

Primljen / Received: 1.8.2024.

Ispravljen / Corrected: 16.9.2024.

Prihvaćen / Accepted: 28.9.2024.

Dostupno online / Available online: 10.11.2024.

Analiza nesreća pri padu sa skele u građevinskoj industriji

Autorica:

Doc.dr.sc. **Esra Yalçın**, dipl.ing.arh.Sveučilište Istanbul Gelisim, Istanbul, Turska
Tehničko-arhitektonski fakultet

Odjel za građevinarstvo

Sveučilište Istanbul Gelisim, Istanbul, Turska

Centar za primjenu i istraživanje o zdravlju i
sigurnosti na raduesyalcin@gelisim.edu.tr

Autor za korespondenciju

Prethodno priopćenje

Esra Yalçın

Analiza nesreća pri padu sa skele u građevinskoj industriji

Padovi uzrokovani radom na skelama jedan su od najčešćih uzroka građevinskih nesreća. Cilj je ovog istraživanja predstaviti primarne uzroke nesreća na skelama, razjasniti karakteristike slučajeva i istražiti vrstu rada ili radnje tijekom nesreća na skelama u građevinskoj industriji. U ovom istraživanju ispitano je 280 izvješća dobivenih od Uprave za zaštitu na radu (eng. *Occupational Safety and Health Administration* - OSHA), koja opisuju nesreće na skelama između 2019. i 2023., a rezultati su analizirani pomoću Pareto-Lorenzove analize. Nesreće su klasificirane prema primarnim uzrocima (zaposlenik, oprema i okolina), zadacima ili aktivnostima žrtava u trenutku nesreće, udaljenosti pada, vremenu nesreće, zanimanju i dobi žrtava. Rezultati: najčešći čimbenici povezani s padom sa skele bili su gubitak ravnoteže (zaposlenik), otkazivanje potpore skele, urušavanje skele (oprema) i padovi zaposlenika sa skele zbog bilo kojeg predmeta koji je pao ili udario zaposlenika (okolina).

Ključne riječi:

zaštita na radu, skele, analiza nesreća, OSHA, upravljanje rizicima

Research Paper

Esra Yalçın

Analysis of fall accidents from scaffolding in the construction industry

Falls caused by scaffolding are one of the most common causes of construction accidents. This study aims to represent the primary causes of scaffolding accidents, clarify the characteristics of the incidents, and explore the type of work or action during scaffolding accidents within the construction industry. In this study, 280 reports obtained from the Occupational Safety and Health Administration (OSHA) that occurred during scaffolding accidents between 2019 and 2023 were examined, and the results were analysed using Pareto-Lorenz analysis. Accidents were classified according to the primary causes (employee, equipment, and environment), tasks or activities of victims at the time of the accident, falling distance, time of accidents, occupation, and age of the victims. Results: The most common factors associated with falls from scaffolding were lost balance (employee), scaffold brace failure, scaffold collapse (equipment), and employee falls from scaffolding due to any object falling or hitting the employee (environmental).

Key words:

occupational safety, scaffold, accident analysis, OSHA, risk management

1. Uvod

Padovi s visine ostaju ključni problem u svjetskoj građevinskoj industriji, čineći značajan udio nesreća na radu [1-3]. Nesreće povezane s padom i dalje su najčešći uzroci smrtnih slučajeva u građevinskoj industriji [4-6]. Padovi sa skela vodeći su uzrok smrtonosnih građevinskih nesreća [7, 8]. Zavod za statistiku rada *Census of Fatal Occupational Injuries* (CFOI) izvijestio je da je broj smrtnih ozljeda iznosio 986 u građevinskom sektoru u Sjedinjenim Državama 2021. Značajno je da je 38,33 % tih smrtnih slučajeva rezultat pada na niže razine [9]. Prema OSHA-i, CFOI je 2020. prijavio 52 smrtonosna pada na niže razine sa skela [10]. Istraživanja pokazuju da padovi s visine na nižu razinu čine preko 55 % svih nesreća, a građevinske skele su jedan od najčešćih čimbenika povezanih s incidentima koji rezultiraju padovima i ozljedama [11].

Procjenjuje se da skele, nužnu komponentu na mnogim gradilištima, često koriste 2,3 milijuna građevinskih radnika ili 65 % građevinske industrije [12]. Njihova temeljna svrha je omogućiti građevinske aktivnosti koje se izvode na povišenim mjestima s ograničenim pristupom, tvoreći privremene strukture [3, 13]. Skele imaju važnu ulogu u izgradnji novih zgrada, popravcima, kao i modernizaciji postojećih struktura. Osnovne značajke skele uključuju visinu, duljinu raspona, širinu, najveću dopuštenu težinu na radnoj platformi, maksimalnu visinu konačne radne platforme, temelje, nosivost tla, nosivost potpore, način sidrenja i lokaciju [3]. Uz svoju ulogu konstrukcijskog elementa, incidenti povezani sa skelom glavni su uzrok ozljeda i smrtnih slučajeva na gradilištima [8].

Stoga su učinkovite sigurnosne mjere imperativ, pozicionirajući skele kao važan element u organizaciji sigurnosti na gradilištu [14]. Primarni cilj skela je osigurati sigurnost pojedinaca na visinama. Razina sigurnosti ovisi o bezbrojnim čimbenicima, uključujući zakonodavne, društvene, ekonomske, okolišne, tehničke, organizacijske i ljudske elemente. Prije svega, tehnička razmatranja imaju posebno značenje jer izravno utječu na nosivost skele, posljedično utječući na rizik od sloma konstrukcije [13].

Mnogi su istraživači proveli istraživanja o uzrocima nesreća s visine, strategijama prevencije i učinkovitim rješenjima. Na primjer, Nadhim i sur. [15] pregledali su 297 članaka koji doprinose temi nesreća pri padu u građevinskoj industriji. Prema ovom istraživanju, najčešći čimbenici bili su rizične aktivnosti, individualne kvalitete, uvjeti na lokaciji, organizacijski atributi, alati (skele/ljestve) i vremenski uvjeti. Wibowo i sur. [2] identificirali su čimbenike koji uzrokuju nesreće povezane s radom na visini. Među tim čimbenicima, vodeći uzroci nesreća povezanih s radom na visini su ljudski čimbenici kao što su fizičke sposobnosti, nedostatak znanja, umor, nedostatak procedura te neadekvatni sigurnosni stavovi i ponašanje. Chen i Luo [16] predstavili su algoritme za predviđanje rizika od pada koristeći 1161 zapis o padu iz OSHA-e od 2005. do 2015. Nalazi su naglasili da su tri kritična čimbenika koji utječu na ozbiljnost događaja pada udaljenost od tla, zanimanje radnika i izvor pada.

Kako bi se smanjio broj incidenata na skelama, potrebno je točno identificirati uzroke nesreća tijekom rada na skelama. Oni su osobito važni za određivanje primarnih razloga nesreća na radu i stvaranje praktičnih primjena za upravljanje rizicima i sprječavanje nesreća. Primarni cilj istraživanja provedenog u ovom radu je identificirati uzročne čimbenike koji doprinose nesrećama na radnom mjestu. Fokus je bio na razgraničenju prirode zadataka zaposlenika tijekom nastanka nesreća, demografskih obilježja zaposlenika, vremena nesreća i datuma nesreća. Unatoč opsežnim istraživanjima o uzrocima nesreća u građevinskom sektoru, i dalje postoji uočljiv jaz u razumijevanju zamršenih odnosa između uzroka i posljedica, osobito u kontekstu padova povezanih sa skelama.

Ovo istraživanje nastoji riješiti ovaj jaz izvođenjem zaključaka iz analognih nesreća, otkrivanjem ponavljajućih uzroka ili dijeljenjem značajki kako bi se poboljšalo znanstveno razumijevanje tematike. Detaljna taksonomija čimbenika koji doprinose bitan je dio svakog sustava za izvješćivanje o nesrećama jer poboljšava pouzdanost analize i pomaže u brzom identificiranju problema koji su zajednički za nekoliko incidenata [17]. Analizirana je baza podataka o 280 padova sa skela, u kojima je sudjelovalo 290 osoba. Podaci koji se odnose na određene nesreće dobiveni su iz izvješća Uprave za sigurnost i zdravlje na radu (OSHA) u arhivi američkog Ministarstva rada. Uzroci nesreća uključuju analizu parametara razvrstanih u tri glavne kategorije na temelju faktora 3E (zaposlenik-oprema-okolina). Pareto-Lorentzovom analizom identificirani su uzroci koji su najviše utjecali na učestalost nesreća. To je omogućilo prepoznavanje scenarija koji će se najvjerojatnije dogoditi u značajnom broju ponavljajućih nesreća.

2. Materijal i metoda

Podaci o nesrećama na radu koje uključuju padove sa skela u građevinskoj industriji koje su se dogodile od 2019. do 2023. dobiveni su iz resursa Uprave za sigurnost i zdravlje na radu (OSHA) iz arhiva Ministarstva rada SAD-a. Uključen je pojam "skela" u odjeljcima Opis, Sažetak i Ključna riječ. Razdoblje od 2019. do 2023. odabrano je za ispitivanje posljednjih pet godina. Početnih 337 izvješća potječe iz različitih industrija i zemalja, ali uključena su samo ona koja su posebno opisivala nesreće s padom sa skele, što je rezultiralo analizom 280 izvješća [18]. Bilješke objavljene u izvješću su sljedeće: sažetak nesreće (datum događaja, vrijeme događaja, naziv ustanove, ključne riječi, opis nesreće), pojedinosti o nesreći i pojedinosti o zaposleniku (dob, spol, smrt ili nesreća, zanimanje, udaljenost pada, i uzrok).

Ovo istraživanje klasificiralo je analizu u tri skupine čimbenika koji uzrokuju nesreće: zaposlenik, oprema i okolina (3E). Nesreće nastaju kao rezultat međudjelovanja različitih čimbenika. U ovom istraživanju uzroci su klasificirani i glavni razlog za svaku nesreću je identificiran na temelju informacija navedenih u izvješću. Uzroci zaposlenika izravno su povezani s ljudskim radnjama, ponašanjem, psihičkim stanjem i zdravstvenim

situacijama u vezi s radom na skelama prije pada. Uzroci opreme rezultat su neispravnih materijalnih čimbenika, a uključuju skelu na kojoj se nesreća dogodila, tehničko stanje skele, oštećenje skele i nesigurno stanje skele. Uzroci okoline uključuju neadekvatno organizirane skele, nesigurne uvjete na radnom mjestu i vremenske uvjete. Unatoč tome, utvrđeni su specifični zadaci ili radnje koje su zaposlenici obavljali u vrijeme svake nesreće, za koje se vjeruje da su doprinoseći čimbenici. Kako bi se ispitalo 280 nesreća, u izračune su uključeni podaci o 290 osoba s pretrpljenim ozljedama. Prvo su sustavno ponavljajući podaci izdvojeni iz izvješća. Ovo istraživanje pokušava odgovoriti na sljedeće pitanje: koji čimbenici pridonose stalnom ponavljanju sličnih incidenata u kontekstu nesreća na skelama? Nije namjera ovih ograničenih uzoraka generalizirati nalaze, već identificirati neke lekcije naučene kroz ispitivanje ovih 280 slučajeva. U analizi su korišteni postoci učestalosti kako bi se istražili glavni uzroci nesreća koje uključuju padove s različitim visina, pružajući sveobuhvatno razumijevanje. Potom su Pareto-Lorenzovom analizom identificirani uzorci koji su najviše utjecali na pojavu nesreća. Detaljna istraživanja podrijetla nesreća primjenom Pareto-Lorenzove analize omogućila su identifikaciju uzročnih čimbenika od posebnog značaja u smislu zaštite na radu [19]. Pareto-Lorenzova analiza korištena je za analizirane nedostatke kako bi se identificirala skupina koja je imala najveći utjecaj na utvrđene probleme [20]. Paretoovo načelo kaže da 80 % rezultata ili učinaka proizlazi iz 20 % uzroka u mnogim situacijama. To se načelo naširoko koristi u menadžmentu, ekonomiji i poslovanju za poboljšanje produktivnosti i bolje donošenje odluka. Također se primjenjuje u informatici i raznim ljudskim aktivnostima. Ovo načelo naglašava činjenicu da značajan dio rezultata često potječe iz manjine ulaznih podataka. Na primjer, 80 % prihoda dolazi od 20 % kupaca, 20 % proizvoda stvara 80 % prodaje, a 20 % društva drži 80 % svog bogatstva. Paretoovo načelo je pojednostavljena verzija matematike koja stoji iza Pareto distribucije. Konkretni brojevi 20 i 80 nisu fiksni i mogu varirati; koriste se kao opća pravila. Ovaj odnos je bio 90-10 [21].

3. Rezultati i rasprava

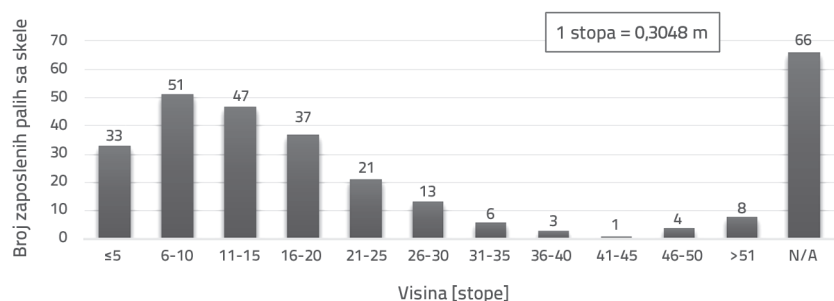
U ovom istraživanju dokumentirano je 337 izvješća koja koriste ključnu riječ "skela" u sustavu izvješćivanja OSHA-e od 2019. do 2023., obuhvaćajući sve incidente povezane s nesrećama na skelama. Nakon sveobuhvatnog pregleda, identificirano je 280 izvješća koja uključuju padove sa skela za dubinsku analizu nesreća. Među tim slučajevima dvije ozljede su u osam izvješća, tri u jednom izvješću, a po jedna u preostalih 271. Nalazi iz tih izvješća otkrili su da je 290 osoba pretrpjelo ozljede, sa 129 smrtnih slučajeva, a 161 osoba je bila ili hospitalizirana zbog ozljeda ili su doživjeli

ozljede koje nisu zahtijevale hospitalizaciju. Nadalje, analiza je pokazala da je približno pola zaposlenika (44,48 %) izgubilo život uslijed pada sa skele.

Nesreće se događaju zbog različitih čimbenika koji utječu na radne procese, uključujući tehničke, upravljačke i ljudske čimbenike, kao i klimatske uvjete [19]. Istraživanje karakteristika nesreća može pružiti informacije o čimbenicima koji dovode do nesreća na radu. Istraživači su utvrdili da su osobni i profesionalni čimbenici kao što su dob, spol, iskustvo, razina obrazovanja, radna uloga i profesionalni status povezani s fatalnim nesrećama na radu [22], kao i karakteristike kao što su spol, dob, zanimanje, radno iskustvo [23-25], dan u tjednu [26, 27], vrijeme nezgode [2, 4] i visina pada [4, 28] utječu na stope nesreća u građevinskoj industriji.

Ovim je istraživanjem ispitano nekoliko bitnih varijabli, nudeći pronicljive informacije o dinamici nesreća. Kritični čimbenik koji pomaže u određivanju ozbiljnosti i mogućih čimbenika koji doprinose je visina sa koje ozlijeđena osoba pada. Detaljnom razumijevanju događaja dodatno je pomoglo ispitivanje vremena, dana i mjeseca nesreće. Analiza dobi i profesionalne demografije pogođenih zaposlenika daje još veću dubinu analizi i pruža značajne informacije o pogođenim osobama. Ispitivanje udaljenosti od pada sa skele otkrilo je da je otprilike 18 % zaposlenika palo s visine od 6 do 10 stopa (1,83–3,05 m), kao što je prikazano na slici 1. Dodatno, značajnih 58 % incidenata dogodilo se unutar raspona od 6 do 30 stopa (1,83–9,14 m). Kao što navode Chi i sur. [28], padovi ne moraju nužno biti iznimno visoki da bi bili fatalni, naglašavajući potencijal za ozbiljne ozljede ili fatalne ishode čak i na manjim visinama. Rezultati ovog istraživanja podupiru tu tvrdnju, otkrivajući da se od 396 fatalnih incidenata, 15 % dogodilo na relativno malim visinama, točnije 10 stopa (3,05 m) ili manje, što je ekvivalentno visini jednokatnice. Štoviše, većina (53 %) slučajeva dogodila se na visinama u rasponu od 11 do 30 stopa (3,35–9,14 m) [29]. Ovi nalazi naglašavaju potrebu za sveobuhvatnim sigurnosnim mjerama i svjesnošću na radnom mjestu za rješavanje različitih okolnosti i visina na kojima se ti incidenti događaju, a sve kako bi se spriječili padovi i zaštitila dobrobit zaposlenika. Čak i pri radu na relativno niskim visinama bitno je naglasiti važnost nošenja osobne zaštitne opreme.

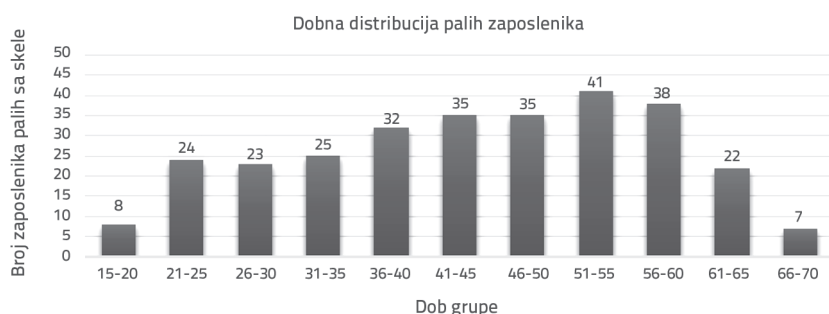
Jedno je istraživanje pokazalo da su pojedinci u određenim dobnim skupinama skloniji nesrećama, dok su drugi podložniji



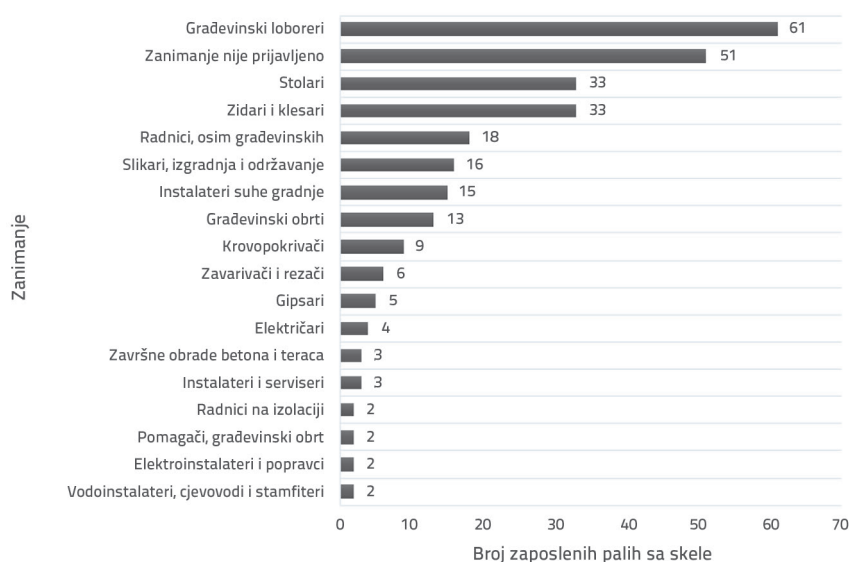
Slika 1. Prikaz broja zaposlenih palih s različitim visina

nesrećama sa smrtnim ishodom [4]. U ovom istraživanju, svi zaposlenici koji su pali sa skela bili su muškarci, s 290 muškaraca uključenih u 280 pregledanih slučajeva. Kao što je prikazano na slici 2., 61,37 % zaposlenika koji su sudjelovali u nesreći bilo je starije od 40 godina. Uočeno je da je 2,75 % zaposlenika bilo mlađe od 21 godine, a 2,41 % bilo je starije od 65 godina. Chan i sur. [4] izvijestili su da su pojedinci u dobi od 45 do 49 godina imali najveću učestalost smrtonosnih padova. Sawicki i Szóstak [27] ispitivali su nezgode na radu koje su uključivale građevinske skele i otkrili koncentraciju ozljeda među osobama u dobi od 46 do 50 godina. Međutim, u ovom je istraživanju najveća učestalost uočena kod osoba u dobi od 51 do 55 godina. Vjeruje se da je povećana učestalost nesreća u toj dobnoj skupini povezana s rutinskim načinom razmišljanja zaposlenika s približno 25 godina radnog iskustva. Osim toga, pad psihomotoričkih vještina može pridonijeti većoj učestalosti nesreća u ovoj demografskoj skupini [3]. Padovi među starijim radnicima (u dobi od 55 godina i više) mogu se pripisati čimbenicima kao što su smanjene senzorne sposobnosti (npr. slabljenje vida i sluha) i smanjena fizička snaga i fleksibilnost [28].

Dijagram tipova zanimanja zaposlenika koji padaju sa skele prikazan je na slici 3. Ovdje prikazani tipovi zanimanja raspravljaju



Slika 2. Dobna raspodjela zaposlenika koji su doživjeli padove

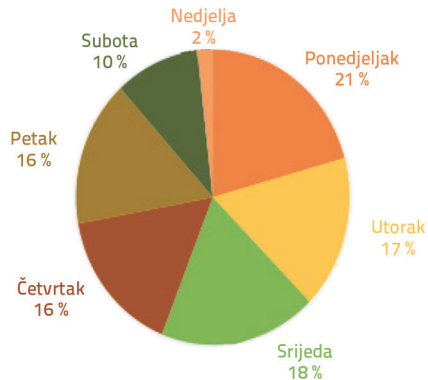


Slika 3. Strukovna raspodjela zaposlenika koji su doživjeli pad

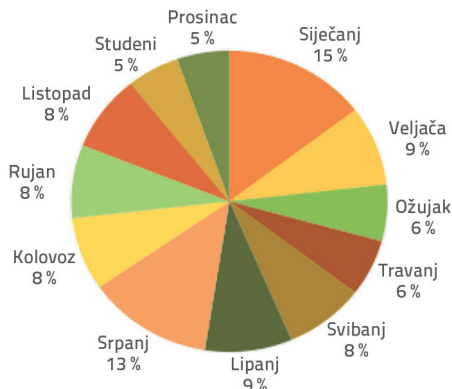
se u izvješćima o nesrećama OSHA-e. Zanimanje koje se najčešće povezuje s padom sa skela su građevinski radnici, njih 21,03 % od ukupnog broja (61 osoba). Poslovi zidara, klesara i stolara drugi su po učestalosti poslovi koji padaju sa skela podjednako s 11,37 % (33 osobe). Grupa zanimanja s najvećim padom na trećem mjestu su radnici, osim građevinarstva, 6,20 % (18 osoba). Ova četiri zanimanja odgovorna su za 50 % svih padova sa skela.

Provedena je analiza ozljeda na radu za 290 zaposlenika s naglaskom na dan, mjesec i vrijeme nastanka. Da bi se istražio koncept vremena i datuma kada se nesreća dogodila, bitno je promatrati promjene koje mogu uzrokovati stope nesreća u različitim mjesecima, danima i satima u danu. Ako se utvrdi očiti trend, vjerojatno postoji razlog zašto se nesreće događaju češće u tom vremenu, a moguće je i spriječiti trend [4]. Slika 4. prikazuje učestalost nesreća na skelama po danu, slika 5. prikazuje raspodjelu po mjesecima, a slika 6 prikazuje analizu po vremenu. Analiza je pokazala da se najveća učestalost nesreća događa ponedjeljkom (21 %). U prilog ovom rezultatu, Arquillos i sur. [26] i Wibowo i sur. [2] otkrili su da je ponedjeljak bio dan u tjednu s najvećim brojem nesreća. Prema podacima ILO-a, utvrđeno je da su prijave za ozljede na radu veće ponedjeljkom, a da se broj slučajeva smanjuje četvrtkom i petkom u odnosu na ostale dane. Nesreće na radu su češće ponedjeljkom jer se radnici teško koncentriraju i prilagođavaju radnom mjestu prvog radnog dana u tjednu te rade ishitrenije [30]. Najviše nesreća dogodilo se u siječnju. Siječanj je označen kao mjesec s najvećim brojem nesreća, vjerojatno zbog snježnih i kišnih vremenskih uvjeta. Nadalje, jaka kiša može uzrokovati skliske radne površine i dovesti do više nesreća pri padu. Kumulativne učestalosti nesreća po sezoni bile su 83, 60, 80 i 57 u ljeto, jesen, zimu i proljeće. Analizom je utvrđeno da se najveća učestalost javlja tijekom ljeta (lipanj, srpanj i kolovoz) s oko 30 % ukupnih pojava. To je vjerojatno zbog toplog i vrućeg vremena tijekom sezone. Ovi uvjeti mogu učiniti poslove koji zahtijevaju rad na otvorenom izuzetno neugodnima. Visoke temperature mogu lako uzrokovati umor i iscrpljenost zaposlenika. Posljedično, vjerojatno je da su u tim uvjetima radnici više frustrirani, a njihova se tijela ne prilagođavaju dobro toplini, što ih navodi da zanemaruju mjere opreza i budu nepažljiviji, što pak rezultira većom učestalošću nesreća. Druga istraživanja podupiru ovaj nalaz [4, 25]. Ovo istraživanje naglašava značajnu korelaciju između sezonskih varijacija i

nezgoda na radnom mjestu. Stoga je poduzimanje odgovarajućih sigurnosnih mjera kao odgovor na temperaturne fluktuacije na radnom mjestu ključno za sprječavanje nesreća na radu. Iako je nemoguće promijeniti vrijeme, ponašanje radnika mora se prilagoditi tome [15].



Slika 4. Dan nesreća s padom sa skele

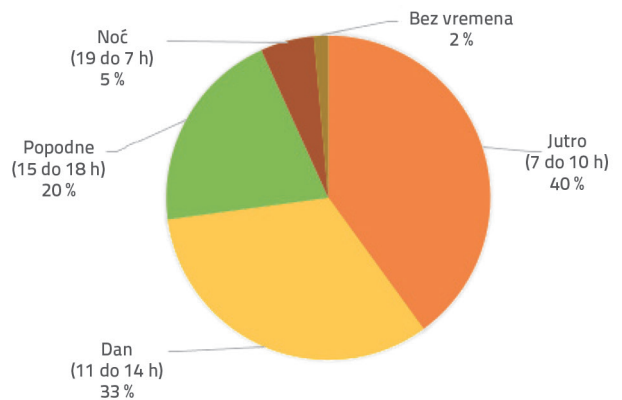


Slika 5. Mjesec incidenata s padom sa skele

Većina nesreća na skelama dogodila se između 7:00 i 10:00 ujutro (40 %) u ovom istraživanju. Istraživanje nesreća na radu u Turskoj pokazalo je da se većina nesreća na radu dogodila između 8.00 i 16.00 sati i tijekom prva 3 sata radnog dana [30]. Ovi nalazi odražavaju bitno zapažanje da se nesreće na radu općenito događaju tijekom prvog sata radnog dana. Moglo bi postojati nekoliko razloga za ovaj obrazac, kao što su zaposlenici koji se nisu dovoljno odmorili ili se suočavaju s izazovima prilagodbe prije nego što započnu svoje zadatke.

Ovo je istraživanje analiziralo čimbenike koji doprinose nesrećama, kategorizirajući ih u tri glavne skupine: zaposlenik, oprema i okolina (navedeno kao 3E - *Employee, Equipment, and Environmental*), na temelju Chi i sur. [28]. Izjave su klasificirane prema rezultatima izvješća OSHA-e bez dodatnih komentara. U ispitivanju 280 nesreća identificirano je 209 uzroka, od kojih svaki predstavlja primarni uzrok. Analiza 209 uzroka padova sa skele otkrila je da se 48,32 % pripisuje čimbenicima vezanim uz zaposlenike, 38,28 % problemima povezanim s opremom, a 13,40 % čimbenicima okoline. Bitna točka koju treba istaknuti u ovoj analizi jest da u svim tim nesrećama zaposlenici nisu

imali zaštitu od pada ili nisu nosili osobnu zaštitnu opremu (eng. *Personal Protective Equipment* - PPE). Unatoč tim nedostacima, oni nisu izričito klasificirani kao pogreške u analizi jer je ispitivanje uključivalo samo nesreće pri padu. U skupini 3E provedena je Pareto-Lorenzova analiza. Ovo je istraživanje imalo cilj identificirati najznačajnije uzroke unutar svake skupine. U tablici 1. prikazana je klasifikacija uzroka prema zaposlenicima, opremi i čimbenicima okoline identificiranim u analiziranim nesrećama. To uključuje određivanje prioriteta uzroka unutar svake skupine, učestalost tih uzroka, odgovarajući postotak, kumulativni broj uzroka i postotak kumulativnih brojeva.



Slika 6. Vrijeme nesreća pri padu sa skele

Analiza skupa podataka otkrila je uzroke vezane uz zaposlenike, opremu i okolinu. Slike 7., 8. i 9. predstavljaju Pareto-Lorenzove dijagrame koji pokazuju učestalosti svakog identificiranog uzroka unutar 3E skupina. Uzroci su poredani silaznim redoslijedom pojavljivanja, a Lorenzova krivulja ilustrirala je kumulativni postotni udio tih uzroka. Ovo istraživanje je imalo cilj identificirati najspecifičnije uzroke u svakoj skupini. Pretpostavlja se da bi ključni uzroci bili oni prisutni u približno 80 % nesreća povezanih sa skelama.

Među proučavanim nesrećama na skelama identificiran je 101 uzrok zaposlenika. Uzroci identificirani točkastim područjima iznimno su važni za sprječavanje pada sa skele. Oni predstavljaju 83,16 % svih identificiranih zaposlenika, što rezultira s a, b, c i d u tablici 1. Slika 7. prikazuje rezultate identificiranih uzroka zaposlenika.

a: Većina padova sa skele uzrokovana je gubitkom ravnoteže. Zaposlenici na skelama mogu izgubiti ravnotežu zbog raznih čimbenika kao što su neravne površine, skliski uvjeti ili čak ljudska pogreška. Međutim, u izvješćima se ne navodi zašto su zaposlenici izgubili ravnotežu ili zašto je to možda nepoznato. Nedostatak odgovarajuće zaštite od pada - čak i ako konkretan razlog zbog kojeg zaposlenici gube ravnotežu nije uvijek naveden ili poznat, nedostatak ili neadekvatnost mjera zaštite od pada značajno povećava rizik od nesreća. Slično, Gurcanlı i Müngen [31] su u svojem istraživanju otkrili da je gubitak ravnoteže glavni uzrok nesreća na skelama tijekom rada na skelama.

Tablica 1. Uzroci nesreća na skelama prema učestalosti događanja

Uzroci nesreća na skelama					
Uzrok koji proizlazi iz zaposlenika	n	%	C-n*	C-n%**	
Izgubio ravnotežu i pao	50	49,50	50	49,50	a
Nesigurno ponašanje	15	14,85	65	64,35	b
Okliznuo se kad je zakoračio i pao	10	9,90	75	74,25	c
Medicinski događaji	9	8,91	84	83,16	d
Pomicanje mobilne skele dok je stajao na njoj i pao	5	4,95	89	88,11	e
Zakoračio unatrag	4	3,96	93	92,07	f
Rad u nepravilnom položaju	2	1,98	95	94,05	g
Pomaknuta skela i skela se prevrnula	2	1,98	97	96,03	h
Ruka mu je promašila - skliznula s prečke ljestava i pala	2	1,98	99	98,01	i
Zaposlenik je postao smeten	1	0,99	100	99,00	j
Udarilo je glavom	1	0,99	101	100	k
Ukupno	101				
Uzrok koji proizlazi iz opreme	n	%	C-n*	C-n%**	
Zakazao je nosač skele i skela se srušila	16	20,00	16	20,20	a1
Platforma skele-daska se slomila-propala-odvojila	14	17,50	30	37,50	b1
Skela se prevrnula	9	11,25	39	48,75	c1
Skela se srušila	7	8,75	46	57,50	d1
Pričvršćivanje skele za zid nije uspjelo/olabavilo se	6	7,50	52	65,00	e1
Otvor nastao nedostatkom daske — rupa	5	6,25	57	71,25	f1
Nesigurne skele: nema štitnika, otključani kotači i nema potpornih nosača	4	5,00	61	76,25	g1
Skela koja nije bila opremljena zaštitnom ogradom	3	3,75	64	80,00	h1
Bilo koji predmet zapeo je za kotač skele i povukao skelu kojoj kotači nisu bili blokirani	3	3,75	67	83,75	i1
Kotači na skeli su se otključali, skela se prevrnula	2	2,50	69	86,25	j1
Pomicanje na platformi skele zbog otključanih kotača	2	2,50	71	88,75	k1
Zaštitne ograde skele, kada su zaštitne ograde popustile	2	2,50	73	91,25	l1
Zaljuljala se viseća skela	2	2,50	75	93,75	m1
Rad sa pokretne skele	2	2,50	77	96,25	n1
Praznina na unutarnjem rubu skele	1	1,25	78	97,50	o1
Skela je skliznula u stranu	1	1,25	79	98,75	p1
Loše projektiranje skele	1	1,25	80	100	h2
Ukupno	80				
Uzrok koji proizlazi iz okoline	n	%	C-n*	C-n%**	
Zaposlenik pada sa skele zbog bilo kojeg predmeta koji pada ili udara u zaposlenika	13	46,42	13	46,42	a2
Ljestve postavljene na skeli	9	32,14	22	78,57	b2
Skliska površina	2	7,14	24	85,71	c2
Nestalo je struje, zaposlenik je pao	1	3,57	25	89,28	d2
Ekstremna temperatura	1	3,57	26	92,85	e2
Pretrpio strujni udar	1	3,57	27	96,42	f2
Motorno vozilo udarilo u skelu	1	3,57	28	100	g2
Ukupno	28				
Nema razloga, samo pao sa skele***	71				

*C-n: Kumulativni broj ** C-n %: Kumulativni broj %

*** Izvješća pokazuju da nije naveden nikakav konkretan razlog; incidenti su jednostavno zabilježeni kao padovi sa skela

b: Nesigurna ponašanja koja pridonose nesrećama pri padu prije svega su bila povezana sa "zauzimanjem nesigurnog držanja ili položaja". To uključuje radnje kao što su zakoraćenje na opasno tlo ili prekoračenje rukama tijekom obavljanja radnih zadataka. Ako zaposlenici nemaju kulturu sigurnosti, možda neće prihvatiti sigurno držanje ili položaj na skeli jer nisu zabrinuti za sigurnosna pitanja.

c: Treći važan čimbenik je poskliznuće zaposlenika pri hodanju i pad sa skele. Čimbenici poput nemogućnosti pravilnog koračanja

tijekom hodanja ili posrtanja tijekom hodanja povezani su sa stavom osobe, nepažnjom i umorom.

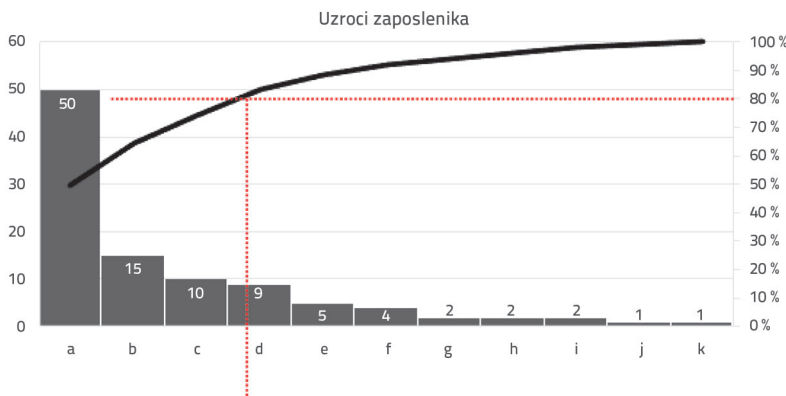
d: Rad na skeli i priprema za hitne slučajeve najvažniji su za osiguranje sigurnosti i dobrobiti zaposlenika. Slučajevi poput srčanog udara, vrtoglavice i toplinskog udara mogu biti posebno zabrinjavajući, posebno kada nisu poduzete mjere zaštite od pada.

a1, c1, d1: Kvar nosača skele kritičan je problem koji može ugroziti ukupnu stabilnost konstrukcije. Preopterećenje bilo

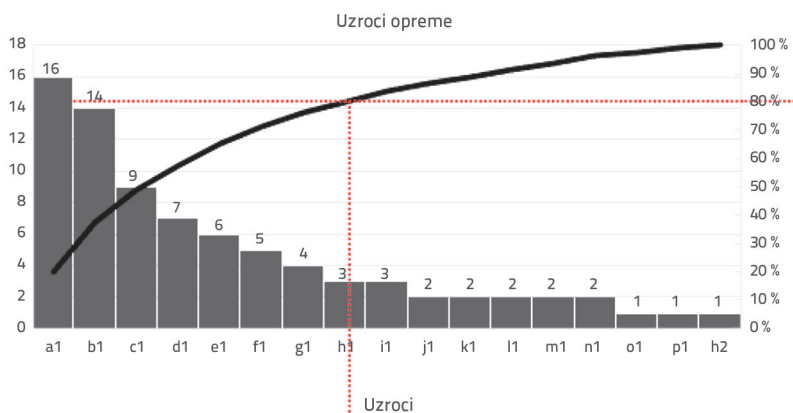
kojeg okomitog elementa, kao što su postolja i stope, uzrokuje oštećenje cijelog modula okomitog okvira ili skele. Sigurnost skele ovisi i o stanju usidrenja. Skela se može prevrnuti zbog nedostatka usidrenja [14]. Može doći do rušenja cijelog sustava skele zbog čimbenika kao što su neadekvatni materijali, loša izrada tijekom sastavljanja ili preopterećenja iznad specifičanog kapaciteta skele. Rušenje skele također se može dogoditi kada konstrukcija nije čvrsta zbog loših građevinskih materijala ili nedovoljnih inženjerskih razmatranja. U takvim slučajevima, skela možda neće moći izdržati težinu, što će rezultirati katastrofalnim kvarom. Stroge mjere kontrole kvalitete moraju se slijediti tijekom procesa izrade i montaže kako bi se osigurao strukturni integritet sustava skela. Nadalje, prevrtanje skele predstavlja značajan rizik, osobito kada nisu pravilno osigurane ili izložene vanjskim silama, poput jakih vjetrova [29]. Rezultati ovog istraživanja slažu se s nalazima Hamdana i Awanga [8], koji su pokazali da su rušenje skele ili popuštanje slomljene daske najčešće opasnosti na gradilištima koja uključuju skele.

b1: Postavljanje dasaka je važan dio skele jer drži privremeni teret. Mnoge nesreće na skelama uzrokovane su pogreškama u slaganju dasaka. Ako je daska skele nestabilna, nesigurna, u lošem stanju ili preopterećena, može lako skliznuti i slomiti se. Kako bi se izbjegle nezgode, ključno je koristiti odgovarajuće materijale i pažljivo pregledati daske [32].

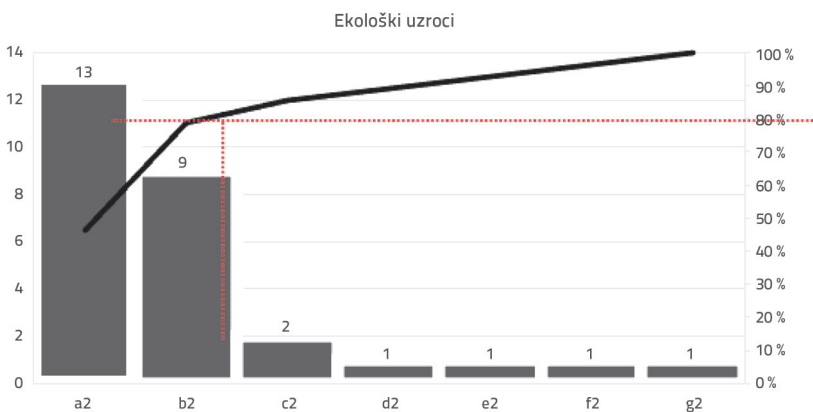
e1: Za pričvršćivanje fasadnih skela koriste se različite vrste spona. Najčešći način spajanja je pričvršćivanje skele na konstrukciju putem rupa izbušenih u strukturi pomoću elemenata kao što su elementi za vezivanje i zidne potporne šipke. Važna razmatranja kod ove



Slika 7. Pareto-Lorenz dijagram koji prikazuje identificirane uzroke zaposlenika



Slika 8. Pareto-Lorenz dijagram koji prikazuje identificirane uzroke opreme



Slika 9. Pareto-Lorenz dijagram koji prikazuje identificirane uzroke okoline

Tablica 2. Zadatak ili aktivnost koju obavlja zaposlenik u trenutku pada

Zadatak ili aktivnost koji se obavljaju u trenutku pada	Broj	[%]
Ličenje	23	8,67
Podizanje skele	20	7,54
Krovopokrivački radovi	20	7,54
Vanjsko zidanje	19	7,16
Silaženje sa skele	18	6,79
Penjanje na okvir skele / dohvaćanje skele bez ljestvi	15	5,66
Ugradnja zidanog bloka	14	5,28
Strop/akustični strop	13	4,90
Montaža-popravak suhozida	12	4,52
Demontaža skele	11	4,15
Radovi na olucima i postavljanju vanjskih obloga	9	3,39
Uklanjanje-nanošenje žbuke	8	3,01
Postavljanje dasaka-platформи na skelu	6	2,26
Zakoraćio/pristupio skeli	6	2,26
Ugradnja-uklanjanje izolacije	5	1,88
Čišćenje	5	1,88
Silaženje na platformu skele	5	1,88
Izvođenje radova održavanja i popravaka	5	1,88
Pokušaj uklanjanja-ugradnje grede /ugradnja nosača greda, greda	4	1,50
Izlijevanje betona s platforme	4	1,50
Ugradnja betonskih blokova	4	1,50
Postavljanje mobilne skele/vertikalne dizalice	3	1,13
Rad na elektroinstalaciji	3	1,13
Ugradnja opreme (HVAC i dr.)	3	1,13
Ugradnja prozora	2	0,75
Izvođenje mjerenja	2	0,75
Penjanje na produžne ljestve	2	0,75
Ugradnja dijelova visećih cerada	2	0,75
Istovar materijala na skelu	2	0,75
Premještanje daske po skeli	2	0,75
Silazak niz ljestve postavljene na skelu	2	0,75
Uklanjanje skele s oplata	2	0,75
Guranje pištolja za čavle o zid	2	0,75
Ostalo (ukupno 16 zasebnih radova/akcija)	16	0,37
Ukupno	265	
Nije dostupno	15	

vrste vezivanja su sljedeća: konstrukcije moraju biti dovoljno izdržljive za sidrenje i vezivanje sidra mora biti pravilno izvedeno [33]. Neuspješno učvršćivanje skele može uzrokovati njeno urušavanje, prevrtanje ili potresanje.

f1: Nedostatak daske ne samo da utječe na stabilnost skele, već i izlaže radnike riziku od spoticanja ili pada kroz otvor. Kako bi se smanjili ti rizici, ključno je provoditi redovite inspekcije kako bi se identificirale i riješile sve rupe u skelama.

g1: Skele predstavljaju značajnu sigurnosnu opasnost zbog nepostojanja štitnika na gornjoj platformi, nepostojanja zaključanih kotača, nekontroliranog kotrljanja i klizanja kotača i kritičnih sigurnosnih značajki potpornih nosača. Ova kombinacija nedostataka može ugroziti ukupnu stabilnost i sigurnost sustava skela.

h1: Zaštitne ograde su elementi koji izravno utječu na sigurnost radnika na skeli. Svrha zaštitne ograde je spriječiti ljude da

padnu izvan ruba platforme [13]. Slično ovom istraživanju, Hamdan i Awang [8] istaknuli su važnost zaštitne ograde u sprječavanju nezgoda na skelama. Kada nema zaštitnih ograda, radnici su izloženi znatno većem riziku od pada, što može dovesti do ozbiljnih ozljeda ili smrtnih slučajeva. Ovo naglašava važnost strogog pridržavanja sigurnosnih propisa i smjernica koje zahtijevaju upotrebu zaštitnih ograda i drugih sigurnosnih mjera za skele.

U skupini proučavanih nesreća na skelama identificirano je 28 uzroka okoline u nesrećama na skelama. Uzroci identificirani točkastim područjima iznimno su važni za sprječavanje pada sa skele. Oni predstavljaju 78,57 % svih identificiranih uzroka zaposlenika koji su a2, b2 u tablici 1. Iz slike 9. može se zaključiti da su identificirani uzroci iz okoline bili:

a2: Približno 46 % nesreća na skelama uzrokovanih čimbenicima okoline događa se kada su zaposlenici udareni predmetima ili opremom, uzrokujući njihov pad kao posljedicu udarca predmeta. Kritična točka ovdje je da zaposlenici nisu samo izloženi riziku od ozljeda od izravnog kontakta s predmetima koji padaju, već također riskiraju gubitak ravnoteže i pad s konstrukcije skele. Potrebno je provesti nekoliko preventivnih mjera kako bi se riješili dvostruki rizici s kojima se suočavaju radnici na skelama.

b2: Padovi s ljestvi, osobito kada se koriste uz skele, ističu sigurnosni problem u postavkama konstrukcije. Klizanje s ljestava uzrokovalo je nesreće u nekoliko prijavljenih slučajeva, a nesigurno postavljanje na vrhu skele povećava rizik. U incidentima su zabilježene ljestve koje su se urušile, iskliznule radnicima ili bile prevrnute. Ovi scenariji naglašavaju važnost strogih sigurnosnih protokola, kao što su pravilno postavljanje ljestava, sigurno sidrenje i redoviti pregled kada se koriste ljestve za skele. Prema OSHA-i, više od 100 ljudi umre svake godine od pada. Klizanje ljestvi (gornjih ili donjih), prekoračenje rukama, klizanje na gazištima, neispravna oprema i neodgovarajući izbor ljestvi za određeni zadatak pridonose padu s ljestava [34].

Podaci u izvješćima informiraju nas o različitim vrstama nezgoda kojima su sklone različite vrste rada na skelama. Tablica 2. prikazuje različite radnje ili aktivnosti povezane s ozljedama pri padu zabilježene u trenutku pada. Tri glavne aktivnosti ili radnje povezane s nesrećama na skelama koje uključuju padove s velikih visina bile su ličenje (8,21 %), izgradnja skele (7,14 %) i krovopokrivački radovi (7,14 %). Chan i sur. [35] podupiru nalaz da je ličenje odgovorno za veliki broj ozljeda od pada. Jedan od najtežih zadataka u građevinarstvu je izgradnja, montaža i demontaža skela. Prilikom podizanja i rastavljanja skela, posezanja i podizanja, potrebni su nezgrapni položaji (kao što je okretanje i držanje iznad glave i saginjanje) i upotreba sile (npr. kada se pričvršćuju poprečni nosači i oštećeni dijelovi). Rizik od pada s velike visine značajno se povećava zbog problema s nestabilnošću [36]. Nesreće na skelama, montaži i demontaži utvrđene su u 31 izvješću.

Krovopokrivači su osjetljivi na opasnosti povezane s padom zbog lomljivosti krovnih materijala i rukovanja teškim alatima ili opremom [15]. U ovom istraživanju 20 zaposlenika je palo sa skele dok su obavljali radove na krovu. Gurcanli i Mungen [31]

predstavili su analizu 1117 stručnih izvješća u građevinarstvu prema kojima su krovni radovi i ličenje/žbukanje na skelama odgovorni za 56 % odnosno 7,1 % svih smrtnih slučajeva.

Treba priznati ograničenja ovog istraživanja i razmotriti ih u budućim istraživanjima. Ovo se istraživanje temelji na ograničenom broju javnih izvješća o nesrećama na skelama o padovima na gradilištima. Međutim, brojni incidenti događaju se čak i kada radnici ne padnu sa skele. Buduća istraživanja mogla bi analizirati incidente na skelama uzimajući u obzir stvarne padove i skore slučajeve nesreća. Iako prikupljeni podaci nude sveobuhvatan pregled nesreća na skelama, neke informacije još uvijek mogu nedostajati.

4. Zaključak

Analiza prikupljenih podataka ključna je za razumijevanje vrsta opasnosti koje su uključene kada se koriste skele. Nadalje, analiza pomaže u određivanju čimbenika najvišeg ranga koji uzrokuje najviše ozljeda i smrti od nesreća na skelama na gradilištima. Baza podataka korištena u istraživanju sastojala se od informacija dobivenih iz arhiva izvješća o nesrećama OSHA-e i 280 nesreća na skelama u kojima je 290 ljudi poginulo ili bilo ozlijeđeno. To istraživanje klasificiralo je uzroke padova sa skela u nesrećama na radu u građevinskoj industriji u tri skupine: zaposlenici, oprema i okolina. Prema tome, 48,32 % od 209 uzroka odnosilo se na zaposlenike, 38,28 % na opremu, a 13,4 % na okoliš. Pareto–Lorentzovom metodom provedena je uzročno–posljedična analiza koja je otkrila čimbenici koji su najviše utjecali na nastanak nesreća.

Ovo istraživanje pokazuje da su gubitak ravnoteže, nesigurno ponašanje, klizanje kad zaposlenici hodaju i medicinski događaji klasificirani kao vrste opasnosti vezanih uz zaposlenike. Korištenje osobne zaštitne opreme (PPE), posebno sigurnosnih pojaseva i neovisnih užadi za spašavanje prije početka rada, pokazalo se kao kritična komponenta u ublažavanju rizika povezanih s identificiranim opasnostima koje uzrokuju zaposlenici. One djeluju kao preventivne mjere, stvarajući barijeru između zaposlenika i potencijalnih opasnosti te smanjuju vjerojatnost nesreća i ozljeda. Kako bi se poboljšala sigurnost na radnom mjestu, organizacije moraju dati prioritet pravilnom odabiru, obuci i dosljednoj upotrebi osobne zaštitne opreme (PPE).

Nesreće na skelama često su pod utjecajem kritičnih kvarova opreme, a svaki čimbenik značajno ugrožava sigurnost zaposlenika. Urušavanje skele zbog oštećivanja podupore velika je opasnost, što naglašava važnost robusnih potpornih struktura. Slično tome, lom, kvar i odvajanje platforme i daske povećavaju rizik unošenjem nestabilnosti na radnu površinu. Još jedna velika prijetnja je prevrtanje ili rušenje skele, do čega može doći zbog loše ravnoteže ili nejednake raspodjele težine. Neuspješno pričvršćivanje skele na zid dovodi do ugrožavanja sigurnosti jer svako popuštanje može dovesti do nestabilnosti i mogućeg urušavanja. Nedostatak daske koja ostavlja otvor ili rupu u konstrukciji skele izravna je opasnost koja radnike izlaže

riziku od nenamjernih padova i ozbiljnih ozljeda. Nesigurnost je pojačana čimbenicima kao što su nedostatak štitnika, otključani kotači i nedostatak potpornih nosača. Skela bez zaštitne ograde predstavlja rizik, posebno u situacijama kada su radnici izloženi velikim visinama. Rješavanje ovih problema povezanih s opremom ključno je za stvaranje sigurnog radnog okruženja na skelama, što zahtijeva provedbu sveobuhvatnih sigurnosnih mjera za učinkovito ublažavanje ovih potencijalnih opasnosti.

U slučaju čimbenika okoline, zaposlenik koji je pao sa skele zbog bilo kojeg predmeta koji je pao ili udario zaposlenika i ljestve postavljene na vrhu skele su dva najvažnija uzroka.

Ova otkrića izazivaju ozbiljnu zabrinutost oko sigurnosnih protokola na radnom mjestu, što zahtijeva temeljitu reviziju praksi postavljanja skela. Nalazi naglašavaju važnost rješavanja potencijalnih opasnosti povezanih s uporabom ljestava na

skelama i zagovaranja provedbe poboljšanih sigurnosnih mjera i praksi strateškog upravljanja. Prikupljeni podaci naglašavaju kritičnu potrebu za ciljanim sigurnosnim mjerama i poboljšanim protokolima, osobito u visokorizičnim aktivnostima kao što su ličenje, izgradnja skela i krovopokrivački radovi, kako bi se smanjila učestalost nesreća povezanih sa skelama. U skladu s tim, učestalost nesreća povezanih s padom pri radu na skelama može se značajno smanjiti prilagođavanjem sigurnosnih mjera složenosti svake visokorizične aktivnosti, primjenom strogih protokola i njegovanjem sigurnosne kulture, što rezultira sigurnijim radnim okruženjem za sve uključene dionike. Statistika ispitana u ovom istraživanju bila je ograničena na izvješća OSHA-e o nesrećama na izgradnji. Međutim, rezultati su korisni stručnjacima za sigurnost koji bi mogli usvojiti potrebne mjere za sprječavanje nesreća pada s visine u budućnosti.

LITERATURA

- [1] The Center for Construction Research and Training (CPWR), Fatal Injury Trends in the Construction Industry. <https://www.cpwrc.com/wp-content/uploads/DataBulletin>, 21.11.2023.
- [2] Wibowo, T., Sukaryawan I.M., Hatmoko J.U.D.: Identifying causal factors of accidents related to working at height: A case study of a construction company. Proceedings of the 2020 International Conference on Engineering and Information Technology for Sustainable Industry, pp.1-7, 2020.
- [3] Sawicki, M., Szóstak, M.: Quantitative assessment of the state of threat of working on construction scaffolding. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(2020)16, pp. 5773, <https://doi.org/10.3390/ijerph17165773>
- [4] Chan, A.P., Wong, F.K., Chan, D.W., Yam, M.C., Kwok, A.W., Lam, E.W., Cheung, E.: Work at height fatalities in the repair, maintenance, alteration, and addition works. Journal of Construction Engineering and Management, 134 (2008) 7, pp. 527-535, doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:7(527)
- [5] Dong, X.S., Largay, J.A., Choi, S.D., Wang, X., Cain, C.T., Romano, N.: Fatal falls and PFAS use in the construction industry: Findings from the NIOSH FACE reports. Accident Analysis & Prevention, 102 (2017), pp.136-143, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.02.028>
- [6] Hoła, A., Hoła, B., Szóstak, M.: Analysis of the causes and consequences of falls from scaffolding, using the Polish construction industry as an example. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, pp. 012050, 2017
- [7] Müngen, U.: The Major Types of Work Accidents in Our Construction Sector. Journal of Turkish Engineering News 469 (2011) 5, pp. 32-39.
- [8] Hamdan, N., Awang, H.: Safety Scaffolding in the Construction Site. Jurnal Teknologi, 75 (2015) 5, pp. 26-31, doi:10.11113/jt.v75.4956
- [9] Bureau of Labor Statistics, Injuries (BLS), Illnesses, and Fatalities <https://www.bls.gov/iif/fatal-injuries-tables.htm>, 01.11.2023.
- [10] OSHA-Occupational Safety and Health Administration <https://www.osha.gov/scaffolding#ref1>, 05.11. 2023.
- [11] Rubio-Romero, J.C., Carrillo-Castrillo, J.A., Gibb, A.: Prevention of Falls to a Lower Level: Evaluation of an Occupational Health and Safety Intervention Via Subsidies for the Replacement of Scaffolding. International Journal of Injury Control and Safety Promotion, 22 (2015) 1, 16-23, doi:10.1080/17457300.2013.838272
- [12] OSHA-Occupational Safety and Health Administration, safety professionals play a vital role in reducing scaffolding hazards and preventing accidents, <https://osha4you.com/scaffolding/safety-professionals-play-a-vital-role-in-reducing-scaffolding-hazards-and-preventing-accidents/>, 05.11.2023.
- [13] Pieńko, M., Robak, A., Błazik-Borowa, E., Szer, J.: Safety condition analysis of scaffolding on construction sites. International Journal of Civil Environmental Engineering, 12 (2018) 2, pp. 72-77, doi:10.1999/1307-6892/10008521
- [14] Błazik-Borowa, E., Geryło, R., Wielgos, P.: The Probability of a Scaffolding Failure on a Construction Site. Engineering Failure Analysis, 131 (2022), pp. 105864, <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105864>
- [15] Nadhim, E.A., Hon, C., Xia, B., Stewart, I., Fang, D.: Falls from heights in the construction industry: A critical review of the scientific literature. International Journal of Environmental Research and Public Health, 13 (2016) 7, 638. <https://doi.org/10.3390/ijerph13070638>.
- [16] Chen, H., Luo, X.: Severity prediction models of falling risk for workers at height. Procedia Engineering, 164 (2016), pp.439-445, doi:10.1016/j.proeng.2016.11.642
- [17] Goode, N., Salmon, P. M., Lenné, M.G., Finch, C.F.: Looking beyond people, equipment, and environment: Is a systems theory model of accident causation required to understand injuries and near-misses during outdoor activities?. Procedia Manufacturing, 3 (2015), pp.1125-1131, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.188>
- [18] OSHA-Occupational Safety and Health Administration, https://www.osha.gov/ords/imis/AccidentSearch.search?acc_keyword=%22Scaffold%22&keyword_list=on, 20.11.2023.

- [19] Nowobilski, T., Hoła, B.: Methodology based on causes of accidents for casting the effects of falls from scaffoldings using the construction industry in Poland as an example. *Safety Science*, 157 (2023), pp. 105945, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105945>
- [20] Midor, K.: An analysis of the causes of product defects using quality management tools. *Management Systems in Production Engineering*, 4 (2014) 16, pp. 162-167, <https://doi.org/10.12914/MSPE-04-04-2014>
- [21] Dunford, R., Su, Q., Tamang, E.: The Pareto Principle, The Plymouth Student Scientist, 7 (2014) 2, pp. 140-148,
- [22] Akboğa, Ö., Baradan, S.: An Examination of the Characteristics of Fatal Work Accidents in the Construction Sector: Izmir Field Study, 5th Occupational Health and Safety Symposium Izmir, (2015), pp. 215-224.
- [23] López, M.A.C., Ritzel, D.O., Fontaneda, I., Alcantara, O.J.G.: Construction Industry Accidents in Spain. *Journal of Safety Research*, 39 (2008) 5, pp. 497-507, <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2008.07.006>
- [24] Hoła, B., Szóstak, M.: An Occupational Profile of People Injured in Accidents at Work in the Polish Construction Industry. *Procedia Engineering*, 208 (2017), pp. 43-51, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.019>
- [25] Wong, F.K.W., Chan, A.P.C., Yam, M.C.H., Wong, E., Tse, K., Yip, K.: "A study of the construction industry in Hong Kong- Accidents related to fall of person from height". Research Monograph, Department of Building and Real Estate, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, 2005.
- [26] Arquillos, A.L., Romero, J.C.R., Gibb, A.: Analysis of Construction Accidents in Spain, 2003-2008. *Journal of Safety Research*, 43(2012) 5-6, pp. 381-388, doi:10.1016/j.jsr.2012.07.005
- [27] Sawicki, M., Szóstak, M.: Analysis of the Dependence Between the Number of Accidents at Workplaces That Involve Scaffolding and Changes in Work Efficiency. *MATEC Web of Conferences*, pp. 04014, 2018.
- [28] Chi, C.F., Lin, S.Z., Dewi, R.S.: Graphical Fault Tree Analysis for Fatal Falls in the Construction Industry. *Accident Analysis & Prevention*, 72 (2014), pp.359-369, doi:10.1016/j.aap.2014.07.019
- [29] Webster, T.: *Workplace Falls. Compensation and Working Conditions*, 28-38, 2000
- [30] Dağlı, B., Serinken, M.: Occupational Injuries Admitted to the Emergency Department. *Eurasian Journal of Emergency Medicine*, (2012) 11, pp 167-170. doi:10.5152/jaem.2012.003
- [31] Gürcanlı, G.E., Müngen, U.: Analysis of construction accidents in Türkiye and responsible parties. *Industrial health*, 51 (2013) 6, pp. 581-595, <https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0139>
- [32] Abas, N.H., Noridan, M.R., Rahmat, M.H., Abas, N.A., Ibrahim, N.Q.: Causes of accidents involving scaffolding at construction sites. *Journal of Technology Management and Business*, 7 (2020) 1, pp. 75-86, doi:10.30880/jtmb.2020.07.08.007
- [33] İSGGM-Directorate General of Occupational Health and Safety, Occupational health and safety in facade scaffoldings, https://guvenliinisaat.csgb.gov.tr/media/aqzjf03c/cephe_iskeleleri.pdf, 10.11.2023.
- [34] OSHA-Occupational Safety and Health Administration, Directorate of Training and Education. Construction Focus Four: Fall Hazards https://www.osha.gov/sites/default/files/falls_ig.pdf, 20.11.2023.
- [35] Chan, P.C., Wong, F.K.W., Yam, C.H.M., Chan, W.M., Kwok, W.K.A., Chan, H.W.E., Cheung, E.: Construction safety involving working at height for residential building repair and maintenance: Final report of the CII-HK Research Project, [https://ira.lib.polyu.edu.hk/bitstream/10397/2354/1/Construction %20Safety %20Involving %20Working-Full %20Report.pdf](https://ira.lib.polyu.edu.hk/bitstream/10397/2354/1/Construction%20Safety%20Involving%20Working-Full%20Report.pdf), 01.11.2023.
- [36] Yuan, L., Buvens M.: Ergonomic evaluation of scaffold building. *Procedia Manufacturing*, 3 (2015), pp. 4338-4341, doi:10.1016/j.promfg.2015.07.427