstateras att benägenheten att besvara enkäterna varit något sämre bland de yngre åldersgrupperna vilket lett till att de äldre är något överrepresenterade i enkätstudien. Fakta vad gäller exempelvis åldersfördelningen vid allvarliga olycksfall är dock hämtade direkt från grundmaterialet och påverkas således ej av svarsfrekvensen. Tack vare enkätstudiernas omfattning avseende respondenter finns dock samtliga åldersgrupper representerade i sådan omfattning att studiens validitet inte bör påverkas. Branschen som helhet är starkt mansdominerad vilket återspeglas i målgruppen samt enkätstudierna. Flera olika yrkesgrupper inom byggindustrin omfattas av studien men de klart dominerande är yrkeskoderna SSYK 712 och 713 med undergrupper. Även detta återspeglas väl i både målgrupp och enkätsvar. Studien kan som helhet anses vara representativ för målgruppen och i många avseenden generaliserbar inom branschen.

Den statistiska analysen av data från enkäterna genomfördes med hjälp av statistikprogrammet SPSS. Analysen består främst av att deskriptiv statistik som tagits fram för att belysa hur olika kategorier av byggnadsarbetare och arbetsförhållanden hänger samman med arbetsplatsolyckor”.

Som ett komplement till enkätundersökningarna genomfördes också en utökad litteraturstudie vars främsta syfte varit att, där det varit möjligt, också belysa studiens resultat i en internationell kontext samt visa på möjliga vägar för en fortsatt utveckling mot säkrare arbetsplatser. Litteratursökningen har begränsats till vetenskapligt säkerställd litteratur, dvs sådana artiklar som har genomgått ett review-förfarande i internationellt erkända tidskrifter. De sökhjälpmedel som använts har primärt varit Web of Science och Scopus.

Den tidplan som inledningsvis sattes för studien har under arbetets gång tyvärr fått revideras vid ett par tillfällen med framflyttat slutdatum som följd. Inledningsvis försenades studien främst pga oklarheter kring möjligheterna att använda

fackföreningarnas medlemsregister som underlag för utskick av referensenkäten. Därefter har ytterligare försening drabbat projektet då händelser, omöjliga att förutse, periodvis tvingat fram en omfördelning av personalresurser på Avdelningen för arbetsvetenskap vid Luleå tekniska universitet.

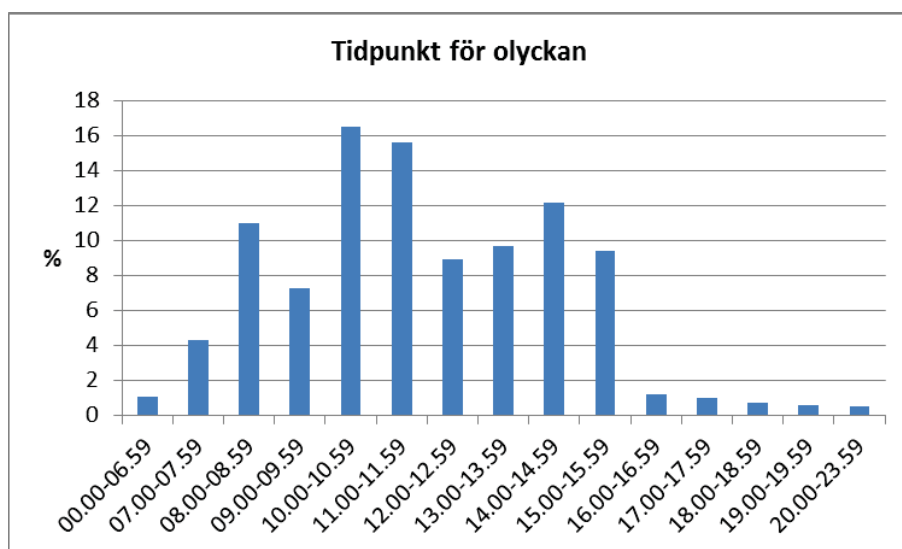
Projektets ekonomiska slutredovisning återfinns i bifogad bilaga.

Resultat

Byggarbetsplatser utgörs ofta av en mycket komplex miljö där förutsättningar och förhållanden hela tiden förändras. Aktiviteter sker parallellt och olika yrkegrupper är verksamma inom samma område och påverkar varandras förutsättningar och arbetsförhållanden. Enligt Chi et al. (2013) har själva arbetsplatsen och de arbetsförhållanden som råder en viktig betydelse när det gäller arbetsolyckor inom byggindustrin. Under förutsättningar som vanligtvis råder inom byggindustrin, dvs arbetsplatser i ständig förändring, yttre omständigheter som klimatpåverkan, människor, maskiner och utrustning i rörelse och ett i många fall fysiskt krävande arbete, utgör arbetsplatsen i sig en utmaning när det gäller hälsa och säkerhet.

Fakta och omständigheter kring de studerade allvarliga arbetsolyckorna

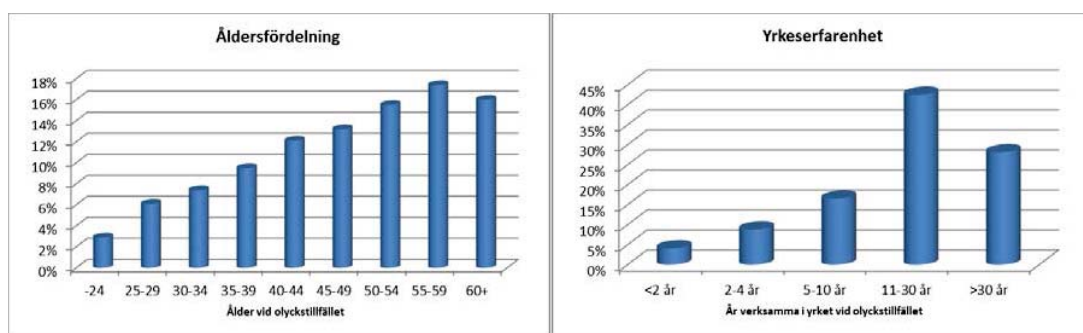
De vanligaste olycksformerna i det studerade materialet är fall-/halkolyckor och olyckor kopplade till manuella verktyg. Bland de allvarliga arbetsplatsolyckorna står dessa för 24% respektive 22% av olyckorna. Totalt sker fler allvarliga arbetsplatsolyckor under vinterhalvåret jämfört med sommarhalvåret. 56% av olyckorna sker under perioden oktober t o m mars. Månaderna april, juni och december ligger lägre i olycksfallsfrekvens vilket förmodligen kan förklaras med en högre grad av ledighet (färre antal arbetade timmar) dessa månader. Totalt sett är dock uttaget av antalet arbetade timmar inom branschen högre under sommarhalvåret jämfört med vinterhalvåret vilket förstärker bilden av att riskerna för allvarliga arbetsplatsolyckor är större under vinterhalvåret. Över dygnet fördelar sig olyckorna enligt figuren nedan.



De flesta allvarliga olyckorna sker mellan klockan 10 och 12. I övrigt är olyckorna relativt jämnt fördelade över arbetsdagen. 97% av de allvarliga olyckorna inträffade

under ordinarie arbetstid, 58% under de fyra först arbetade timmarna och 39% efter fem till åtta arbetade timmar. Endast 2,5% av olyckorna inträffade efter mer än åtta timmars arbete.

Av de som besvarat enkäten till skadedrabbade byggnadsarbetare är 98,7% män och 1,3% kvinnor. Arbetstidsformen dagtid är absolut vanligast, 98,5%, liksom löneformen tidlön, 77,9%. När det gäller utbildning och yrkesbevis har 92,0% en relevant yrkesutbildning och 78,9% yrkesbevis. Andelen med yrkesbevis ökar med stigande ålder medan åldersgruppen 35-39 år är den åldersgrupp med högst andel med relevant yrkesutbildning, 97%. Åldersfördelningen och antalet verksamma år i yrket bland de som besvarat enkäten visas i figuren nedan.



Diagrammen visar åldersfördelning samt antalet yrkesverksamma år vid olyckstillfället.

Vid olyckstillfället arbetade 46% ensamma, 40% samarbetade med en arbetskamrat och 14% samarbetade med flera arbetskamrater.

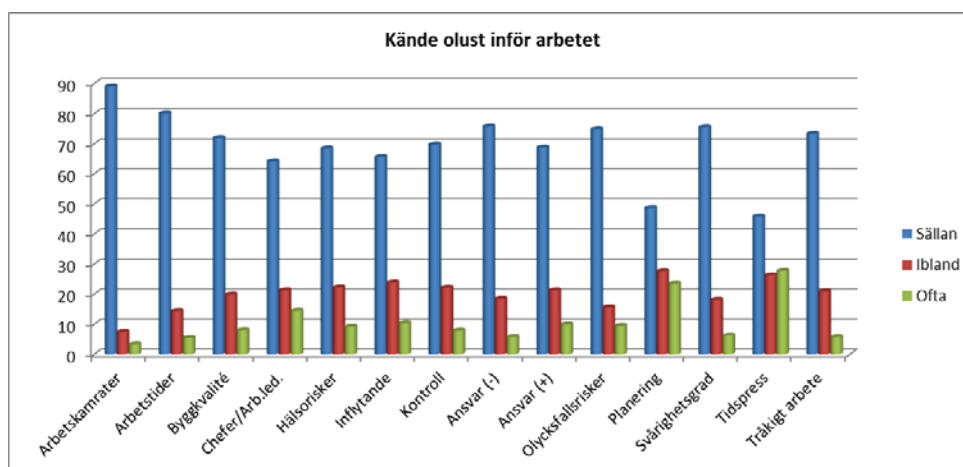
Vid en jämförelse med referensgruppen visar sig vissa skillnader. Det är dock, i vissa avseenden, svårt att dra några direkta slutsatser av denna jämförelse då referensgruppen svarat på hur deras arbetssituation vanligtvis ser ut och den studerade gruppen hur situationen såg ut vid olyckstillfället.

	Allvarliga arbetsplatsolyckor	Referensgrupp (ej allvarliga olyckor)
Relevant yrkesutbildning	92%	83%
Yrkesbevis	79%	78%
Arbetstidsform - dagtid	98%	97%
Ackords-/prestationslön	22%	19%
Ensamarbete	46%	31%

Störst variation ser vi när det gäller relevant yrkesutbildning och ensamarbete. Den till synes något märkliga skillnaden när det gäller yrkesutbildning kan förklaras av att gruppen utan relevant yrkesutbildning i större omfattning arbetar med enklare och mindre riskfyllda arbetsuppgifter och på så sätt inte exponeras för olycksfallsrisker på samma sätt som yrkesutbildad personal gör. När det gäller ensamarbete finns en tydlig skillnad mellan grupperna. Bland de olycksdrabbade var det betydligt fler som arbetade ensamma vid olyckstillfället än vad de i referensgruppen vanligtvis gör, vilket indikerar att ensamarbete kan öka risken för allvarliga arbetsplatsolyckor. På samma vis ses en skillnad när det gäller löneform, ackords-/prestationslön är vanligare förekommande bland de olycksdrabbade jämfört med referensgruppen.

När det gäller kunskaper och erfarenhet ansåg sig 75% ha stor erfarenhet av att utföra den typ av arbetsuppgift man arbetade med vid olyckstillfället och 87% ansåg sig ha fullt tillräckliga kunskaper för att utföra arbetsuppgiften på ett säkert och fullgott sätt. 5% ansåg sig inte ha någon erfarenhet av arbetsuppgiften och 1,5% hade inte tillräckliga kunskaper för att utföra uppgiften på ett säkert sätt. Av de utan erfarenhet var det 35% och av de utan kunskap var det 64% som inte alls ansåg sig ha fått tillräckligt med information och instruktioner från arbetsledningen inför arbetsuppgiften vid olyckstillfället.

Trivseln på arbetet bland medarbetare inom svensk byggindustri anses generellt vara god, något som också bekräftas då frågor angående olustkänslor inför arbetet besvarats. Det finns dock två faktorer som sticker ut bland övriga och det är planering och tidspress. Fler än hälften av de som blivit allvarligt skadade på arbetet upplevde innan olyckan olustkänslor inför arbetet pga bristande planering och tidspress.

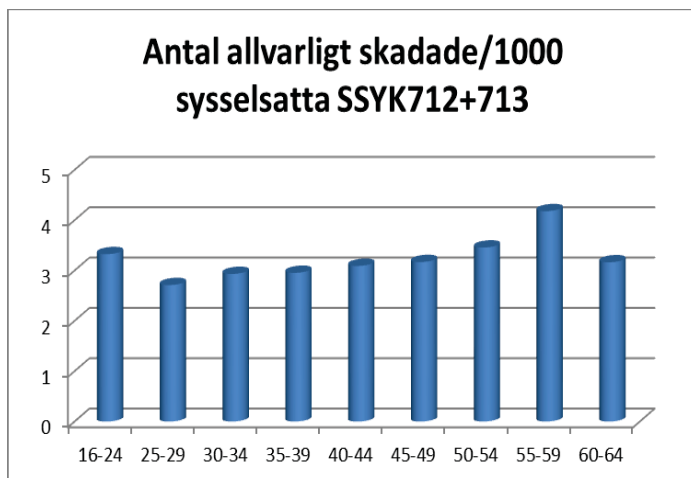


Yttre faktorer

En byggarbetsplats utgör ofta en miljö som i sig är fylld av potentiella olycksfallrisker och en försvarande omständighet är yttre påverkan i form av väderförhållanden och årstid. Allvarliga arbetsplatsolyckor är vanligare under vinterhalvåret vilket kan kopplas till de svårare yttre förhållanden som de råder. De vanligast förekommande och besvärande yttre förhållanden som tycks förekomma inom branschen är ojämnt underlag, halka pga snö och is, dåliga ljusförhållanden och att det är stökigt och smutsigt på arbetsplatsen. Det är också främst dessa förhållanden som lyfts fram bland de som råkat ut för allvarliga arbetsplatsolyckor.

Personfaktorer

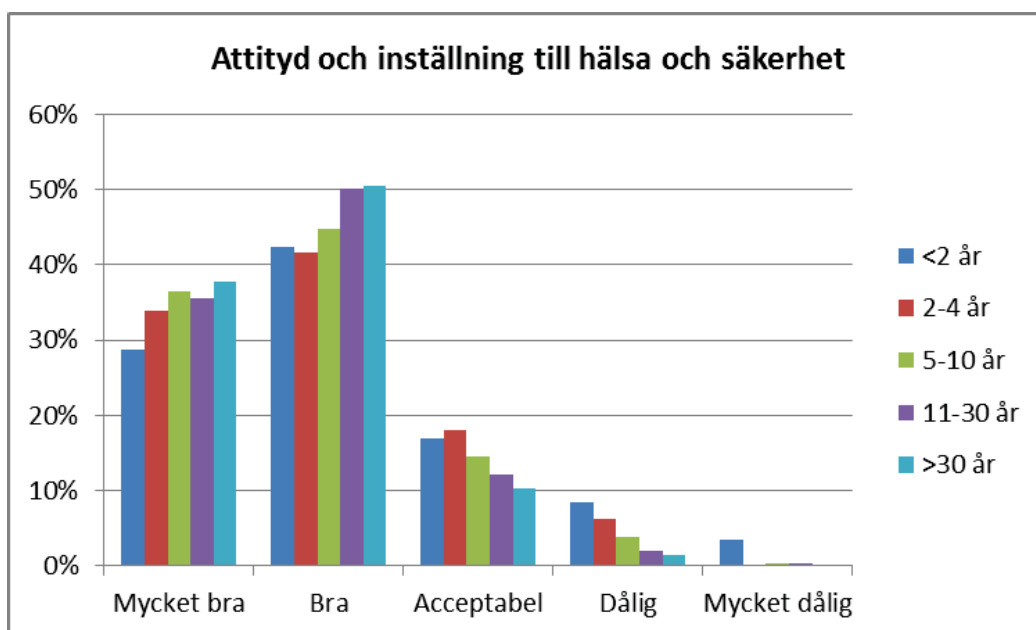
Studeras allvarliga olycksfall i relation till ålder så framträder två mönster. För det första utmärker sig den yngsta åldersgruppen, 16-24 år, genom ett relativt stort antal olyckor och för det andra ökar frekvensen av allvarliga olyckor med stigande ålder bortsett från den yngsta och den äldsta åldersgruppen. Åldersanalysen omfattar de två yrkesgrupperna Byggnads- och anläggningsarbetare (SSYK 712) och Byggnadshantverkare (SSYK 713), som utgör ca 85% av de undersökta olycksfallen.



De absoluta siffrorna i figuren är irrelevanta då de olycksdrabbade utgörs av de vi lyckats hitta via AFA Försäkrings skadedatabas och omfattar allvarliga arbetsolyckor inträffade under de fyra studerade åren. Den jämförande sysselsättningsstatistiken är hämtad från de aktuella åren. Det relevanta och intressanta här är förhållandet mellan de olika ålderskategorierna.

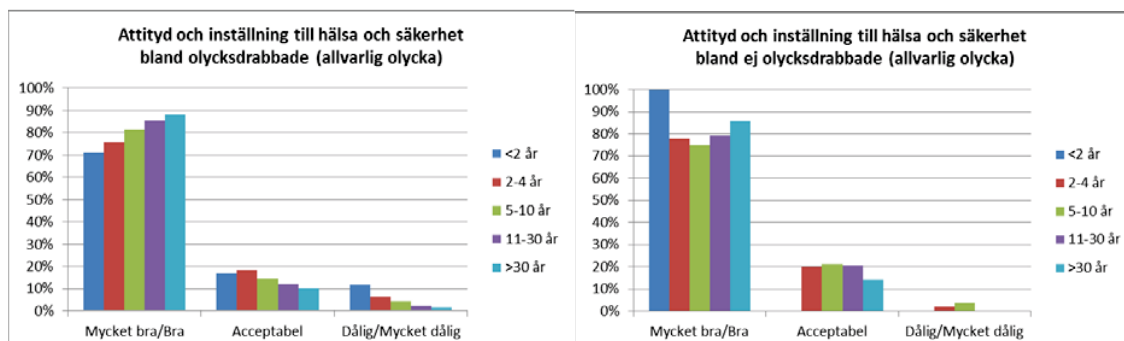
Den yngsta åldersgruppens relativt höga olyckstal kan förklaras med att vi här också har de med kortast arbetslivserfarenhet. Medvetenheten om olycksfallsriskerna och attityden till hälsa och säkerhet tycks öka med länge arbetslivserfarenhet. Graden av säkerhetsmedvetande går också att koppla till yrkeserfarenhet. De med lång yrkeserfarenhet var i högre grad än de med kort yrkeserfarenhet medvetna om riskerna med arbetsuppgiften man utförde vid olyckstillfället. Detsamma gäller benägenheten att följa säkerhetsinstruktioner. Däremot utmärker sig gruppen med minst yrkeserfarenhet genom att i högre grad än övriga inte känna till om det fanns säkerhetsinstruktioner för arbetsuppgiften eller inte.

När attityd och inställning till hälsa och säkerhet studeras kan det konstateras att de med längre yrkeserfarenhet ansåg sig ha en bättre attityd och inställning vid olyckstillfället än de med kortare yrkeserfarenhet. Attityd och inställning till hälsa och säkerhet tycks, bland de som råkat ut för allvarlig arbetsolycka, förbättras med ökat antal yrkesverksamma år.



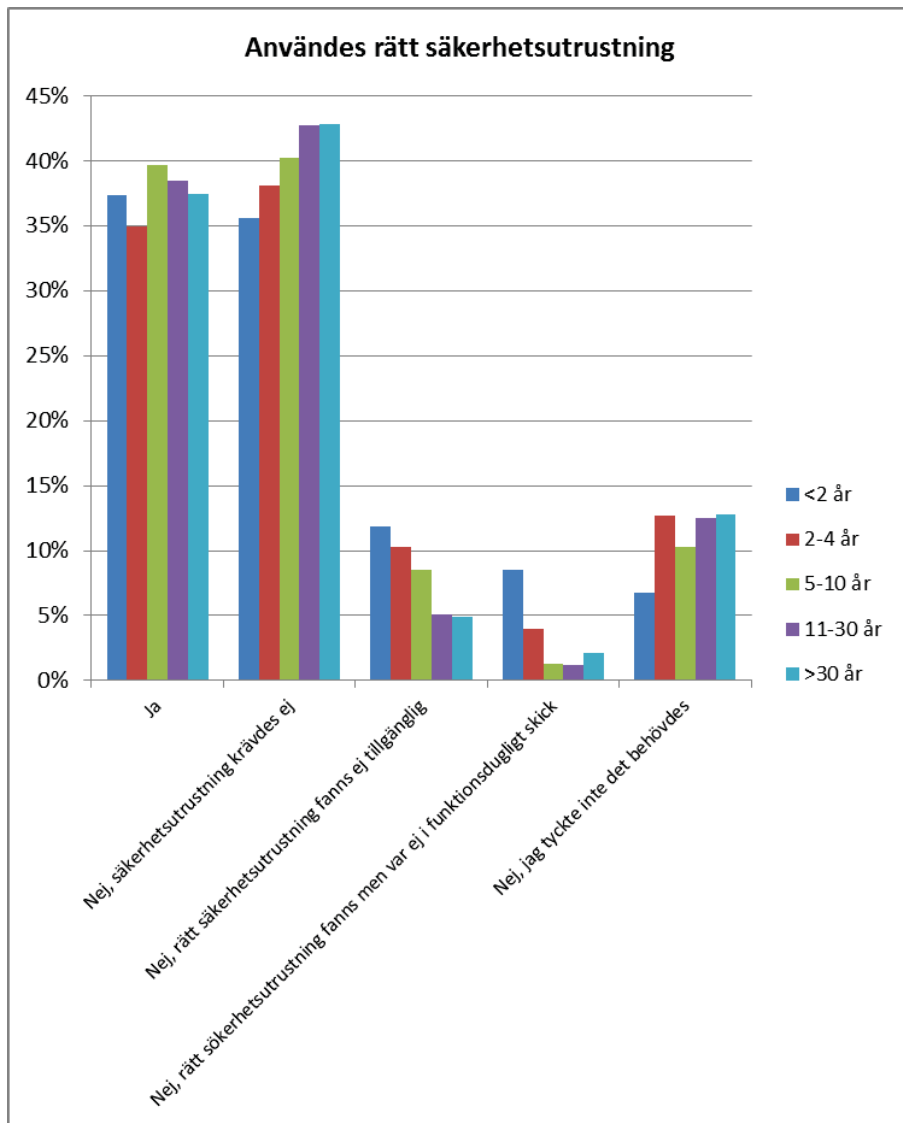
Diagrammet visar sambandet mellan attityd och inställning till hälsa och säkerhet och antalet yrkesverksamma år bland byggnadsarbetare som råkat ut för allvarlig arbetsolycka.

Intressant är här också att jämföra med hur attityd och inställning till hälsa och säkerhet ser ut bland de som aldrig råkat ut för någon allvarlig arbetsolycka.



Här ses stora skillnader när det gäller gruppen med kortast yrkeserfarenhet. I gruppen med mindre än två yrkesverksamma år och som aldrig råkat ut för en allvarlig arbetsplats olycka ansåg samtliga att de hade en bra eller mycket bra inställning till hälsa och säkerhet. Detta indikerar att attityd- och inställningsfrågan är av central betydelse när det gäller olycksfallsrisker bland de unga med kort yrkesverksam tid. I denna grupp, dvs med mindre än två års yrkeserfarenhet, skiljer det sig också en hel del åt avseende utbildning. Bland de som aldrig råkat ut för någon allvarlig arbetsplatsolycka hade 83% en relevant yrkesutbildning. Motsvarande siffra bland de som råkat ut för en allvarlig olycka var 59%.

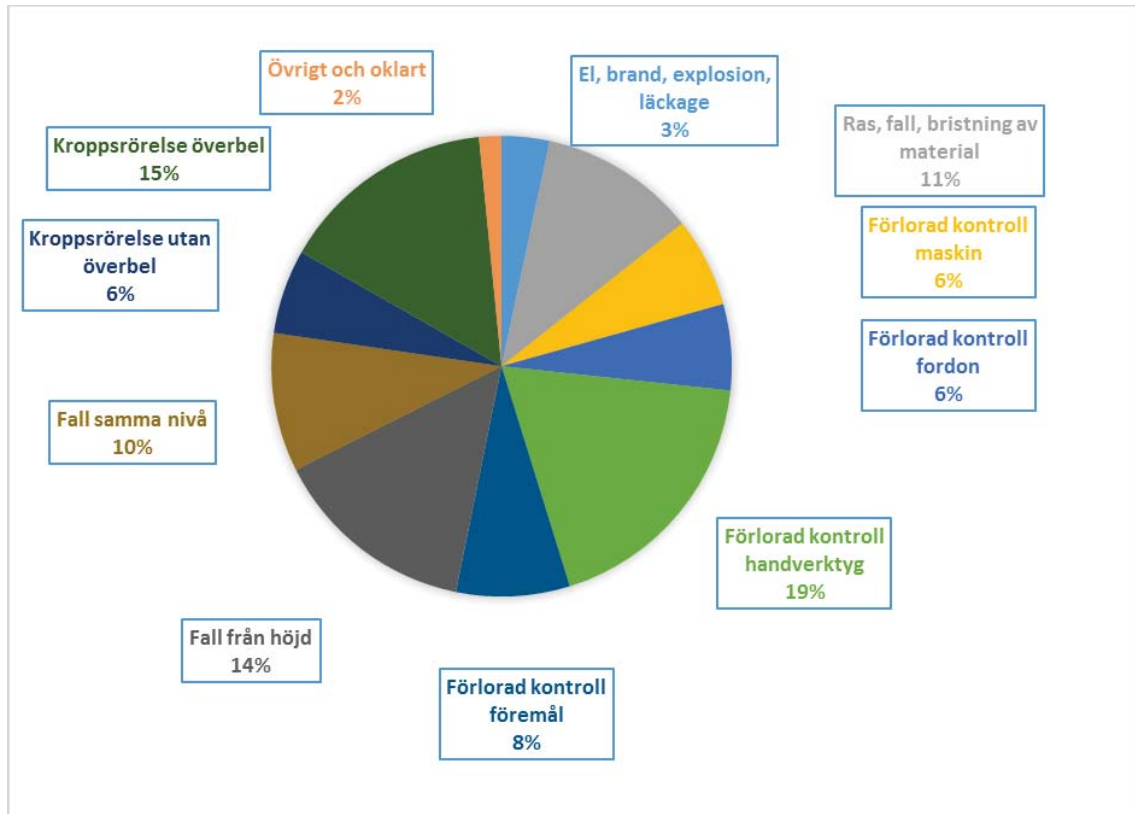
Det visar sig också att personer med kortare yrkeserfarenhet, i betydligt högre utsträckning än de med längre yrkeserfarenhet, vid olyckstillfället utförde arbetsuppgiften trots att nödvändig säkerhetsutrustning inte fanns tillgänglig eller var i funktionsdugligt skick.



Diagrammet visar hur säkerhetsutrustning användes vid olyckstillfället i relation till antalet yrkesverksamma år.

Exakt vad detta beror på är svårt att säga. Det är tydligt att vid olyckstillfället var riskmedvetenheten högre och inställningen till hälsa och säkerhet bättre bland mer erfarna byggnadsarbetare, något som kan tala för att de unga och oerfarna vid olyckstillfället helt enkelt varit mer riskbenägna och därför inte lagt samma vikt vid användandet av säkerhetsutrustning. Säkerhetskulturen som råder på arbetsplatsen kan också vara en bidragande orsak. Som ung och oerfaren kanske man inte vågar vägra utföra arbetsuppgiften trots att rekommenderad säkerhetsutrustning saknas.

Bortsett från den yngsta och den äldsta ålderskategorin så ökar, yrkeserfarenheten till trots, förekomsten av allvarliga olycksfall med stigande ålder. Bland arbetsolyckor är den vanligaste olycksorsaken fallolyckor. Andra vanliga olycksorsaker är förlorad kontroll över handverktyg och föremål och fysisk plötslig överbelastning vid kroppsrörelse (Samuelson, 2015). Alla dessa olycksorsaker kan kopplas till individens fysiska status och förmåga, något som försämras med åren. Frekvensen av olyckor behöver därmed inte per automatik vara högre bland äldre jämfört med yngre byggnadsarbetare, däremot kan konsekvenserna av samma typ av olycka skilja sig åt.



Arbetsolyckor med frånvaro 2014. Avvikelse. (Samuelson, B., 2015)

Forskning visar också att personfaktorer såsom ålder har en stor inverkan på olyckor inom byggindustrin. Personfaktorer innefattar kopplingen mellan individen och olycksrisken alternativt olycksgraden och det finns flera studier som visar att individuella faktorer har betydelse för antalet olyckor. Detta förtydligas av Chen m. fl. (2016) som menar att det bästa sättet att öka säkerheten inom byggbranschen är att identifiera individrelaterade risker eftersom över 70 % av de olyckor som sker är individrelaterade. Dumrak m.fl. (2013) som analyserade 24 764 olyckor utifrån variabler som ålder, erfarenheter, kön och språk kom fram till att allvarlighetsgraden av olyckor ökar i takt med ålder. I en specifik studie om fallolyckor från stege visar Camino Lopez (2011) att risken för fallolyckor från stege också ökade i takt med ålder. Schwatka och Butler (2012) menar att ålder inte har någon betydelse för antalet olyckor men däremot har betydelse i relation till skadekostnader vilket kan kopplas till olyckans allvarlighetsgrad och konsekvenser.

Att lägga ett genusperspektiv på olycksfallsrisker inom byggindustrin är svårt då könsfördelningen bland byggnadsarbetare är väldigt ojämn. Då antalet kvinnor i denna studie varit alltför begränsat har således könstillhörigheten ej studerats specifikt. Det finns dock några internationella studier där genusperspektivet har belysts inom byggbranschen men då könsfördelningen på arbetarnivå även internationellt är mycket snedfördelad är det svårt att dra några konkreta slutsatser av dessa studier. Ett återkommande tema är dock att män är utsatt för större skaderisker än kvinnor. Jackson och Loomis (2002) konstaterar en markant övervikt för män, 16,8 fall per 100.000 anställningsår jämfört med kvinnornas 0,7 fall, när det gäller dödsolyckor i North Carolina. Uttryckt på ett annat sätt svarar kvinnor för 8,5% av arbetskraften men bara

för 0,4% av olyckor med dödlig utgång. Den förklaring Jackson och Loomis ger är att kvinnor har andra arbetsuppgifter än män, t ex arbetsledning och administration. Även Welch m fl (2000) konstaterar att andelen dödsfall inom USA:s byggnadsindustri är högre för män än för kvinnor och förklarar det med att år 1997 var 9% av arbetskraften kvinnor varav 2% var kvalificerade yrkeskvinnor, de resterande 7% fanns inom arbetsledning och administration. Med samma förklaring konstaterar Horwitz och McCall(2004) att skadeersättningen för svåra olycksfall inom Oregon's byggnadsindustri är tydligt snedfördelad, 12,2% av arbetskraften är kvinnor men de svarar bara för 3,9% av ersättningsanspråken.

Som konstaterats tidigare varierar de enskilda individernas attityd och inställning till hälsa och säkerhet. Medvetenheten om riskerna ökar samt inställningen till hälsa och säkerhet förbättras med stigande ålder och arbetslivserfarenhet. Vid en jämförelse mellan olycksdrabbade och icke olycksdrabbade personer går det dock inte att se någon direkt koppling mellan olycksfallsrisker och attityd och inställning till hälsa och säkerhet. Detta förklaras av att andra faktorer, som framförallt ålder, ökar olycksfallsrisken samtidigt som inställningen till hälsa och säkerhet förbättras med antalet yrkesverksamma år. Det betyder dock inte att attitydfrågan är ointressant, tvärtom. En förbättrad attityd och inställning till hälsa och säkerhet bland de med kortast yrkeserfarenhet kan med stor sannolikhet minska frekvensen av olyckor bland dessa samtidigt som olyckstalen bland äldre med lång yrkeserfarenhet hade varit högre utan deras relativt goda attityd och inställning till hälsa och säkerhet.

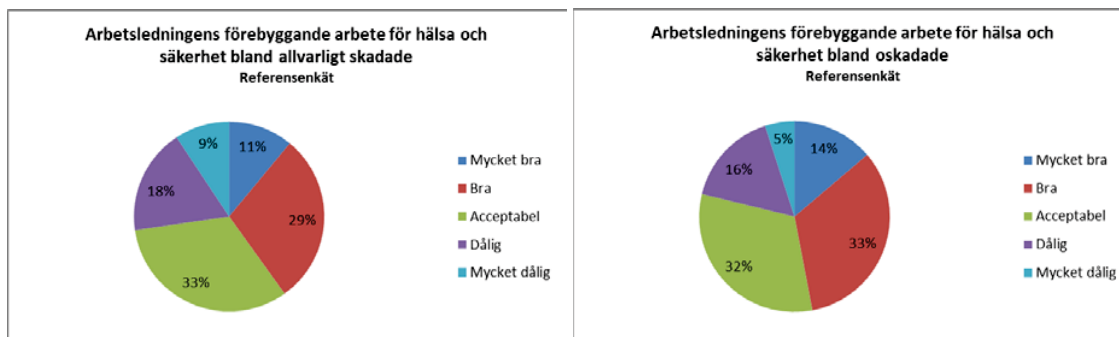
Det finns ett tydligt samband mellan att råka ut för olyckor på fritiden och att råka ut för arbetsolyckor. Bland de som aldrig råkat ut för en olycka som lett till sjukskrivning på fritiden är det 20% som råkat ut för en allvarlig arbetsplatsolycka. Motsvarande siffra för de som råkat ut får två eller fler olyckor på fritiden är 35%.



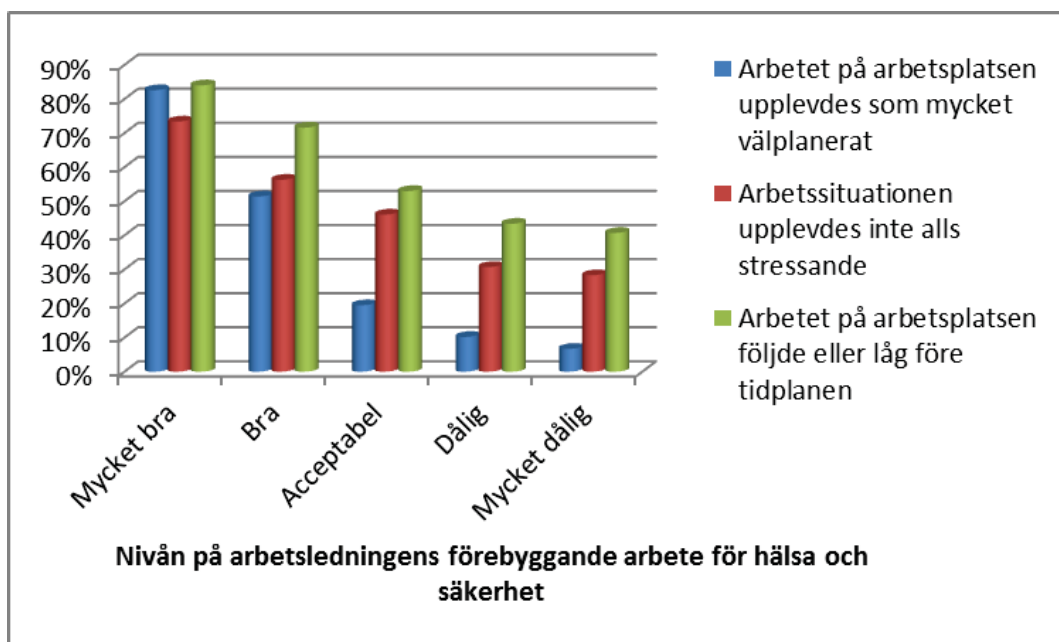
Denna samvariation mellan frekvensen av arbetsolyckor och olyckor på fritiden förstärker bilden av att det finns personfaktorer som inverkar när det gäller riskerna att råka ut för allvarliga arbetsplatsolyckor.

Säkerhetskultur

Den säkerhetskultur som råder på arbetsplatsen är av stort intresse då faktorer som attityd och inställning till hälsa och säkerhet, främst bland yngre medarbetare med kort yrkeserfarenhet, påverkar olycksfallsriskerna. I de fall där arbetsledningens förebyggande arbete för hälsa och säkerhet upplevs som bra eller mycket bra är det 22% som varit med om en allvarlig arbetsolycka medan det i de fall där det förebyggande arbetet för hälsa och säkerhet upplevs som dåligt eller mycket dåligt är 31% som varit med om en allvarlig arbetsolycka. Huruvida individen själv varit delaktig i utformandet av rutiner och riktlinjer för hälsa och säkerhet tycks inte nämnvärt påverka sannolikheten för att råka ut för allvarliga arbetsplatsolyckor.



Vid olyckstillfället upplevde 40% att det förebyggande arbetet för hälsa och säkerhet fungerade bra eller mycket bra. Bland medarbetare som ej råkat ut för någon allvarlig arbetsplatsolycka upplever 47% att det förebyggande arbetet för hälsa och säkerhet vanligtvis fungerar bra eller mycket bra. En vidare analys av materialet visar också på tydliga samvariationer med arbetets planering, stressituation och tidplan.



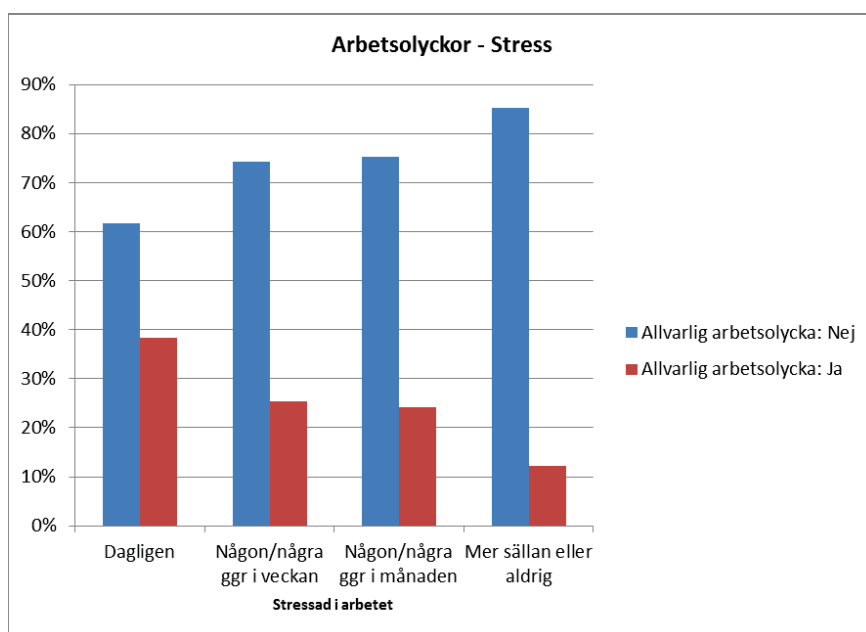
I de fall där nivån på arbetsledningens förebyggande arbete för hälsa och säkerhet upplevts som mycket bra har också arbetsplatsen i stort upplevts mycket välplanerad, arbetsituationen inte upplevts som stressande och tidplanerna följts i högre

utsträckning än i de fall där ledningens förebyggande arbete för hälsa och säkerhet upplevts fungera sämre. Just tidspress och planering är också de två aspekter som flest lyfter fram som mest olustskapande inför arbetet.

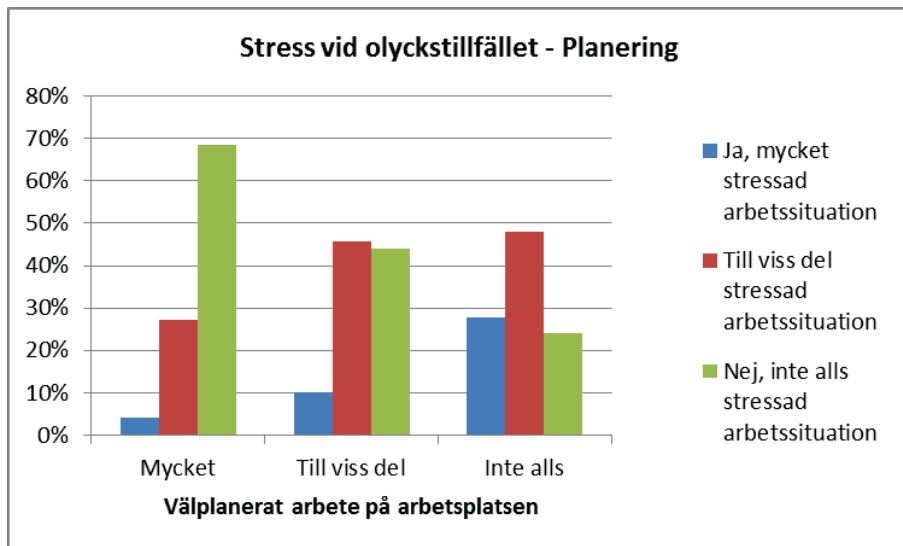
Upplevelsen av omgivningens inställning till hälsa och säkerhet ger också ett mått på arbetsplatsens säkerhetskultur. Utifrån referensgruppen svar kan konstateras att bland de som upplever omgivningens attityd och inställning till hälsa och säkerhet som mycket bra eller bra har 22% råkat ut för en allvarliga arbetsplatsolycka. Motsvarande siffra för de som upplever omgivningens attityd och inställning till hälsa och säkerhet som dålig är 38%.

Stress

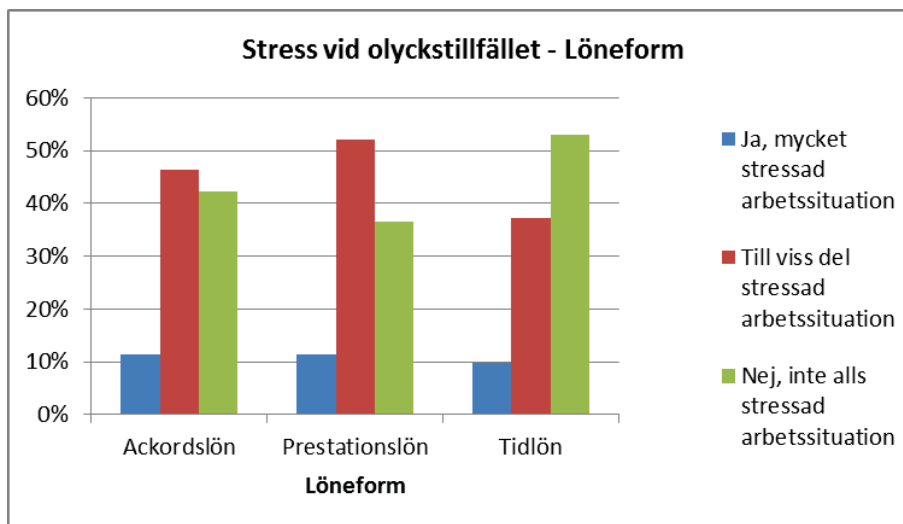
Stress har uppenbart en negativ inverkan på olycksfallsrisken. Bland de som dagligen känner sig stressade under arbetet har 38% råkat ut för allvarliga arbetsolyckor. Motsvarande siffra för de som mycket sällan eller aldrig känner sig stressade under arbetet är 12%.



Den huvudsakliga orsaken till stress upplevs vara bristande planering. Bland de som vid olyckstillfället upplevde arbetet på arbetsplatsen som mycket välplanerat var 4% också mycket stressade medan 68% inte alls kände någon stress. Motsvarande siffror för de som inte alls upplevde arbetet på arbetsplatsen som välplanerat var 28% respektive 24%.

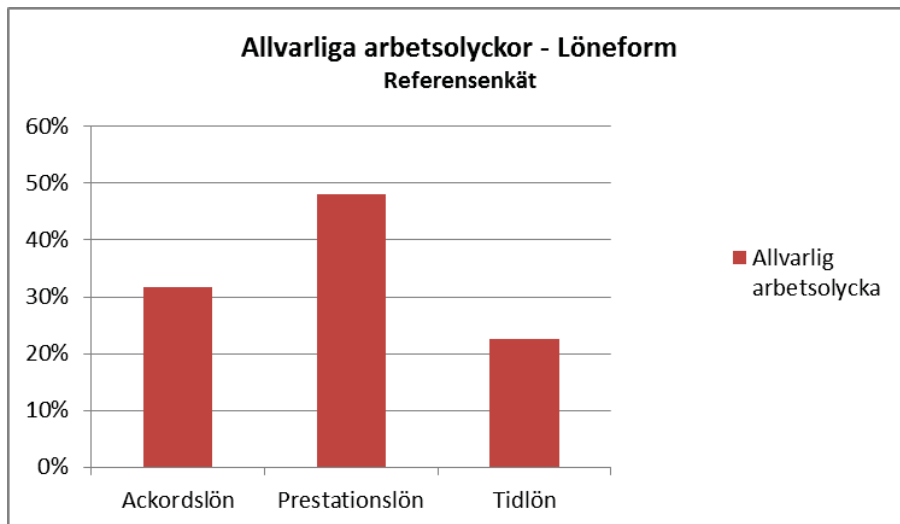


Även löneform har en viss inverkan på stressituationen, dock i betydligt mindre utsträckning än graden av planering på arbetsplatsen.



Oavsett löneform så upplevde ca 10% att arbetssituationen vid olyckstillfället var mycket stressad. Däremot upplevde de med tidlön arbetssituationen inte alls som stressad i 53% av fallen medan motsvarande siffra för de med ackordslön var 42%.

Ur datamaterialet hämtat från referensstudien framkommer också att arbetsolyckor är vanligare bland de med ackordslön eller annan prestationslön jämfört med de som arbetar med tidlön. Bland byggnadsarbetarna med tidlön är det 43% som aldrig råkat ut för någon form av arbetsolycka medan motsvarande siffra för de med ackordslön är 28%. Tittar vi på allvarliga arbetsolyckor är skillnaderna mindre.



Här framgår att 22% av de som har löneformen tidlön och 32% av de med ackordslön någon gång har drabbats av en allvarlig arbetsolycka. Bland byggnadsarbetarna med annan form av prestationslön har nästan hälften (48%) råkat ut för en allvarlig arbetsolycka.

Kritiska faktorer

Genom multivariata analyser av datamaterialet i referensstudien har ett antal faktorer visat sig ha en signifikant inverkan på sannolikheten att allvarliga arbetsplatsolyckor inträffar. Dessa kritiska faktorer är ålder, löneform, stressnivå och säkerhetskultur. I referensenkäten har respondenterna svarat på frågor om ålder, löneform och hur ofta de upplever sin arbetssituation som stressande. Faktorn säkerhetskultur belyses av hur respondenten upplever omgivningens (arbetskamraternas) attityd och inställning till hälsa och säkerhet. Sannolikheten beräknas utifrån en förändring i förhållande till referensgruppen för de olika faktorerna. Referensgruppen avseende ålder utgörs av den yngsta åldersgruppen, dvs <25 år, och arbetstagare med tidlön utgör referensgrupp för löneformsfaktorn. Gruppen som mycket sällan eller aldrig upplever arbetssituationen som stressande fungerar som referensgrupp när det gäller stress och gruppen som uppfattar säkerhetskulturen som bra eller mycket bra som referensgrupp avseende säkerhetskultur.

Tabellen nedan visar effekten av varje enskild faktor i förhållande till de andra ingående faktorerna i modellen. Eller annorlunda uttryckt, den enskilda faktorns betydelse då de andra faktorerna konstanthålls. Utöver att studera effekterna av enbart enskilda faktorer kan också faktorerna kombineras för att belysa den sammanlagda effekten av ingående faktorer.

Tabell. Sannolikhet för allvarlig arbetsplatsolycka. Logistisk regression.

	Log odds	Std error	Exp (B)
Ålder			
<i><25 år referensgrupp</i>			
25-29 år	,111	,570	1,118
30-34 år	,434	,519	1,543
35-39 år	,287	,522	1,332
40-44 år	,680	,483	1,974
45-49 år	,925	,452	2,521*
50-54 år	1,206	,443	3,340**
55-59 år	1,041	,451	2,831*
>60 år	1,419	,445	4,134***
Löneform			
<i>Tidlön referensgrupp</i>			
Ackords-/Prestationslön	,520	,204	1,681*
Stress			
<i>Ej stressade referensgrupp</i>			
Ibland (upp till någon gång i veckan)	,829	,361	2,291*
Ofta (dagligen)	1,380	,415	3,976***
Säkerhetskultur			
<i>Bra säkerhetskultur referensgrupp</i>			
Acceptabel	,270	,210	1,310
Dålig	,857	,383	2,357*
Konstant	-3,025	N=703	
<i>R² (Nagelkerke)</i>	,103		

P= *,05 / **,01 / ***,001

Studeras de olika faktorerna var för sig erhålls alltså ett mått på hur sannolikheten förändras för att en allvarlig arbetsplatsolycka inträffar, förutsatt att alla andra variabler är lika.

När det gäller ålder erhålls signifikanta värden från och med åldersgruppen 45-49 år och uppåt. Skillnaderna mellan åldersgrupperna under 45 år är mycket små och ej signifikanta. Analysen visar att sannolikheten att råka ut för en allvarlig arbetsplatsolycka är 2,5 gånger så stor för en person inom åldersintervallet 45-49 år, jämfört med gruppen under 25 år (referensgruppen). För en person över 60 år är sannolikheten att råka ut för en allvarlig arbetsplatsolycka drygt 4 gånger så stor. Med andra ord har åldern, från 45 år och uppåt, en signifikant inverkan på sannolikheten att råka ut för allvarliga arbetsolyckor.

Hur lönesystemet är utformat har också en inverkan på olycksfallsrisken. Gruppen som arbetar med ackordslön eller annan form av prestationslön utsetts för 1,7 gånger så stor sannolikhet att drabbas av en allvarlig arbetsplatsolycka jämfört med gruppen med tidlön. Förändringen i sannolikhet för allvarlig olycka är inte lika stor som när det gäller ålder, stress och säkerhetskultur, men den är betydande och den är signifikant.

Huruvida arbetsituationen upplevs som stressande har en kraftig inverkan på sannolikheten att råka ut för allvarliga arbetsplatsolyckor. I gruppen som dagligen

upplever stress ökar sannolikheten med nästan 4 gånger och för de som ibland (någon gång i månaden – någon gång i veckan) upplever arbetssituationen som stressande 2,3 gånger, jämfört med de som mycket sällan eller aldrig upplever stress på arbetet.

Den grupp som upplever säkerhetskulturen som dålig löper 2,4 gånger så stor risk att drabbas av allvarliga arbetsplatsolyckor jämfört med de som upplever säkerhetskulturen på arbetsplatsen som bra. Bland de som upplevde säkerhetskulturen som acceptabel uppnåddes inte signifikans.

Beroende på hur ovanstående funktioner kombineras kan sannolikheten för att råka ut för allvarliga arbetsplatsolyckor öka eller minska. Nedan ges ett par exempel på detta.

Exempel 1, minst sannolikhet att drabbas av en allvarlig arbetsplatsolycka.

En ung medarbetare i åldersintervallet <24 år som mycket sällan eller aldrig upplever att arbetssituationen skapar stress. Löneformen är tidlön och säkerhetskulturen på arbetsplatsen upplevs som bra eller mycket bra. Sannolikheten för en allvarlig arbetsolycka under dessa omständigheter uppgår till 5%.¹

Exempel 2, högst sannolikhet att drabbas av en allvarlig arbetsplatsolycka.

En medarbetare över 60 år som dagligen upplever arbetssituationen som stressande, arbetar med ackordslön/prestationslön och upplever säkerhetskulturen på arbetsplatsen som dålig. Sannolikheten för en allvarlig arbetsplatsolycka blir i detta fall är 76%.

Exempel 3, betydelsen av stress och säkerhetskultur

Medarbetaren är över 60 år, upplever mycket sällan eller aldrig arbetssituationen som stressande, arbetar med ackordslön/prestationslön och upplever säkerhetskulturen på arbetsplatsen som bra eller mycket bra. Sannolikheten för en allvarlig arbetsolycka är 25%.

Kombinationen av olika faktorer och omständigheter på arbetsplatsen påverkar således sannolikheten för att allvarliga olyckor inträffar mycket starkt. Exempelen ovan visar också hur man genom att förbättra någon eller några av förutsättningarna på arbetsplatsen dramatiskt kan minska riskerna för allvarliga arbetsplatsolyckor.

¹ Ekvationen för att beräkna "logiten" – och för att sen få fram den faktiska sannolikheten är enligt följande: I tabellen ovan framgår att koefficienterna i den första kolumnen som anger det logaritmerade värdet av oddsets förändring. Själva logiten ($\ln p/1-p$) redovisas alltså inte, vad tabellen visar är hur de oberoende variablerna (riskfaktorerna) påverkar logaritmerade odds. Logiten (z) beräknas enligt formeln; $z = \ln(\text{oddsutfall}) = \ln(\text{sannolikhet utfall/sannolikhet motsatt utfall}) = \ln(\text{sannolikhet utfall}/[1 + \text{sannolikhet utfall}]) = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k$.

Teoretisk koppling

Syftet med följande teorigenomgång är att placera de tidigare presenterade resultaten i en internationell kontext och framförallt peka på några vägar som kan bidra till att nå visionen "Bortom noll". Väl medvetna om byggbranschens dynamik och komplexitet med föränderliga miljöer och ett stort antal intressenter och aktörer har valet fallit på att sortera materialet under fyra rubriker

1. *Ledningens ansvar och engagemang*. Ett av de mer entydiga resultaten från vår litteraturstudie är just betydelsen av ledningens ansvar och engagemang.
2. *Utbildning och kompetensutveckling* är en annan viktig förutsättning för ett bra arbetsmiljö och säkerhetsarbete. Här finns en rik flora av erfarenheter från tidigare forskning.
3. *Säkerhetsprogram, tillbudsanalyser och riskhantering*. Det finns ett stort utbud av program och metoder som på olika sätt kan bidra till ökad säkerhet på byggarbetsplatserna.
4. *Tekniska innovationer* kan bidra till ökad säkerhet samtidigt som de i en del fall utmanar de anställdas integritet.

Ledningens ansvar och engagemang

Det åtgärdsförslag som tydligast framträder är betydelsen av ledningens ansvar och engagemang. Företagsledningens betydelse bekräftas av flertalet artiklar där motivation och engagemang samt olika program för säkerhet undersöks (Mahmoudi m fl., 2014; Hamid m fl., 2015; Chinda, 2015; Terrés m fl., 2013; Badri m fl., 2012; Slaten, 2008; Petrovic-Lazarevic, 2008). Jitwasinkul m fl. (2011) identifierade sju faktorer på organisationsnivå vilka reducerar riskfyllda beteenden inom byggbranschen. 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*, "*organisation learning*" medförde bättre problemlösningsförmåga, medarbetarnas "*empowerment*" och *belöningssystem*.

Med ledningens engagemang följer också de anställdas engagemang. Meldrum m fl. (2009) visar att de anställdas engagemang i säkerhetsarbetet primärt beror på fyra faktorer; kunskap och förmåga att engagera, uppfattningar av vad som förväntas, attityder och beteenden samt faktisk delaktighet i säkerhetsarbetet. Mitropoulos & Memarian (2012) pekar på det generella sambandet att fungerande team hanterar säkerhetsfrågorna bättre än ett individuellt organiserat arbete och rekommenderar processer som stärker teamarbete. Maloney m fl. (2007) visar att medarbetare har viktiga "tysta" kunskaper som kan användas i säkerhetsarbetet men att dessa individer är ovana att systematisera denna kunskap i formaliserade procedurer. Ghosh (2014) studie visar att öppna dagliga möten med medarbetarna om cirka femton till tjugo minuter medför ökad interaktion och därigenom även ökad säkerhetsmedvetenhet.

Samtidigt som en entydig forskning pekar på betydelsen av ledningens ansvar och engagemang måste vi konstatera att förutsättningarna inte är de bästa. Brockman (2014) visar att det stora antalet intressenter och aktörer förorsakar interpersonella konflikter på byggarbetsplatser där just säkerheten i arbetet fungerat som en "trigger" för konflikter. Ett sätt att öka ledningens intresse är att peka på de ekonomiska fördelar

som följer med gott förebyggande arbetsmiljöarbete. Två metoder som används för att mäta lönsamhet är beräkning av kostnadseffektivitet och cost-benefit analyser. Beräkning av kostnadseffektivitet är en metod där kostnad mäts i förhållande till enskilda arbetsmiljöaktiviteter vilket gör det möjligt att urskilja vilka aktiviteter som ger högst förtjänst. Cost-benefit analyser, däremot, är ett sätt att beräkna om företaget får tillbaka de resurser de satsat på arbetsmiljön som helhet (Hallowell, 2010).

De vanligaste kostnaderna för satsning på olycksprevention är säkerhetsutbildningar och löner till säkerhetsansvariga. I en Cost-Benefit analys där nyttan jämförs med kostnaderna framkommer att nyttan överträffar kostnaderna med relationen 3:1 (Ipke m fl., 2012). Det innebär att de inledande extra kostnaderna tjänas in trefalt. Hallowell (2010) har studerat 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 samt ledningens engagemang. Däremot är det minst kostnadseffektivt att lägga resurser på bokföring av tillbud och olyckor eller att anställa en säkerhetsansvarig.

I en studie om den press som beställare kan sätta på entreprenörer att sänka olycksfallsfrekvensen kommer Rechenhain (2004) fram till att dessa entreprenörer med välplanerade och väl implementerade strategiska åtgärdsprogram kan skaffa sig hållbara konkurrensfördelar gentemot andra entreprenörer.

Utbildning och kompetensutveckling

Utbildning och olika former av kompetensutveckling i arbetsmiljö- och säkerhetsfrågor är centrala åtgärder för att förebygga ohälsa och olyckor (Hung m fl., 2011; Kaskutas m fl., 2010; Lingard, 2002; Rodriguez-Garzon m fl., 2015).

Ett generellt problem som många forskare lyfter fram är den bristande motivation som många företag och inte minst byggarbetare visar sådana utbildningar. En orsak är att säkerhetsutbildningar inte alltid upplevs relevanta för alla. Kim m.fl. (2011) pekar på tre problem med dagens utbildningar; 1) man tar inte hänsyn till personens personlighet och olikhet, 2) det finns en brist på variation i utbildningsupplägg och 3) innehåll och nivå i utbildningsinnehållet justeras inte beroende på vem som följer den.

En annan problematik som ofta lyfts upp i svenska byggsammanhang handlar om hur företrädesvis utländska byggarbetare saknar grundläggande arbetsmiljö- och säkerhetsutbildning (O'Connor m fl., 2005; Williams m fl., 2010), något som i sammantaget försätter dem i en utsatt position där de ofta tvingas ta på sig högre riskarbeten och sällan är i en position där de kan kräva säkerhetsutrustning eller utbildning. Författarna pekar på vikten av satsningar på anpassade (inte minst språkligt) säkerhetsutbildningar för dessa grupper och visar med utvärderingar hur utbildningarna både ökar säkerhetsmedvetandet och förstärker självförtroende hos dessa grupper.

Många forskare undersöker informationsteknologins möjligheter. En möjlighet är att använda sig av virtuella miljöer där den lärande får möjlighet att träna olika arbetssituationer men också träna att identifiera risker (Guo, m fl., 2012; Li, m fl., 2012; Goulding, m fl., 2012; Le, m fl., 2015). Miljöerna erbjuder en hög grad interaktivitet och både lärare, studiekamrater eller kollegor kan lära sig gemensamt. Andra sätt att använda sig av den nya datateknologin utforskas av Le, m fl. (2014) som beskriver och

utvärderar ett databehandlingssystem där kunskap och erfarenheter från t ex tillbud och olyckor kan matas in, spridas och hämtas. Systemet beskrivs under begreppet social network och liknas vid en wiki, en slags kunskapsbank vars syfte är dra nytta av den gemensamma kunskapen och erfarenheten. Esmi & Ennals (2009) beskriver problemen med en mer mobil och flexibel arbetskraft där kompetens ofta blir en bristvara och pekar på lösningar som Knowledge Management (KM) som innebär utveckling av system där kunskaper och erfarenheter kan spridas via datorer. Utmaningarna handlar om att inmatandegraden i dessa system ofta är låg, många gånger beroende på låg generell utbildningsnivå och att det sällan finns strategier för att använda inmatad kunskap.

Det finns även ett antal artiklar som belyser vikten av integrerade säkerhetsutbildningar i det formella utbildningssystemet. Le m fl. (2015) beskriver och utvärderar en virtuell lärandemiljö vars syfte bl a är att användas på gymnasienivå och Petersen m fl. (2008) utvärderar säkerhetsutbildning för blivande byggnadsingenjörer. I den senare studien, som är gjord i Storbritannien, pekar man på vikten av en pågående kommunikation mellan byggbranschen och akademien om vilken hälso- och säkerhetsutbildning studenterna bör ha med sig när de sedan börjar arbeta inom branschen.

Vissa författare lyfter också upp vikten av en säkerhetskultur som är kopplad till utbildning och kompetensutveckling. Flynn & Sampson (2012) pekar på betydelsen av att det finns en pågående kommunikation kring säkerhetsfrågor mellan byggherren, underleverantörerna och byggnadsarbetarna. I studien undersökte man ett säkerhetsutbildningsprogram och pekade på några generella attityder som försvårade appliceringen av utbildningen. I den yngre gruppen fanns de oerfarna som inte alltid förstod riskerna och som såg sig som odödliga, medan de med erfarenhet ibland hade attityden att; "det kan inte hända mig, jag har gjort det så ofta".

Säkerhetsprogram, tillbudsanalyser och riskhantering

Det finns ett stort utbud av program och metoder som på olika sätt kan bidra till ökad säkerhet på byggarbetsplatserna. Nedan ges några exempel på hur utbudet ser ut utan att göra anspråk på att täcka in allt.

I syfte att få till stånd mer effektfulla åtgärder mot de höga döds- och olycksfallstalen inom byggbranschen har det över världen utvecklats ett mycket stort antal säkerhetsprogram (Esmaeili, m fl., 2012; Mullan, m fl., 2015). Initiativtagare till dessa program är i princip alltid landets arbetsmiljömyndighet eller branschens partsorganisationer.

I en australiensisk studie av Mullan, m.fl. (2015) undersöktes femton säkerhetsprogram, vilka hälften hade på ett eller annat sätt positivt påverkat olycksfallsstatistiken. Man pekar på vikten av uthålliga program och visar att de som pågår under en längre tid är mer effektiva än de som kan karaktäriseras som punktinsatser. Man pekar också på risken för en slags återställningseffekt, dvs när programmet upphör, upphör också de positiva effekterna eller går tillbaka till tidigare nivåer. De program som hade en tydlig teoretisk bas hade högre sannolika att ge effektiva resultat än de som saknade detta. Vidare pekar man på vikten av beteendeförändrande tekniker, som i kontrast till program där enbart information om risker eller beteende ingår, är mer effektiva. Program där belöningar, incitament eller sanktioner ingår är också mer effektiva än program där enbart information förekommer.

Det finns en lång tradition av tillbudsanalyser inom verksamheter där konsekvenserna kan bli stora som t ex flyg och kärnkraftsindustrin. Inom byggindustrin finns inte samma intresse även om flera studier visar på den stora förbättringspotential som finns i ett utvecklat system för tillbudsrapportering och analys.

Cambraia, m fl. (2010) redovisar en fallstudie om tillbud vilket var en del av ett säkerhetsprogram. Resultatet visade att både antal och kvalitet på tillbudsrapporterna ökade under de 8 månader som fallstudien pågick. Från 12 rapporter 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. Se figur.

Probability	Consequence			
	Minor	Medium	Large	Catastrophic
Frequent	<i>Medium</i>	<i>Medium high</i>	<i>High risk</i>	<i>High risk</i>
Probable	<i>Medium</i>	<i>Medium</i>	<i>Medium high</i>	<i>High risk</i>
Remote	<i>Low risk</i>	<i>Medium</i>	<i>Medium</i>	<i>Medium high</i>
Very unlikely	<i>Low risk</i>	<i>Low risk</i>	<i>Medium</i>	<i>Medium</i>

Figur: Exempel på riskmatris (Harms-Ringdahl 2013)

Framgången beror i högre grad på hur man lyckas med att integrera analysystemet i ett mer heltäckande säkerhetssystem där man har en fungerande inrapportering av tillbud och säkerställer att resultaten förs ut till de som berörs. För en fungerande inrapportering krävs systematiska rutiner om är väl integrerade i en säkerhetskultur och för att resultaten ska komma ut krävs tydlig fördelning av ansvar och befogenheter.

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

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

Programmet visade snabbt på goda resultat. Hinze och Wilson (2000) presenterar en uppföljning 1996 där syftet är att se om byggföretag har förbättrat sitt säkerhetsarbete sedan programmet kom med sina förslag på förbättringsåtgärder. Resultatet visar att programmet varit framgångsrikt och att företag som har ett bra säkerhetsarbete kan förbättra detta ytterligare genom att säkerhetsträningen har kompletterats med utbildningar av förmän. Vidare betonas ledningens ansvar och förmännens betydelse i det praktiska arbetet. Hinze m fl. (2013) återkommer till problemet 2013 och tar ett helhetsgrepp på förebyggande säkerhetsprogram i USA. Mest framgångsrikt var att ledningen var säkerhetsorienterad och på andra plats att förmännen involverades i säkerhetsarbetet. En annan nyckelstrategi är att involvera underentreprenörerna i säkerhetsmöten på arbetsplatsen.

Laitinen och Päivärinta (2010) rapporterar att Byggbranschens arbetsgivarförening i södra Finland utlyst en tävling över vilka som bäst arbetar med säkerhet. Oannonserade besök/inspektioner var den viktigaste bedömningsgrunden men även existensen av arbetsmiljöplaner och olycksfallsstatistik vägdes in. Vinnaren får ett pris som delas ut vid en sammankomst för branschen. 70 % av företagen deltar och statistik visar att olyckorna gått ned både totalt och i jämförelse med andra delar av landet där man inte visat samma resultat. Det höga deltagandet och de goda resultaten visar på betydelsen av social kontroll. Framgångsfaktor är vitaliserat säkerhetsarbete och det nära samarbetet mellan byggfirmer, partsorganisationer och arbetsmiljömyndigheter.

Rwamamara m fl. (2010) har undersökt "best practices" i svensk byggindustri med fokus på belastningsskador men flera av åtgärderna är relevanta även för olycksfallsprevention. Forskarna för fram fem områden.

1. Planering där arbetsmiljöplanen (ASF 1999:3) är den centrala komponenten. Den 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 kortare 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.
4. Den fysiska arbetsmiljön kan förbättras med god belysning, god ordning, bra ställningar och arbetsverktyg.
5. Individuella variationer hos de anställda (ålder, kön, fysisk styrka) måste beaktas vid planeringen av arbetet.

Hasle m fl. (2012) har studerat de små byggföretagens speciella problem. Ett grundläggande problem är själva företagets litenhet vilket medför att ägaren måste sköta alla frågor, inklusive arbetsmiljön. Frågor om arbetsmiljö blir perifera i förhållande till andra problem, olyckor har inte hänt vilket tolkas som att riskerna inte är så stora och att ägaren besitter kunskaper att hantera dem om de skulle dyka upp. Många små företag saknar erfarenheter som kan forma en systematik i arbetsmiljöarbetet. Det är dessutom svårt för de anställda att agera då man står i en personlig relation till ägaren. Forskarna rekommenderar ett systematiskt preventionsarbete på branschnivå och exemplifierar med ett program som utvecklats för små byggföretag i Danmark. Modellen innehåller fem steg:

1. definiera hälsoutmaningar för målgruppen,
2. välja metoder för förbättringar,
3. utveckla teorier som motiverar målgruppen,
4. analysera olika aspekter av arbetskontexten och
5. designa åtgärder.

Resultaten kom i hög grad att fokusera på belastningsproblem men fokus skulle kunna vridas mot olycksfallsprevention.

Det finns många olika typer av risker på byggarbetsplatser som kontinuerligt måste identifieras, bedömas och åtgärdas. På grund av dess praktiska betydelse har således en stor del av forskningen fokuserat på olika modeller och metoder för riskhantering generellt och riskanalys och riskbedömning specifikt (Aminbakhsh m fl., 2013).

Enligt Pinto m fl. (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 leda till ett begränsat och otillräckligt underlag för beslut om åtgärder. Fung m fl. (2012) 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 upp hela problembilden. Riskperception kan även variera beroende på vilken roll personen ifråga har i byggprocessen (Zhao m fl., 2016).

Det pågår en intressant utveckling när det gäller riskbedömningsmodeller. För att öka kvalitén och integrera fler faktorer i riskbedömningarna finns flera exempel där man använt sig av matematisk teori vid utveckling av nya modeller (Pinto, 2014). En annan utveckling är att integrera en kostnad-nytta-analys i själva riskbedömningen (Sousa m fl., 2015). Författarna understryker att detta är ett känsligt ämne eftersom människors hälsa och säkerhet inte bör reduceras till endast ekonomiska kalkyler. En vanlig infallsvinkel är att fokusera på riskbedömningar redan vid de tidiga stadierna av byggprojekt, exempelvis vid planering och projektering, som ett sätt att minska risken för olyckor vid utförandet (Frijters och Swuste, 2008; Aminbakhsh m fl., 2013; Casanovas m fl., 2014; Esmaeili m fl., 2015). Chun m fl. (2014) beskriver exempelvis ett multidimensionellt simuleringsverktyg som ett möjligt stöd vid identifiering och utvärdering av risker på byggarbetsplatser. Genom att visualisera vanliga arbetsprocesser i en 3D-miljö kan ett större antal risker identifieras jämfört med traditionella metoder.

Diskussionen avseende möjligheterna att i tidiga projektstadier påverka säkerheten på byggarbetsplatser är inte ny. I en artikel som belyser situationen under 90-talet diskuterar och konstaterar Gambatese (2000) brister när det gäller kopplingen mellan ett byggprojekts tidiga faser och säkerheten på byggarbetsplatser. Här konstateras att ingenjörer och arkitekter i planeringsstadiet använder normer och standarder för att säkerställa slutanvändarens säkerhet men att riktlinjer, kunskap och verktyg saknas för att även beakta säkerheten under själva byggprocessen.

För att förbättra arbetet avseende hälsa och säkerhet inom byggbranschen finns en hel del forskning som pekar på vikten av att beakta dessa frågor redan 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 arbeta utifrån de regelverk och säkerhetsbestämmelser som finns (Toole och Gambatese 2002).

Vid uppbyggnaden av OS-anläggningar i London 2012 applicerades det nya regelverket för hälsa och säkerhet, CDM 2007. Utvärderingen visar att London 2012 var en framgång i många avseenden när det gäller hälsa och säkerhet jämfört med byggbranschen generellt i Storbritannien. Man pekar bl a på vikten av att tidigt i projektet (design-/konstruktionsfasen) ha fört in arbetsmiljöfrågorna och skapat en attityd och kultur där

hälsa och säkerhet var central (Webster, 2013). För att planera och designa byggprojekt med hälsa och säkerhet i åtanke krävs en förändring av designers tankesätt mot hälsa och säkerhet samt en ökad kunskap inom området bland professioner aktiva i planeringsskedet (Gambatese m fl., 2005).

Morrow m fl., (2015) belyser arbetssäkerhetsfrågorna ur designers och planerares synvinkel och menar att för många av de aktiva i planeringsskedet saknas en förståelse och insikt i säkerhetsfrågor under byggprocessen. Ett förändrat beteende behövs för att hälsa och säkerhet ska ses som relevant för professioner som är involverade i planeringsstadiet och att detta bl a bör påverka utformningen av utbildningen för dessa yrkeskategorier.

Det har gjorts flera studier där man studerat möjligheten att med olika hjälpmedel skapa förutsättningar för konstruktörer och arkitekter att bättre beakta säkerheten på byggarbetsplatser under designfasen. Dharmapalan m fl. (2015) har identifierat och kvantifierat ett stort antal riskmoment kopplade till vanligt förekommande konstruktionselement och byggsituationer vid uppförande av flervåningshus i USA. Riskfaktorerna har samlats i ett online-verktyg, Safety in Design Risk Evaluator (SLiDeRule), i syfte att hjälpa designers att undvika utformning som kan leda till säkerhetsrisker för byggnadsarbetare. Med en modell som underlättar valet av mindre riskfyllda byggnadselement visar även Frijters och Swuste (2008) hur man i konstruktionsfasen, genom att välja bland olika typer av byggelement, kan påverka risknivån i genomförandefasen.

Qi m fl. (2013) presenterar ett datorbaserat verktyg ämnat för konstruktörer. Verktöget bygger på en sammanställning av "best practices" och kan ge konstruktörer och designers förslag på hur byggnadskonstruktioner kan optimeras ur säkerhetssynpunkt, med fokus på fallolyckor. Även Zhang et al. (2015) visar hur man med liknande datorbaserade verktyg kan underlätta implementeringen av hälsa och säkerhetsfrågor i byggprojekts tidiga planeringsstadier.

En faktor som också måste beaktas när säkerhetsfrågor inom byggindustrin diskuteras är det växande antalet internationellt verksamma företag. Behovet av verktyg som kan underlätta säkerhetsplanering och säkerhetsarbete hos företag oberoende av vilket land de verkar i växer. I en studie av Melzner m fl. (2013) undersöks möjligheterna att implementera säkerhetsbestämmelser från olika nationer som ett tillägg till en befintlig modell, "Building Information Modelling". Detta som grund för utökade möjligheter till analys av säkerhetsfrågor redan vid design och planering av internationella byggprojekt.

Tekniska innovationer

Byggbranschen är i likhet med andra branscher föremål för en snabb teknisk utveckling där nya material, tekniker och metoder introduceras i en allt snabbare takt. Många av dessa nya innovationer är knutna till olika typer av IT-lösningar som rätt använda kan bidra till ökad säkerhet på byggarbetsplatsen.

En typ av IT-baserade lösningar är olika informationsplattformar och databaser som på olika sätt genererar ny kunskap. 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) 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. Manase m fl. (2011) diskuterar den potential som finns i att använda geografiska informationssystem (GIS) vid analys av olycksfall. Upplösningsnivån kan variera från nationell ner till enskild arbetsplats och resultaten kan exponeras på kartor, fotografier eller animeringar av olika slag. Informationen kan samköras med annan geografiskt fastställd information, t ex olika sociala variabler. Forskarna menar att nya mönster och samband kan spåras genom att fler faktorer kan beaktas i analysen.

En annan utveckling är inspirerad av verkstadsindustrins program Industri 4.0 och utvecklingen av Internet of things. Wu m fl. (2013) och Yang m fl. (2012) har studerat riskerna med fallande objekt och analyserat 499 fall i amerikansk byggindustri. Baserat på de största riskerna har man format en modell där arbetsplatsen utrustas med ett sensornätverk för trådlös dataöverföring och där arbetarna, maskiner och de farliga objekten som ska lyftas förses med RFI-taggar. Systemet, som i realtid ska förebygga olyckor, kan sända ut information om var farliga moment uppträder. Zhang & Hammad (2012) har tagit fram ett liknande 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.

Riaz m fl. (2014) pekar på möjligheten att använda sensorer 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 (Alam & Hamida, 2014). Jebelli m fl. (2015) 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 vid arbetets utförande kan användas i preventivt syfte, som ett sätt för arbetsledningen att identifiera problem och införa lämpliga åtgärder i förhållande till stabilitet/kroppshållning. Dessa frågor kan även införlivas i byggarbetares säkerhetsutbildning som ett sätt att minska risken för fallolyckor.

Li m fl. (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. Guo m fl. (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. Exempel på risker som kan identifieras kan vara två kranar som har möjlighet att täcka ett gemensamt område men det kan också vara arbetsplatsens utformande, säkra byggnadsställningar, antalet pågående arbeten, bristen 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 om en kombination av faktisk miljö och virtuell, där designen kan "mappas" på en bild av den existerande kontexten. AR kan appliceras

på olika sätt inom byggprojekt, bland annat vid proaktivt säkerhetsarbete (Carozza m fl., 2014).

En studie av Lee m fl. (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 ett sätt att spåra arbetarnas positioner, 2) ArchiCAD 12, 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 vid 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 m fl. (2015) som har ett liknande syfte 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 CCS är snabb och enkel att lära, såväl som billigare jämfört med andra former av RTLS.

Flera av de system som beskrivits ovan möter etiska problem där man noga måste väga nyttan mot det intrång systemen medför avseende byggnadsarbetarens personliga integritet.

Bortom noll

En nollvision vad gäller allvarliga arbetsplatsolyckor inom byggindustrin är en tuff utmaning, att sträcka sig bortom noll än tuffare. Inom branschen har man under lång tid framgångsrikt arbetat med säkerhetsfrågorna vilket också, i ett internationellt sammanhang, placerat den svenska byggindustrin bland de bästa i världen när det gäller hälsa och säkerhet. För att ytterligare minska olyckstalen med sikte på en hälsofrämjande arbetssituation krävs dock ett fortsatt kraftfullt arbete från branschens olika parter och en samsyn vad beträffar förhållanden kring de allvarliga olyckor som drabbar branschen. Något som vi med denna studie hoppas kunna bidra med.

Utifrån de resultat som presenterats utkristalliseras några områden som särskilt bör beaktas inför ett fortsatt arbete mot visionen Bortom-noll.

Personfaktorer

Det är uppenbart att det finns individuella variationer, exempelvis ålder, fysik, attityd etc, mellan och inom olika grupper av anställda. Detta är faktorer som 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 konstigt med tanke på arbetets fysiska karaktär.

Säkerhetskultur

Den säkerhetskultur som råder på arbetsplatsen har en 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. Riktade utbildningsinsatser inom området hälsa och säkerhet mot riskgrupper, främst yngre med kort yrkeserfarenhet, i

kombination med en genomtänkt arbetsorganisation och bemanningsidé kan verka för en positiv utveckling av arbetsplatsens säkerhetskultur.

Stress

Pressade byggtider är ett välkänt begrepp inom branschen och stress upplevs av många olycksdrabbade som ett problem. Det finns ett klart samband mellan stress och olycksfall, ungefär hälften av respondenterna uppgav att de vid olyckstillfället var mycket eller till viss del stressade. Med en god planering av arbetet och ett väl fungerande förebyggande arbetet för hälsa och säkerhet minskar stressen. 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. Genom att redan i tidiga projektstadier föra in hälso- och säkerhetsaspekten kan dessa risker minskas. Det betyder att professioner involverade i tidiga planeringsstadier, som arkitekter och konstruktörer, måste arbeta för att inte enbart säkerställa slutanvändarens säkerhet utan också prioritera säkerheten under själva byggprocessen.

Spridning av resultat

Avrapportering till branschen och andra intressenter har skett kontinuerligt under projektets gång. Presentationer av projektet och delresultat har hållits i mars 2012 för SBUF, i oktober 2012 på Gilla Jobbet-mässan, i februari 2013 för Sveriges Byggindustrier, i mars 2013 för FTF Arbetsmiljö vid deras årsmöte samt i mars 2014 för Sveriges Byggindustrier.

Under hösten 2016 kommer slutresultatet att presenteras för branschens olika parter. Delresultat från studien kommer också att publiceras i form av artiklar i vetenskapligt etablerade tidskrifter med start under 2017.

Referenser

- Aguilar, G. E., & Hewage, K. N. (2013). IT based system for construction safety management and monitoring: C-RTICS2. *Automation in Construction, 35*, 217-228.
- Alam, M. M. & Hamida, E. B. (2014). Surveying wearable human assistive technology for life and safety critical applications: Standards, challenges, and opportunities. *Sensors, 14*, 9153-9209.
- Aminbakhsh, S., Gunduz, M., & Sonmez, R. (2013). Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and budgeting of construction projects. *Journal of Safety Research, 46*, 99-105.
- Badri, A., Gbodossou, A., & Nadeau, S. (2012). Occupational health and safety risks: Towards the integration into project management. *Safety Science, 50*(2), 190-198.
- Brockman, J. L. (2014). Interpersonal conflict in construction: Cost, cause, and consequence. *Journal of Construction Engineering and Management, 140*(2)
- Cambraia, 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
- Camino Lopez, M. 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. doi:{10.1016/j.jsr.2011.08.003
- 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.
- 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)
- 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.
- Chi, S., Han, S. (2013) "Analyses of systems theory for construction accident prevention with specific reference to OSHA accident reports" *International Journal of Project Management, Volume 31, Issue 7, October 2013, Pages 1027-1041*
- 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.
- 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.

- Esmaeili, B., & Hallowell, M. R. (2012). Diffusion of safety innovations in the construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(8), 955-963.
- Esmaeili, 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Gao, C., Holmer, I., & Abeysekera, J. (2008). Slips and falls in a cold climate: Underfoot surface, footwear design and worker preferences for preventive measures. *Applied Ergonomics*, 39(3), 385-391. doi:10.1016/j.apergo.2007.08.001
- Ghosh, S. (2014). Does formal daily huddle meetings improve safety awareness? *International Journal of Construction Education and Research*, 10(4), 285-299.
- 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. L., Li, H., & Li, V. (2013). VP-based safety management in large-scale construction projects: A conceptual framework. *Automation in Construction*, 34, 16-24.
- 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.
- Harms-Ringdahl, L. (2013). Guide to safety analysis for accident prevention. Stockholm: IRS Riskhantering AB.
- 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., & Wilson, G. (2000). Moving toward a zero injury objective. *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5), 399-403.

- Hinze, J., Hallowell, M., & Baud, K. (2013). Construction-safety best practices and relationships to safety performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(10)
- 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*, Volume 1, Issue 10, October 2004, Pages 688-698
- 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.
- Jackson, S.A., Loomis, D. (2002) "Fatal occupational injuries in the North Carolina construction industry, 1978-1994" *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, Volume 17, Issue 1, 2002, Pages 27-33.
- 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}. doi:{10.3846/13923730.2011.604538
- Kaskutas, V., Dale, A. M., Lipscomb, H., Gaal, J., Fuchs, M., & Evanoff, B. (2010). Changes in fall prevention training for apprentice carpenters based on a comprehensive needs assessment. *Journal of Safety Research*, 41(3), 221-227.
- 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}. doi:{10.1139/L11-024
- 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.
- 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}. doi:{10.3846/13923730.2013.802728
- 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.
- 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.
- Manuele, F. A. (2008). Prevention through design (PtD): History and future. *Journal of Safety Research*, 39(2), 127-130.
- 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.
- 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.
- 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}. doi:{10.1016/j.ssci.2015.06.004
- 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.
- 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.

- 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. doi:{10.1016/j.ssci.2011.01.003
- 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) doi:{10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000365
- 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.
- 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) doi:{10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000960
- Rwamamara, R. A., Lagerqvist, O., Olofsson, T., Johansson, B. M., & Algirdas Kaminskas, K. (2010). Evidence-based prevention of work-related musculoskeletal injuries in construction industry. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(4), 499-509.
- Samuelson, B., (2015) " Arbetskadorna inom byggindustrin 2014. Bygg- och anläggning – privat sektor", Byggindustrins Centrala Arbetsmiljöråd (BCA)
- 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.
- 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.
- 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.
- 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., & Gambatese, J. A. (2002). Primer on federal occupational safety and health administration standards. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 7(2), 56-60.
- 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.
- 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), Volume 55, Issue 2, 2000 Spring, Pages 89-92.

- Williams, J., Quintin, 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. doi:{10.1016/j.jsr.2010.02.009
- 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.
- 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. (2015). Work-health and safety-risk perceptions of construction-industry stakeholders using photograph-based q methodology. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(5)
- 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. doi:{10.1016/j.ssci.2015.09.002