Oblikovanje rada u industrijskom alpinizmu

Marijić, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:920548

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Luka Marijić

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr.sc. Zoran Kunica, dipl.ing.

Student:

Luka Marijić

Zagreb, 2019.

ZADATAK

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Luka Marijić** Mat. br.: 0035196888

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Oblikovanje rada u industrijskom alpinizmu**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Design of Work in Industrial Alpinism**

Opis zadatka:

Industrijski je alpinizam djelatnost u kojoj ljudi obavljaju radove na velikim visinama. S obzirom na angažman ljudi u sigurnosno zahtjevnom radnom okružju i namjeru povećanja učinkovitosti rada, nameće se potreba za snimanjem i analiziranjem radnog procesa te razmatranjem mogućnosti njegovog unapređenja.

U radu je potrebno:
1. Opisati djelatnost – industrijski alpinizam, te obrazložiti njezinu važnost.
2. Navesti područja i značajke primjene s trenutačnim stanjem u vezi načina i pravila izvedbe procesa (značajke procesa: predmeti rada i potrebne radnje u procesu; opasnosti; medicinski aspekti; norme; stupanj definiranosti procesa; oprema i tehnika...).
3. Detaljno opisati odabrani realni proces u industrijskom alpinizmu te ga kritički sagledati i navesti mogućnosti poboljšanja procesa (naprimjer: u vezi planiranja procesa, računalnog oblikovanja rada ili pak razvoja opreme).
4. Koncipirati odabrano unapređenje procesa iz točke 3.

Redovito se konzultirati s mentorom i Damirom Belićem, mag.ing. mech.

Zadatak zadan:
29. studenog 2018.

Rok predaje rada:
1. rok: 22. veljače 2019.
2. rok (izvanredni): 28. lipnja 2019.
3. rok: 20. rujna 2019.

Predviđeni datumi obrane:
1. rok: 25.2. - 1.3. 2019.
2. rok (izvanredni): 2.7. 2019.
3. rok: 23.9. - 27.9. 2019.

Zadatak zadao:

Prof. dr.sc. Zoran Kunica

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Branko Bauer

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem mentoru prof. dr.sc. Zoranu Kunici i mag.ing. Damiru Beliću na smjernicama i savjetima pruženim tijekom izrade rada.

Zagreb, 20. rujna 2019.

Luka Marijić

SAŽETAK

Industrijski alpinizam je djelatnost razvijena iz planinskog alpinizma i speleologije gdje se, pomoću užadi i osobne zaštitne opreme, može pristupiti visinski nepristupačnim mjestima u svrhu obavljanja nekog posla.

U radu je opisana navedena djelatnost što uključuje opremu, tehnike, pravila i postupke, opasnosti i druge značajke koje definiraju i oblikuju proces rada.

Kao predstavnik djelatnosti u urbanom sektoru, analiziran je proces pranja staklenih fasada. Opisan je redoslijed i način izvođenja operacija, predložen je proračun vremena te je koncipirano unaprjeđenje u obliku računalnog alata za planiranje vremena kojim se pokušava taj vremenski varijabilan i nepredvidiv proces, na jednostavan i pristupačan način, smjestiti u odgovarajuće vremenske granice.

Ključne riječi:

industrijski alpinizam, oblikovanje rada, planiranje procesa

SUMMARY

Industrial alpinism is an activity developed from mountain alpinism and caving, where ropes and personal protective equipment is used to access inaccessible places for the purpose of performing work.

This bachelor thesis describes mentioned activity including equipment, techniques, rules and procedures, hazards and other attributes that define and form the work process.

Process of glass facades cleaning is analysed as it is widely performed in urban areas. The sequence and way of performing operations are described, the time calculation method is provided, and an improvement is proposed in the form of a computerized time planning tool that attempts to place this time-varying and unpredictable process in an quick and easy way within the appropriate time limits.

Key words:

industrial alpinism, work planning, process planning

SADRŽAJ

ZADATAK ..... **I**
IZJAVA ..... **II**
SAŽETAK ..... **III**
SUMMARY ..... **IV**
POPIS OZNAKA ..... **VII**
POPIS SLIKA ..... **VIII**
POPIS TABLICA ..... **X**
1. UVOD **1**
2. OPIS DJELATNOSTI **3**
2.1. RAZVOJ DJELATNOSTI 5
2.2. OPREMA 7
2.3. PRAVILA I PRINCIPI 14
2.3.1. Princip dvostruke zaštite 14
2.3.2. Timski rad 15
2.3.3. Planiranje i svijest 16
2.3.4. Sigurnost za sve sudionike 16
2.4. PODRUČJA PRIMJENE 16
2.5. IZVOĐENJE RADOVA 18
2.5.1. Procjena rizika 18
2.5.2. Sidrenje 19
2.5.3. Kretanje po užetu 21
2.5.4. Rad na užetu 22
3. ZNAČAJKE INDUSTRIJSKOG ALPINIZMA **23**
3.1. OPASNOSTI 23
3.1.1. Opasnosti za radnika 23
3.1.2. Opasnosti za okolinu 24
3.2. UTJECAJ NA ZDRAVLJE 25

3.3. NORMIRANOST PROCESA 26

3.4. TRENUTNO STANJE TEHNIKE 27

4. DETALJNA RAZRADA ODABRANOG PROCESA – PRANJE STAKLENIH FASADA 29

4.1. PRANJE STAKLA 30

4.2. TEHNIKA PRANJA SA UŽETA 31

4.3. VRIJEME I PRORAČUN TRAJANJA POSLA 32

4.3.1. Raščlamba procesa 33

4.3.2. Planiranje vremena 34

4.4. KALKULATOR VREMENA 37

5. ZAKLJUČAK 40

6. LITERATURA 42

POPIS OZNAKA

Oznaka	Mjerna jedinica	Opis
b	m	širina prozora
b_G	m	granična širina para stupaca prozora
b_P	m	širina para stupaca prozora
H	m	visina zgrade
h	m	visina prozora
k		broj stupaca prozora pranih jednim spuštanjem
m	s	najvjerojatnije vrijeme
n		broj prozora u stupcu
q		broj tipova prozora u stupcu
R_B	s	rukovanje brisačem
R_K	s	rukovanje krpom
R_P	s	rukovanje peračem
R_S	s	rukovanje spuštalicom
R_z	s	rukovanje žiletom
t_e	s	očekivano trajanje aktivnosti
t_o	s	optimistično vrijeme
T_P	min	vrijeme penjanja
t_p	s	pesimistično vrijeme
T_{PR}	min	vrijeme presidravanja
Z_B	s/m^2	učinak sušenja
Z_K	s/m	učinak brisanja krpom
Z_P	s/m^2	učinak pranja
Z_S	m/s	brzina spuštanja
Z_Z	s/m^2	učinak žiletiranja

POPIS SLIKA

Slika 1. Industrijski alpinist na radnom mjestu 2
Slika 2. Industrijski alpinizam [5] 3
Slika 3. Ograničavanje pristupa [5] 4
Slika 4. Radno pozicioniranje [5] 4
Slika 5. Zaustavljanje pada [5] 5
Slika 6. Rad na visini početkom 20. stoljeća [2] 5
Slika 7. Industrial Rope Access Trade Association [4] 6
Slika 8. Uže Kernmantel [16] 7
Slika 9. Pojas [14] 8
Slika 10. Kaciga [14] 8
Slika 11. Karabineri [14] 9
Slika 12. Spuštalica [14] 9
Slika 13. Penjalica: lijevo – ručna, desno – prsna [14] 10
Slika 14. Uređaj za zaustavljanje pada [14] 11
Slika 15. Sidrišta 11
Slika 16. Koloture [14] 12
Slika 17. Pupkovina [17] 12
Slika 18. Sjedalica [14] 13
Slika 19. Redundantnost sustava za pristup užetom 15
Slika 20. Nosivost sidrišta [1] 20
Slika 21. Sile na sidrišta [1] 20
Slika 22. Ozljede [8] 25
Slika 23. Zastarjeli par sprava: lijevo – spuštalica, desno – *back up* [14] 28
Slika 24. Pranje staklenih fasada 29
Slika 25. Očišćeni prozor 30

Slika 26. Set alata Unger za pranje stakla 31
Slika 27. Radnici u ovjesu 32
Slika 28. Beta razdioba [15] 35
Slika 29. Kalkulator pranja staklenih fasada 38
Slika 30. Parametri procesa pranja 39

POPIS TABLICA

Tablica 1. Matrica rizika 19

1. UVOD

Prema pravilniku o poslovima s posebnim uvjetima rada (Narodne novine 5/1984, članak 3., točka 17), radom na visini smatra se svako radno mjesto na visini većoj od 3 metra [6]. To u današnjoj industriji, gdje veličina ne predstavlja problem, obuhvaća znatan obujam poslova. Pri izvođenju takvih poslova, ljudi se dovode u neposrednu opasnost od pada s visine. Iako postoji trend smanjenja ozljeda na radu nastalih padom s visine, to je još uvijek najčešći uzrok nezgoda sa smrtnim ishodom na radnom mjestu.

U nastojanju što lakšeg, bržeg i jeftinijeg pristupa radnome mjestu na visini, industrija se, između ostalog, poslužila alpinističkim i speleološkim tehnikama zbog njihove prikladnosti, jednostavnosti i pristupačnosti primjene. Postupnom prilagodbom na industrijske uvijete, užad i karabineri su se sa stijena i spilja preselili na građevine, brane i vjetrenjače dajući izvrsne rezultate.

Industrijski alpinizam, ili kraće pristup užetom, u uvjetima velikih visina (Slika 1.) daleko je najjeftiniji i najbrži način pristupa radnom mjestu na visini i kao takav je zanimljiv za promatranje i potencijalno unapređivanje. Naime, industrijski alpinizam spada među mnogobrojne djelatnosti koje se u velikoj mjeri zasnivaju na ljudskom tjelesnom radu, a koje još uvijek nisu dovoljno normirane.

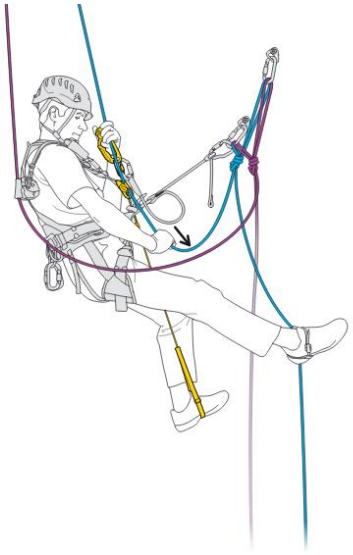
Cilj ovoga rada je unaprjeđenje planiranja vremena u poslovima pranja staklenih fasada koji su vrlo zastupljeni u industrijskom alpinizmu.



Slika 1. Industrijski alpinist na radnom mjestu

2. OPIS DJELATNOSTI

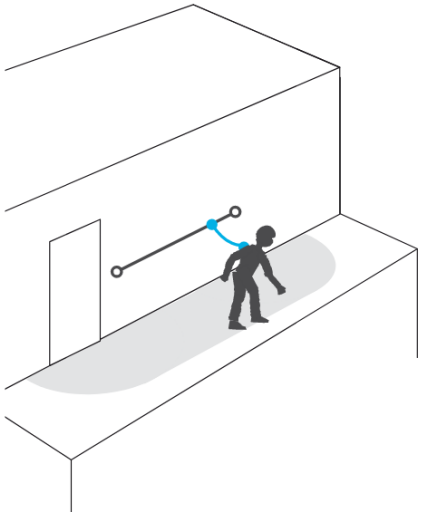
Industrijski alpinizam ili pristup užetom, spada u skupinu radova na visini s upotrebom osobne zaštitne opreme. To je metoda korištenja užadi, u kombinaciji s ostalom opremom, gdje osoba spuštajući se ili penjući po užetu kontrolirano pristupa radnome mjestu i predmetu rada [1], obavlja rad na siguran način te kontrolirano napušta radno mjesto sve do trenutka kada više ne postoji opasnost od pada.



Slika 2. Industrijski alpinizam [5]

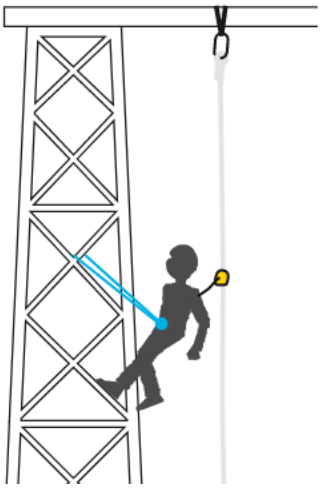
Osim pristupa užetom, u kategoriju radova na visini s upotrebom osobne zaštitne opreme spadaju još: ograničavanje pristupa, radno pozicioniranje i zaustavljanje pada koji su obuhvaćeni tehnikom rada pristup užetom te se tijekom obavljanja poslova industrijski alpinist često susreće s elementima tih tehnika te ih mora poznavati.

Ograničavanje pristupa je tehnika gdje se radniku sredstvima osobne zaštitne opreme onemogućuje pristup zonama gdje postoji opasnost od pada s visine [1].



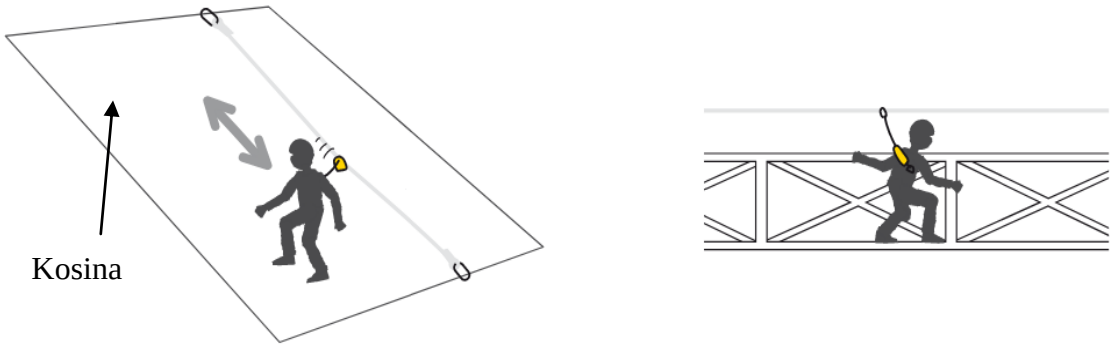
Slika 3. Ograničavanje pristupa [5]

Radno pozicioniranje je tehnika koja vezivanjem za strukturu na kojoj se posao obavlja radniku pomaže uspostaviti sigurno uporište za vrijeme rada.



Slika 4. Radno pozicioniranje [5]

Zaustavljanje pada primjenjuje se tamo gdje postoji opasnost da, ako osoba izgubi kontrolirani fizički kontakt s podlogom ili strukturom, nastane pad opasan po zdravlje. Zadatak te metode rada je ograničiti udarnu silu [3] na prihvatljive vrijednosti (4 do 8 kN ovisno o regulativi). [1]



Slika 5. Zaustavljanje pada [5]

2.1. RAZVOJ DJELATNOSTI

Krajem 19. stoljeća, razvojem čelika i čeličnih konstrukcija, prosječna visina građevina je naglo počela rasti te razvojem novih materijala i tehnologija u građevinarstvu polagano raste i dalje. Taj trend imao je za posljedicu povećanje broja radnih mjesta na velikim visinama. Pioniri u tome poslu nastavili su raditi kako se radilo do tada: bez ikakve zaštitne opreme, oslanjajući se na svoju vještinu i ravnotežu.



Slika 6. Rad na visini početkom 20. stoljeća [2]

Kako su zgrade postajale više, te razvojem naftnih platformi, rad u tada već surovim uvjetima postao je još problematičniji ili u nekim slučajevima nemoguć. Skele i kranovi s košarama za radnike su zbog većih visina postajali preskupi i došlo je do potrebe za novim rješenjima za visinske radove [2].

Pristup užetom kakvog ga se danas poznaje počeo je u ranim osamdesetim godinama 20-og stoljeća, kao hibrid speleoloških tehnika. Brzo se pokazao kao jeftino i sigurno rješenje i kao takvo ubrzo postalo prvi izbor na do tada nepristupačnim radnim mjestima [2]. Tada, u povojima industrijskog alpinizma, tom profesijom su se najčešće bavili ljudi s alpinističkom pozadinom koji su svoje vještine primijenili u industrijske svrhe. Nedostatak toga bio je što alpinista nije bilo dovoljno da zadovolje potražnju i to što ti ljudi često nisu imali znanja i vještine za obavljanje određenih poslova. Osim toga, planinski alpinizam nije bio prilagođen novim uvjetima i poteškoćama koji su se pojavljivali u urbanom i industrijskom okruženju.

Pojavljuje se i potreba za standardizacijom industrijskog alpinizma čime bi se izbrisala do tada izražena poveznica s planinskim alpinizmom i omogućilo širem krugu ljudi da svoja znanja i vještine primijene na radnim mjestima na visini.

Tako se 1987. godine, od strane nekoliko velikih kompanija sa svrhom rješavanja specifičnih zadataka na naftnim platformama, u Ujedinjenom Kraljevstvu osniva *Industrial Rope Access Trade Association* (IRATA International). Radne tehnike razvijene za naftne platforme bile su revolucionarne te su se pokazale primjenjivima u drugim sektorima te su brzo zamijenile tradicionalne tehnike. IRATA International danas je globalno najpriznatija asocijacija i tehnike koje su razvili danas se standardno, uz minimalne devijacije, primjenjuju diljem svijeta u svim asocijacijama.

Slika 7. Industrial Rope Access Trade Association [4]

Uz IRATA International postoje još: američki SPRAT, španjolska ANTEVA, njemački FISAT, francuski SFETH, norveški SOFT i drugi koji su nastali dosta kasnije po uzoru na IRATA-u i obično su aktualni samo u zemljama iz kojih potječu.

2.2. OPREMA

Cilj rada na užetu je sigurno i brzo obavljanje poslova na teško dostupnim mjestima, a poznavanje i pravilno korištenje osobne zaštitne opreme je ključno u ostvarivanju toga cilja [1].

Osobnu zaštitnu opremu za pristup užetom čine, kako slijedi.

Užad

Za pristup užetom koristi se kernmantel (njem. *kern* – jezgra, mantel – košuljica) tip užeta gdje je jezgra nosivi element, dok košuljica ima ulogu zaštite jezgre i interakcije sa spravama. Užad za pristup najčešće je od poliamida ili poliestera. Rjeđe, za posebne primjene kao što je otpornost na kemikalije ili povišenu temperaturu, koristi se užad od polietilena, polipropilena i aramidnih vlakana [1]. Uže je najčešće statičko što podrazumijeva malo rastezanje pri opterećenju užeta. To pomaže kontroliranom penjanju i spuštanju te se oscilacije uslijed kretanja radnika nakon što pristupi radnome mjestu smanjuju što znatno olakšava izvedbu posla. Dinamičko uže je elastičnije i koristi se tamo gdje se očekuju veća dinamička opterećenja kako bi se smanjila udarna sila na radnika. Promjer užadi kreće se oko preporučenih 11 mm, s nosivosti između 18 i 35 kN. Vrlo je važno da su sprave koje dolaze u kontakt s užetom kompatibilne s njegovim promjerom kako bi ispravno funkcionirale.



Slika 8. Uže Kernmantel [16]

Pojas

Oblikovan je tako da ergonomski obujmi čovjeka i dodijeli mu nekoliko točaka u kojima se može povezati s ostatkom sustava za pristup užetom. Obično su to: donja prednja, gornja prednja, gornja stražnja te dvije bočne točke sve u obliku metalnih prstena velike nosivosti.



Slika 9. Pojas [14]

Kaciga

Mora biti u skladu sa standardima zbog specifičnih zahtjeva koji se nameću pri radu. Između ostalog to podrazumijeva dobru zaštitu kod bočnih udaraca i čvrsto remenje koje se veže ispod brade.



Slika 10. Kaciga [14]

Karabineri i sponke

Služe za povezivanje različitih elemenata sustava u cjelinu. Izrađeni su od čelika ili aluminija i moraju imati mehanizam za zaključavanje kako bi se izbjeglo nenamjerno otvaranje vrata karabinera čime se drastično smanjuje njegova nosivost i nastaje opasnost od prekida veze između elemenata sustava.



Slika 11. Karabineri [14]

Spuštalica

Sprava koja omogućuje kontrolirano spuštanje regulacijom trenja između užeta i mehanizma sprave. Često se naziva i „glavna sprava“ ili samo „sprava“ jer je spuštalica sprava na koju je radnik ovješen gotovo sve vrijeme provedeno u ovjesu. Sprava je spojena na donji prednji prsten na pojasu.



Slika 12. Spuštalica [14]

Penjalice

Sprave koje pomoću trenja ili posebno oblikovanih zubaca omogućuju prolaz užeta samo u jednom smjeru što između ostalog omogućuje penjanje po užetu. Postoje razne vrste penjalica, a najčešće korištene su ručna i prsna koje su dio standardne opreme.



Slika 13. Penjalica: lijevo – ručna, desno – prsna [14]

Uređaj za zaustavljanje pada

Takozvani *back up* služi kao osiguranje od pada u slučaju zakazivanja svih drugih veza s užetom. Njegovoj aktivaciji prethodi gubitak kontrole ili prekid veze radnika s primarnim dijelom sustava za pristup užetom i to gotovo uvijek za posljedicu ima veliku udarnu silu na radnika. Zbog toga, ukoliko se uređaj postavlja na statičko uže, potrebno ga je upariti s odgovarajućim apsorberom energije najčešće u vidu preklopljene gurtne ušivene šavovima koji postepeno pucaju pri trzaju i smanjuju iznos deceleracije radnika, a time i udarnu silu. Jedan kraj apsorbera spaja je na uređaj za zaustavljanje pada a drugi na gornju prednju točku na pojasu.



Slika 14. Uređaj za zaustavljanje pada [14]

Sidra

Veza između okoline i sustava za pristup užetom. Dolazi u obliku sidrenih pločica, gurtni, sajli ili drugih naprava. Samo uže često nije primjereno za tu namjenu zbog povećanih zahtjeva na otpornost na abraziju ili povišenu temperaturu koja je česta u dodiru s okolinom.



Slika 15. Sidrišta

Koloture

Koriste se kao pomoć kod promjene smjera užeta, za dizanje teških tereta, ili kretanje po horizontalnoj liniji. Moraju biti u skladu sa standardima zbog posebnih zahtjeva za sigurnost i kompatibilnost s ostatkom sustava.



Slika 16. Koloture [14]

Pupkovina

Kratko sigurnosno uže koje standardno dolazi u paru i na krajevima ima neku vrstu konektora s osiguranjem protiv otvaranja. Veže se na donji prednji prsten.



Slika 17. Pupkovina [17]

Sjedalica

Radnik se vrlo često nalazi u ovjesu od pola sata do čak nekoliko sati, dok je sam pojas do neke mjere udoban tek vrlo kratko vrijeme. Radna sjedalica mora preuzeti svu težinu radnika dok primarna veza između sustava i pojasa mora ostati očuvana. Radnik ne smije sjediti u „visećoj stolici“ iz koje bi mogao ispasti.



Slika 18. Sjedalica [14]

Prema IRATA-i sva oprema mora imati faktor sigurnosti 2,5. To znači da ako je maksimalna dopuštena sila na radnika 6 kN da svaki element opreme mora imati nosivost od najmanje 15 kN.

Inspekcija opreme

Zbog visokih zahtjeva za sigurnost, vrlo je bitno da je sva oprema potpuno ispravna i u dobrom stanju. Zbog istog razloga, oprema je često skupa i puno pažnje se posvećuje njenom čuvanju i održavanju.

Kratka vizualna i taktilna provjera ispravnosti opreme bi se trebala vršiti prije početka svakog radnog dana. Detaljna inspekcija trebala bi se povoditi u intervalima ne dužima od 6 mjeseci gdje se detaljno pregledava svaki element tražeći znakove starosti ili potrošenosti. Ako sustav pretrpi pad ili neka druga neočekivano velika opterećenja potrebno je opet napraviti detaljnu inspekciju kako bi se utvrdilo je li oprema ostala neoštećena.

Metalni elementi kao što su karabineri, penjalice, spuštalice, su uglavnom napravljeni od čelika ili aluminija. Potrebno je provjeriti je li element ispravno funkcionira tj. provjeriti ispravnost mehanizma ako ga element posjeduje. To su vrata karabinera s pripadajućim sustavom zaključavanja, pokretni dijelovi i opruge spuštalica ili penjalica i slično. Osim toga na samom metalu treba tražiti pukotine, ekstenzivnu koroziju ili nagriženost kemikalijama,

potrošenost, deformaciju, neovlaštene preinake. Postoji li i najmanja sumnja da je element neispravan potrebno ga je odbaciti.

Tekstilni elementi kao što su užad, gurtne, trake i pojas najčešće su napravljeni od poliamida ili poliestera i trebali bi se pregledavati s posebnom pažnjom jer su podložni raznim oštećenjima koje nije uvijek lako primijetiti [1]. Prvo je potrebno potražiti očita oštećenja kao što su posjekotine, abrazija, napuknuti šavovi, nabubrenja i slično. Poliamid i poliester su podložni starenju pa je potrebno provjeriti jeli proizvod unutar roka trajanja koji propisuje proizvođač. Treba uzeti u obzir da izloženost UV svijetlu i dinamičko opterećivanje znatno ubrzavaju starenje. Isto tako, tekstil je podložan kemijskom zagađenju, koje više ili manje degradira materijal te se nakon kontakta s određenim kemikalijama element odbacuje iako nema vanjskih naznaka oštećenja. Kod užadi se osim vanjskih oštećenja mora ispitati i stanje jezgre. Jezgra je nosivi element užeta i potencijalno se oštećuje ili puca bez pucanja košuljice. Potrebno je cijelu dužinu užeta ispitati savijanjem tražeći mjesto na kojem je jezgra slomljena, tražiti vanjske indikacije kao što je nabubrenje i obraćati pažnju na neobične pojave. Početak pucanja jezgre užeta često se može osjetiti kao varijacija trenja prilikom prolaska užeta kroz spuštalicu prilikom spuštanja.

Svaki odbačeni element potrebno je ili vidljivo označiti ili uništiti kako bi se spriječilo nenamjerno ili neovlašteno korištenje.

2.3. PRAVILA I PRINCIPI

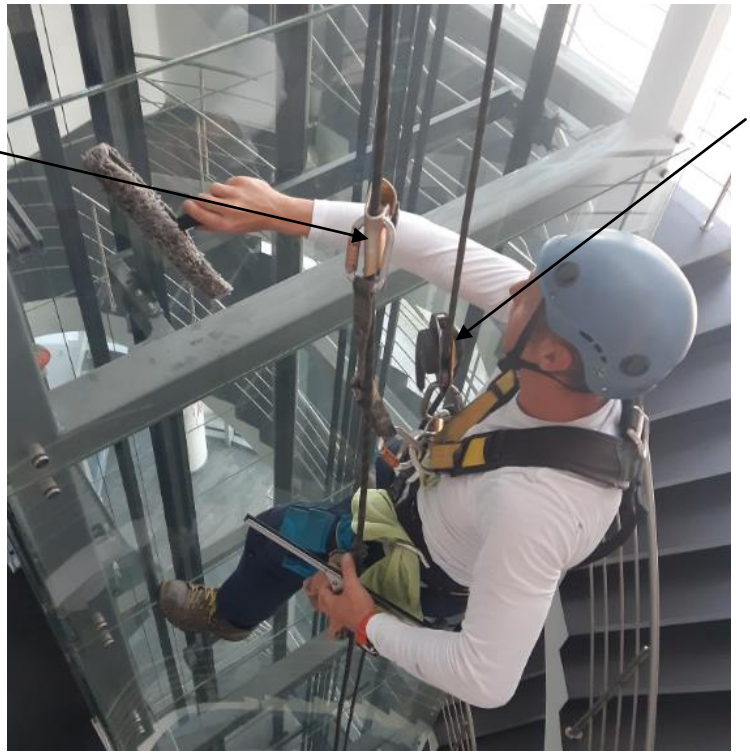
IRATA International code of practice for industrial rope access [1] jest kodeks dobre prakse koji objedinjuje pravila, principe, tehnike i postupke u jednom dokumentu. Rezultat je dugogodišnjeg iskustva priznatih kompanija u suradnji s raznim zdravstvenim i sigurnosnim organizacijama i konstantno se unapređuje kako se djelatnost razvija.

2.3.1. Princip dvostruke zaštite

Od primarne je važnosti redundantnost sustava za pristup užetom. To znači da je radnik u svakom trenutku vezan za najmanje dva posve odvojena sistema za pristup tj. da je: privezan na dva različita sidrišta, od kojih se pružaju dva užeta, koji su preko sprava za penjanje ili

spuštanje i uređaja za zaustavljanje pada povezani na dvije različite (iako ne nužno, ali je dobra praksa) točke na pojasu. Time se osigurava da ako zataji bilo koja karika u lancu jednoga sistema, a što je u praksi iznimno rijetko zbog visokih zahtjeva na sigurnost, postoji drugi lanac jednake nosivosti koji bi trebao spriječiti pad radnika.

Radnik za penjanje i spuštanje koristi samo aktivni sistem dok je na pasivni sistem vezan samo preko uređaja za zaustavljanje pada i on je neopterećen sve dok ne nastane potreba za zaustavljanjem pada.



Slika 19. Redundantnost sustava za pristup užetom

2.3.2. Timski rad

Posao na užetu može izvoditi minimalno dvije osobe. U slučaju nezgode, ukoliko radnik ostane u ovjesu, hitnim službama je vrlo teško ili čak nemoguće pristupiti pružanju pomoći. Stoga je bitno da svi radnici poznaju tehnike spašavanja kojima radnoga kolegu mogu dovesti do pristupačnijeg mjesta.

Dobra je praksa da se prije ovješenja provodi i takozvani *buddy check* tj. uzajamna provjera radnih kolega kako bi se dodatno osiguralo da je sustav za pristup ispravno postavljen.

Vrlo je bitan i dobar sustav komunikacije. Gdje vizualni kontakt nije ostvaren, potrebno je radio vezom ili nekom drugom tehnologijom omogućiti kontakt između radnika ili postaviti treću osobu koja će nadzirati radnike.

2.3.3. Planiranje i svijest

Postoji izreka među radnicima da je rutina najgori neprijatelj u industrijskom alpinizmu. To je u velikoj mjeri istina jer se nezgode gotovo uvijek mogu izbjeći pravovremenim planiranjem i pažnjom. Svakome poslu treba pristupiti kao novome problemu i iznova sagledati sve aspekte sigurnosti neovisno o tome koliko oni možda bili ponovljivi.

2.3.4. Sigurnost za sve sudionike

Pristup užetom često se izvodi u urbanim područjima gdje se u opasnost osim radnika dovode prolaznici ili stanovnici i korisnici objekta na kojemu se radovi izvode. Vrlo je važno da se na prvo mjesto stavi sigurnost svih koji na bilo koji način sudjeluju u izvođenju radova.

Kod planiranja je potrebno postaviti sigurnosne zone kako bi se spriječio ulazak ljudi u područja gdje postoji opasnost od nastanka ozljeda padom predmeta s visine ili kontaminacijom prašinom ili kemikalijama. Isto tako sigurnosnim zonama treba zaštititi i radnike u vidu zone blizu neograđenog ruba gdje se bez sigurnosne opreme ne bi smjelo pristupati ili zona koje štite od neovlaštenog pristupa bilo kojem dijelu sustava za pristup prvenstveno sidrištima koja su obično izvan vidnog polja radnika.

2.4. PODRUČJA PRIMJENE

Urbani sektor

U gradovima i naseljima industrijski alpinisti najčešće rade čišćenja, montaže, održavanja i popravke na poslovnim i stambenim objektima koji su teško dostupni ili zbog svoje visine ili neisplativosti / nemogućnosti pristupa nekom drugom vrstom pristupa naprimjer dizalicom ili

skelom bilo zbog skučenosti prostora, prometa ili buke. To su najčešće pranje staklenih fasada, građevinske sanacije, bojenje te sve vrste montaža i demontaža.

Naftne platforme luke i brodovi

Pristup užetom kakvoga ga danas poznajemo nastao je upravo iz tehnika razvijenih specijalno za zadatke na naftnim platformama. Zbog vlage i soli u morskom okruženju, korozija je veliki problem pa visinski tehničari često ispituju i popravljaju štetu nastalu korozijom te nanose zaštitne slojeve. Osim toga rade i sve druge montaže i popravke na nedostupnim mjestima.

Elektrane, tvornice i rafinerije

Često velike i visoke građevine gdje je pristup užetom katkada neophodan. Izvode se popravci i bojenje dimnjaka, ispitivanje i popravci cjevovoda i spremnika u rafinerijama, čišćenja i održavanje tvornica i drugo.

Prirodne strukture

Tamo gdje odron predstavlja potencijalnu opasnost izvodi se stabilizacija stijene. Izvodi se tako da se preko rizičnih dijelova postavi robusna metalna mreža koja ili odron sprječava držeći stijenu na okupu ili ograničava kretanje odrona kako ne bi ugrozio ljude i infrastrukturu.

Skučeni prostori

Jedna od prednosti industrijskog alpinizma je i ta što radniku, za razliku od drugih vrsta pristupa (dizalica, skela), nije potreban dodatan prostor u koji bi se smjestilo sredstvo pristupa visini. Zbog toga visinski tehničari često rade na popravcima i održavanju bunara, čišćenju silosa, inspekciji i popravcima raznih spremnika, vertikalnih dijelova cjevovoda, dimnjaka i slično.

Obnovljiva energija

Do pojave industrijskog alpinizma, detaljna inspekcija brana je bila iznimno skupa, nekada čak i nepostojeća. Obično se radi o ogromnoj površini koju treba detaljno pregledati što je uporabom kranova bilo skupo i dugotrajno. Na užetu se lako mogu provoditi sva nerazorna ispitivanja kojima se može utvrditi stanje brane i obaviti svi manji popravci.

Industrijski alpinizam našao je svoju primjenu i na vjetroturbinama. Energetski strojevi visoki i do 250 m, s pokretnim dijelovima te izloženi vremenskim uvjetima zahtijevaju opsežna održavanja. Tu spadaju čišćenja lopatica turbine (koje zbog naslaga prljavštine gube čak do 20 % učinkovitosti) i svi drugi popravci i održavanja, najčešće čišćenja i nanošenje antikorozivne zaštite na *off-shore* turbinama.

2.5. IZVOĐENJE RADOVA

2.5.1. Procjena rizika

Procjena rizika provodi se prije svakog posla kako bi se utvrdilo da je pristup užetom uistinu dobar izbor i kako bi se dobro upoznali sa svim predvidivim opasnostima. Predviđa se kako se najlakše može pristupiti radnome mjestu i napustiti ga, stupanj sigurnosti radnika i lakoća izvođenja posla, sigurnost prolaznika te plan spašavanja [1].

Detaljno se analiziraju potencijalne prijetnje kao što su električni vodovi, radnici drugih profesija iznad ili ispod mjesta rada, alati koji se koriste, dostupnost, nosivost i raspored sidrišta, oštri rubovi ili vruće površine koje mogu oštetiti užad ili nanijeti ozlijede radnicima, štetne supstance kao što su otrovni plinovi, kiseline, azbest, radio valovi, radijacija, surovi vremenski uvjeti i drugo [1].

O ozbiljnosti prijetnje ovisi hoće li se nastaviti s radom ili ne. Ozbiljnost se kvantificira matricom rizika. Vrijednost rizika dobije se množenjem vjerojatnosti događanja nezgode i ozbiljnosti ozljede. Vjerojatnost i ozbiljnost kvantificirani su brojevima od 1 do 5 gdje je 1 vrlo vjerojatno da se neće dogoditi, a 5 redovito se događa ili kod ozbiljnosti 1 je mala ozljeda bez potrebe za izostankom s posla dok je 5 smrtni ishod. Vrijednost rizika između 1 i 6 je

prihvatljiva, od 8 do 12 je potrebno na neki način preinačiti proces i smanjiti rizik. Vrijednost rizika od 15 do 25 je neprihvatljiva i zadatak se ili obustavlja ili se traži posve drugi pristup.

Tablica 1. Matrica rizika

		OZBILJNOST				
		1	2	3	4	5
VJEROJATNOST DOGAĐANJA	1	1 MALI	2 MALI	3 MALI	4 MALI	5 MALI
	2	2 MALI	4 MALI	6 MALI	8 SREDNJI	10 SREDNJI
	3	3 MALI	6 MALI	9 SREDNJI	12 SREDNJI	15 VELIKI
	4	4 MALI	8 SREDNJI	12 SREDNJI	16 VELIKI	20 VELIKI
	5	5 MALI	10 SREDNJI	15 VELIKI	20 VELIKI	25 VELIKI

VJEROJATNOST DOGAĐANJA

1 Vrlo vjerojatno se neće dogoditi
2 Postoji mala šansa
3 Vrlo rijetko
4 Povremeno
5 Često

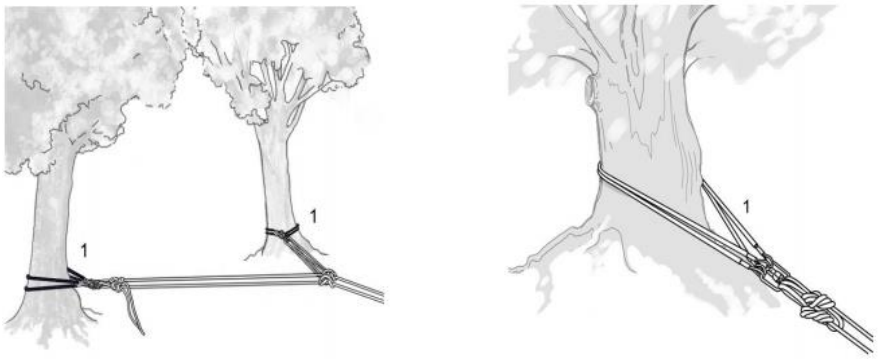
OZBILJNOST OZLJEDE

1 Manja ozljeda, nema potrebe za izostankom sa posla
2 Ozljeda koja uzrokuje izostanak u trajanju do 3 dana
3 Ozljeda koja uzrokuje izostanak veći od 3 dana
4 Ozbiljna trajna ozljeda (npr. gubitak uda ili oka)
5 Smrt

2.5.2. Sidrenje

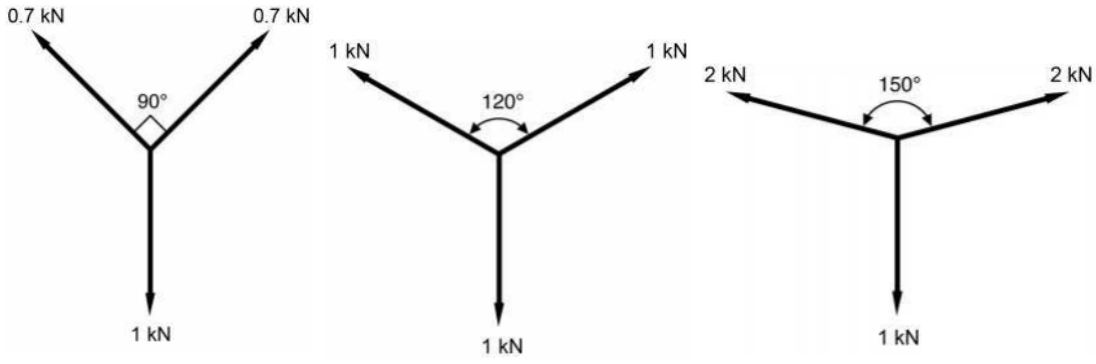
Sidrište je umjetna ili prirodna struktura koja ima dovoljnu nosivost da joj se pridruži sidrišna točka. To je naprimjer drvo, betonski blok, betonski zid, stijena, nosiva greda, robusna ograda, dimnjak, antena, teško vozilo i slično. Sidrišna točka je mjesto na koje se postavlja sidreni element u obliku gurtne, sajle, sidrene pločice, očnog vijka i slično. Na sidrenom elementu nalazi se sidrena točka u obliku karabinera ili sponke na koju se veže užad.

Na objektu je prvo potrebno pronaći prikladna sidrišta dovoljne nosivosti. Na njih je potrebno montirati dovoljan broj sidrenih elemenata za sve radnike i sve smjerove. Treba uzeti u obzir da je po načelu redundantnosti sustava za pristup svakome radniku potrebno najmanje dva neovisna sidrišta (Slika 20.) osim ako nije evidentno da je jedno sidrište, zbog iznimne nosivosti, dovoljno(nosiva konstrukcija zgrade, veliko drvo i slično).



Slika 20. Nosivost sidrišta [1]

Dobra je praksa da se, u slučaju dva sidrišta, oba užeta povežu na oba sidrišta kako je prikazano na slici 20. lijevo jer se tako opterećenje dijeli na dva sidrišta te se smanjuje trzaj u slučaju prekida primarnog sistema. Kod te tehnike potrebno je paziti na kut koji zatvaraju užad koja se pruža od sidrišta. Taj kut zbog ravnoteže sila ne bi smio prelaziti preporučenih 90˚, a nikako 120˚ jer nakon toga dolazi do naglog porasta sile na sidrišta gdje je već na 150˚ sila na svako pojedino sidrište dvostruko veća od težine radnika.



Slika 21. Sile na sidrišta [1]

Užad koja prelazi preko ruba zgrade mora taj rub sjeći okomito jer je to ravnotežni položaj gdje nema bočnih sila na uže. U protivnome dolazi do klizanja užeta po rubu do mjesta gdje uže okomito sječe rub. Nije uvijek moguće direktno od sidrišta do ruba osigurati pravi kut pa se koriste takozvane devijacije. To je uže koje je postavljeno tako da skreće putanju užeta u smjeru pogodnom za ostvarivanje pravog kuta u odnosu na rub. Osim toga služe i za zaobilaženje opasnosti kao što su oštre ili vruće površine. Kod postavljanja devijacije također je potrebno paziti na kut između užeta devijacije i radnog užeta.

2.5.3. Kretanje po užetu

Približno 90 % kretanja po užetu jest spuštanje. Radovi se poglavito izvode sa vrha prema dnu. Osim praktičnosti i lakoće u smislu pomoći gravitacije, taj način rada često je i jedini mogući kako radnici ne bi prilikom napuštanja radnog mjesta morali prelaziti preko istoga i tako potencijalno ugrozili svoj rad.

Spuštanje po užetu izvodi se tako da radnik, prije no što pristupi rubu, postavi uređaj za zaustavljanje pada na sekundarno uže kako bi mogao bez opasnosti od pada ući u sigurnosnu zonu. Tada na primarno uže postavlja spuštalicu te time uspostavlja redundantnost sustava. Nakon kratke provjere funkcionalnosti, pristupa rubu i prelazi preko njega. Kada se nađe u ovjesu, regulacijom trenja na spuštalici regulira brzinu spuštanja pazeći na položaj uređaja za zaustavljanje pada koji ga mora pratiti . Gotovo uvijek je za upravljanje spuštalicom potrebno koristiti dvije ruke gdje je jedna ruka na ručici a druga na slobodnom kraju užeta radi sigurnosti i dodatne kontrole. Kada radnik dospije do radnog mjesta, zaključava spuštalicu i obavlja rad. Nakon završetka rada nastavlja sa spuštanjem do tla ili ako je neophodno penje se na početnu poziciju.

Penjanje po užetu izvodi se na način da se prvo na sekundarno uže postavi uređaj za zaustavljanje pada, zatim se na primarno uže postavi najmanje dvije penjalice. Obično su to prsna penjalica (ili čak spuštalica za kraće uspone) koja „sprema“ napredak koji ostvarimo ručnom penjalicom u kombinaciji s nožnom gurtnom kojom se omogućava lakše penjanje upotrebom nožnih mišića.

Kod izvođenja svih manevara na užetu kao što je prelazak preko čvorova, prelazak iz postava za spuštanje u postav za penjanje i obrnuto, ključno je zadržati svojstvo redundantnosti sustava što podrazumijeva najmanje po jednu točku kontakta na svakom od užadi.

2.5.4. Rad na užetu

Rad u ovjesu ponešto se razlikuje od rada s čvrste podloge. Nedostatak uporišta između ostalog uzrokuje probleme pri prijenosu sile na objekt prilikom rada. Pritiskom alata na objekt rada, primjerice bušilice pri bušenju ili valjka pri bojenju odgurujemo se od objekta čime se smanjuje efikasnost i preciznost operacije.

Mjesto za odlaganje sredstava rada je ograničeno. Sve što je potrebno za rad, radnik mora privezati za sebe ili zasebni sustav užadi pa je rukovanje svim potrebnim sredstvima ponekad otežano.

Opseg pokreta u ovjesu je ograničen na doseg rukom, naročito u vertikalnom smjeru. U horizontalnom smjeru moguće se protegnuti ili malo zanjihati. Na tlu, za pozicioniranje, imamo na raspolaganju cijelo tijelo pa se s jednog mjesta, saginjući se i koristeći cijelim tijelom može obuhvatiti skoro dvostruko veća površina. To obično ne predstavlja problem jer se ponovno pozicioniranje izvodi brzo i lako.

3. ZNAČAJKE INDUSTRIJSKOG ALPINIZMA

3.1. OPASNOSTI

Iako vrlo sigurna metoda, pristup užetom neizbježno generira određene opasnosti koje dolaze od alpinističkog dijela pristupanja radnome mjestu, ali i od opasnosti naslijeđenih iz poslova koji se obavljaju na radnome mjestu. Sve opasnosti pokušavaju se eliminirati ekstenzivnom procjenom rizika i dobrim planiranjem.

3.1.1. Opasnosti za radnika

Najočitija opasnost oko koje se i razvio pristup užetom jest pad radnika s visine. Iako se najviše vremena i pažnje posvećuje upravo tome aspektu zaštite, zbog velikog broja opasnosti koji postoje na svakom zasebnom radnom mjestu, nije moguće uvijek predvidjeti sve, premda se tome teži.

Od radnika do sidrišta, u lancu sustava za pristup užetom, nalazi se nekoliko karika. To su, redom, za primarni sustav: pojas, prsten na pojasu, karabiner, spuštalica ili penjalica, uže, karabiner, sidro i sidrište. Kod sekundarnog sustava: pojas, prsten na pojasu, karabiner, apsorber, uređaj za zaustavljanje pada, uže, karabiner, sidro i sidrište. Ispravnost svake karike je nužna da lanac bude nosiv i to odmah u startu generira određen broj potencijalnih prijetnji koje je potrebno uzeti u obzir.

Daleko najranjiviji element lanca jest uže i njegovoj zaštiti se pridaje najviše pažnje. Uže je potrebno zaštititi od abrazije ili rezanja te vrućih površina što se izvodi zaobilaženjem (oštrih rubova, vrućih cijevi i slično) pomoću devijacija, izborom drugog sidrišta na prikladnijem mjestu ili stavljanjem zaštite na uže ili problematično mjesto.

Isto tako, rizično je i sidrište koje je jedini element lanca koji nema točno definiranu nosivost nego se ona najčešće procjenjuje. Nosivost svakog sidrišta ne bi smjela biti manja od 15 kN. Broj sidrišta proporcionalan je njihovoj nosivosti. Ako je evidentno da je sidrište iznimne nosivosti, jedno je dovoljno. Dva sidrišta su dovoljna ako je procijenjena nosivost preko 15 kN. Ako postoji sumnja da sidrište ima nosivost manju od 15 kN potrebno je pronaći drugo ili upariti upitno sidrište s još jednim sidrištem minimalno jednake nosivosti.

Ostatak lanca je poprilično robustan i prekid lanca na tim mjestima obično se može pripisati ljudskoj pogrešci ili starosti, neodržavanju i neispravnosti opreme.

Tekstilni elementi sustava su osim na abraziju osjetljivi i na određene kemikalije. Štetnost pojedinih materijala na razne vrste kemikalija može se pronaći u [1].

Sve opasnosti koje izvođenje nekoga posla nosi sa sobom pri radu na tlu prenose se i na radno mjesto na visini gdje još dolaze do izražaja zbog izloženosti radnika radnome mjestu. Radnik ima ograničenu mogućnost izmicanja iznenadnim prijetnjama i mora nositi odgovarajuću zaštitnu opremu kako bi minimizirao šansu za nastankom ozljede.

Isto tako, vremenske prilike imaju pojačan utjecaj na sigurnost radova. Utjecaj vjetra na rad u ovjesu znatno je veći nego pri radu s podloge. Ovisno o smjeru i brzini vjetra može doći do ekstenzivnog njihanja što radnika dovodi u opasnost od sudara s objektima u blizini. Osim toga, njihanje u bilo kojoj mjeri otežava ili čak onemogućuje pozicioniranje pa je potrebno napraviti procjenu rizika i isplativosti i obustaviti radove ako je potrebno. Potrebno je uzeti u obzir da se brzina vjetra povećava s visinom i planirati u skladu s tim.

Ukoliko radnik iz nekog razloga ostane bez svijesti u ovjesu, potrebno ga je što prije spustiti na tlo kako ne bi došlo do ortostatske intolerancije ili traume uslijed ovješenja. Radnik koji miruje u ovjesu može zbog nakupljanja krvi u nogama osjećati vrtoglavicu, nedugo zatim izgubiti svijest nakon čega nastupa smrt uslijed manjka krvi gornjem dijelu tijela. Osoba može umrijeti čak nekoliko dana poslije traume zbog štete na organima nastale zbog smanjenog protoka krvi. Kretanjem radnik potiče cirkulaciju i izbjegava nastanak traume.

3.1.2. Opasnosti za okolinu

Zbog čestog prisustva ljudi u blizini sigurnosnih zona ispod radnog mjesta, ne smije se dopustiti pad alata ili predmeta rada s radnog mjesta osim ako sigurnosna zona svojom veličinom i izvedbom apsolutno sprječava i najmanju mogućnost nastanka ozljede ili oštećenja vlasništva nastalog padom predmeta s visine.

Svi alati koje radnik koristi moraju biti osigurani privezivanjem ili za radnika ako se radi o lakim alatima (< 8 kg) ili za posebno uže kod težih alata (> 8 kg). Isto tako, svi radovi moraju se izvoditi pažljivo kako nusprodukti rada kao što je naprimjer odvojeni komadi građe ne bi pali, nego moraju biti spremljeni u odgovarajući spremnik i spušteni po užetu.

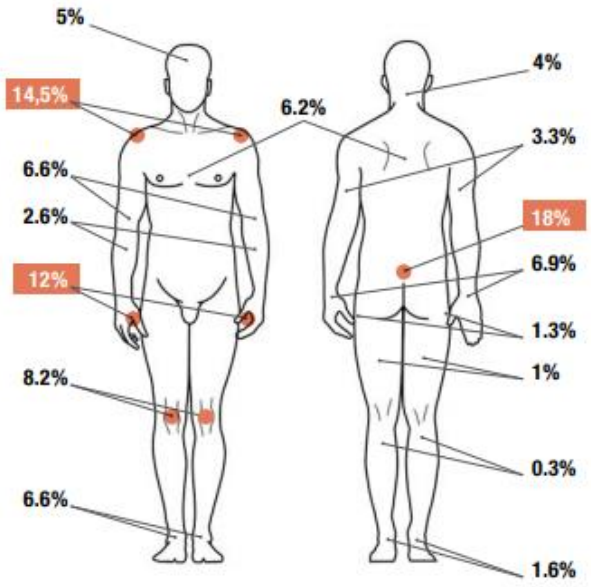
3.2. UTJECAJ NA ZDRAVLJE

Karijera industrijskog alpinista je relativno kratka s prosječnom dobi radnika oko 35 godina. Djelatnost je primjerenija mlađim radnicima zbog značajnog fizičkog i psihičkog napora tijekom cijelog radnog vremena. Dugotrajni fizički napor u ovjesu često dovodi do kroničnih poremećaja mišića i tetiva te je teško za očekivati da će radnik cijeli radni vijek provesti na užetu.

Uz kronične, česte su i traumatske ozljede kao posljedice nesreća na radu. Kritični dijelovi tijela su koljena, šake, oči, ramena i lumbalna kralježnica. Koljena kao najisturenije točke tijela kod položaja u ovjesu najčešće stradavaju pri sudaru s objektima. Na šakama su česte posjekotine, udarci, opekotine i nagnječenja uslijed rukovanja alatom i obavljanja rada. Iritacija očiju je česta zbog neadekvatne zaštite pri radu sa kemikalijama i u prašini.

Padovi s visine su iznimno rijetki, ali uzrokuju najteže ozljede često sa smrtnim posljedicama.

Izloženost vremenskim uvjetima također utječe na zdravlje radnika. Hladne vjetrovite zime i vruća ljeta uzrokuju kratkoročne, ali česte smetnje kao što su prehlade, pothlađenost, ispucala koža, dehidracija i sunčanica koje dugoročno vode do težih smetnji.



Slika 22. Ozljede [8]

3.3. NORMIRANOST PROCESA

„Rad na visini reguliran je direktivama, zakonima, pravilnicima, kodeksom dobre prakse, smjernicama, preporukama, standardima, normama i drugim dokumentima. Ako pravila u domaćoj regulativi ne postoje mogu se primijeniti tzv. „priznata pravila zaštite na radu“ tj. pravila iz stranih propisa ili u praksi provjereni način rada.“ [13]

Norme su sljedeće [12]:

- HRN EN 358:2001 Osobna zaštitna oprema za sigurnosno vezanje pri radu i spriječavanje pada s visine-sigurnosni pojasevi za pridržavanje pri radu i povezna užad za pridržavanje s leđa i sigurnosno vezanje pri radu.
- HRN EN 795:2001 Zaštita od pada s visine-naprave za učvršćenje-zahtjevi i ispitivanje.
- HRN EN 1891:2001 Osobna zaštitna oprema za spriječavanje pada s visinenerastezljiva užad s jezgrom i plaštem.
- HRN EN 12841:2006 Osobna zaštitna oprema-sustavi osiguranja užetom-naprave za prilagodbu užadi.
- HRN EN 365:2007 Osobna zaštitna oprema protiv pada s visine-opći zahtjevi za upute za uporabu, održavanje, periodično ispitivanje, popravak, označivanje i pakiranje.
- HRN EN 353-1:2008 Osobna zaštitna oprema protiv pada s visine-1.dio: naprave za zaustavljanje pada s vodilicom uključujući čvrstu sidrenu liniju.
- HRN EN 353-2:2008 Osobna zaštitna oprema protiv pada s visine -2.dio: naprave za zaustavljanje pada s vodilicom uključujući prilagodljivu sidrenu liniju.
- HRN EN 355:2008 Osobna zaštitna oprema protiv pada s visine-usporivači pada.
- HRN EN 360:2008 Osobna zaštitna oprema protiv pada s visine-naprave za zaustavljanje pada s uvlačivom trakom.
- HRN EN 361:2008 Osobna zaštitna oprema protiv pada s visine-pojasevi za cijelo tijelo. 11 HRN EN 362:2008 Osobna zaštitna oprema protiv pada s visine-spojni elementi.

- HRN EN 363:2008 Osobna zaštitna oprema protiv pada s visine-sustavi za osobnu zaštitu pada.
- HRN EN 13921:2008 Osobna zaštitna oprema-ergonomska načela.
- HRN EN 354:2010 Osobna zaštitna oprema protiv pada s visine-povezna užad.

3.4. TRENUTNO STANJE TEHNIKE

Ne slijedeći trendove drugih profesija, industrijski alpinizam ne mijenja se mnogo tijekom godina. Principi rada elemenata sustava uz nekoliko iznimki ostali su isti i kao takvi zadovoljavaju potrebe struke.

Napredak se vidi prvenstveno u povećanju sigurnosti pri korištenju sustava dodavanjem raznih sigurnosnih značajki. Usporedbom često korištenih parova, spuštalica - uređaj za zaustavljanje pada, nekada i danas mogu se uvidjeti poboljšanja u lakoći korištenja i sigurnosti uređaja. Na slici 23. lijevo nalazi se spuštalica Petzl Stop te desno uređaj za zaustavljanje pada Petzl Shunt. Spuštanje s tim parom izvodi se tako da radnik prvo regulacijom trenja upravlja s obje ruke spuštalicom. Kada se radnik spusti za određenu udaljenost koju dopušta duljina vezice kojom je spojen na uređaj za zaustavljanje pada, zaustavlja se puštajući ručicu spuštalice, pridržavajući pritom drugom rukom slobodni kraj užeta koji izlazi iz spuštalice, čime se osigurava trenje potrebno za stajanje na mjestu. Slobodnom rukom povlači uređaj za zaustavljanje pada koji je ostao na početnoj poziciji te ponavlja postupak. Kada radnik dođe u poziciju za izvođenje radova mora slobodni kraj primarnog užeta, koji je do tada čvrsto držao u ruci omotati oko spuštalice kako bi osigurao potrebno trenje za stajanje u mjestu. Takav način spuštanja po užetu je dovoljno siguran, ali spor i zamoran zbog ciklusa kretanja i zaustavljanja što uzrokuje dinamička opterećenja koja isto tako ubrzavaju proces starenja užeta. Kako bi se to izbjeglo, u praksi se često koristi opasno pojednostavljenje vezanja dodatne uzice na uređaj za zaustavljanje pada čime se omogućuje da radnik u isto vrijeme drži ručicu spuštalice i uzicu kojom istovremeno za sobom povlači uređaj za zaustavljanje pada. Time više nema potrebe za cikličkim kretanjem nego se radnik kontinuirano spušta. Opasnost leži u tome što kad neiskusni ili čak umorni radnik izgubi kontrolu nad spuštalicom, ima tendenciju uslijed naglog ubrzanja zgrčiti mišiće

čime još više pritišće ručicu spuštalice i dodatno smanjuje trenje s užetom. Kako u istoj ruci drži uzicu kojom za sobom vuče uređaj za zaustavljanje pada, uređaj gubi svoju funkciju i radnik se nalazi u slobodnom padu koji može prekinuti puštanjem stiska na spuštalici što ponekad zahtjeva vrlo brzu reakciju zbog blizine tla i velikog ubrzanja sile teže.



Slika 23. Zastarjeli par sprava: lijevo – spuštalica, desno – *back up* [14]

Moderni, često korišteni komplet sastoji se od spuštalice Petzl I'd (Slika 12.) i Petzl ASAP uređaja za zaustavljanje pada (Slika 14.). Ovdje uređaj za zaustavljanje pada funkcionira na sličnom principu kao sigurnosni pojas u vozilima gdje se, čim brzina spuštanja pređe 2,5 m/s, uređaj aktivira i zaustavlja pad. Takav uređaj samostalno prati radnika ne zahtijeva nikakvo rukovanje. Time radnik može svoju pažnju usmjeriti na spuštalicu koja kao dodatnu sigurnost ima i takozvanu *anti-panic* funkciju, gdje se kod grčenja mišića i povlačenja ručice do kraja, sprava zaključa i zaustavlja spuštanje. Osim toga, kada radnik dođe u poziciju za rad, sprava se lako zaključava bez potrebe za dodatnim trenjem omotavanjem uzeta oko sprave. Taj sustav je neizmjerno sigurniji od svojih prethodnika i skoro je eliminirao padove uzrokovane gubitkom kontrole pri spuštanju.

Osim sigurnosnih funkcija poboljšanja dolaze i razvojem novih materijala u obliku povećanja nosivosti ili smanjenja mase radne opreme.

Automatizacija bilo kojeg oblika rijetka je unutar djelatnosti. Aktivnosti koje se izvode na užetu često su iskustvene prirode i kao takve nisu pogodne za automatizaciju. Iznimka mogu biti bojenje i nanošenje premaza i razna pranja, ali u vrlo ograničenim uvjetima.

4. DETALJNA RAZRADA ODABRANOG PROCESA – PRANJE STAKLENIH FASADA

U društvu se često može čuti da se industrijske alpiniste naziva „perači stakla“. To je jedan od pokazatelja koliko je ta djelatnost važna i česta u industrijskom alpinizmu, pa je i ovdje odabrana za razmatranje. Gradovi su puni visokih poslovnih i stambenih zgrada sa staklenim fasadama kojima je potrebno redovito održavanje. Ukoliko je zgrada visoka i nema predviđen sustav za viseću skelu i u gusto je naseljenom području, nema drugog načina za njeno pranje osim pristupom užetom.



Slika 24. Pranje staklenih fasada

Na staklima zgrada taloži se smog i prašina. Osim toga, često se nalaze mjestimični tragovi kamenca, ptičjeg izmeta, masnoće i drugih naslaga ovisno o lokaciji i orijentaciji objekta te klimatskim uvjetima u kojima se nalazi.



Slika 25. Očišćeni prozor

4.1. PRANJE STAKLA

Alati koji se koriste za pranje prozora su (Slika 26.) perač, brisač, žilet (strugalica), krpa, spremnik za tekućinu za pranje te koncentrat za pranje koji se razrjeđuje s vodom . Pranje se izvodi tako da se perač prvo natopi tekućinom za pranje te se ocijedi višak kako bi se izbjeglo nepotrebno curenje. Mokrim peračem trlja se staklena površina toliko dugo dok se ne skine sva prljavština. Ukoliko je potrebno, dok je staklo prekriveno tekućinom, žiletom se skidaju tvrdokorne mrlje primjerice kamenac ili ptičji izmet. Zatim se brisačem, vodoravnim pokretima, nečistoće suspendirane u tekućini skupljaju na bočni rub okvira gdje zbog gravitacije otječu dolje. Suhom krpom se zatim pobrišu rubovi gdje se okvir sastaje sa staklenom površinom i prelazi se na slijedeći prozor.



Slika 26. Set alata Unger za pranje stakla

Rezultat pranja mora biti čisto i suho staklo. Ukoliko se ne ukloni sva tekućina sa stakla, njezinim sušenjem suspendirana nečistoća ponovno se osuši na staklu i ostavlja mrlje. Osim toga, voda korištena za pranje, za razliku od kišnice sadrži otopljene minerale iz tla pa sušenjem osim prljavštine ostavlja i tragove kamenca.

4.2. TEHNIKA PRANJA SA UŽETA

Radnik se s krova zgrade spušta po užetu perući jedan ili više stupaca prozora ovisno o širini stupaca. Pranje se izvodi od gore prema dolje. Pozicionira se ispred prozora na mjesto gdje može dohvatiti svaki njegov dio, izvrši pranje i spusti se do slijedećeg prozora. Kada dospije do tla, liftom ili stepenicama ponovno se penje se na krov, pozicionira užad na slijedeći stupac prozora i ponavlja postupak. Radnik za sebe mora imati privezan spremnik s tekućinom za pranje te sav potreban alat.

Pranje se obično izvodi u timovima gdje radnici odaberu uzastopne stupce prozora i sinkroniziranom brzinom pranja zajedno napreduju prema dolje. To znači da je rad vjerojatno nešto sporiji nego kada bi svaki radnik radio za sebe najbrže što može, ali se na taj način osigurava da je, uz bolju radnu atmosferu i smanjenu monotoniju, zadovoljeno i načelo timskog rada koje je važno poštivati iz sigurnosnih razloga.



Slika 27. Radnici u ovjesu

Potrebno je obratiti pažnju i na vremenske uvjete. Redoslijed pranja planira se u skladu sa smjerom vjetra i položajem sunca. Vjetar koji puše u smjeru već opranih stupaca prozora raspršuje prljavu tekućinu, koja se cijedi s prozora prilikom pranja, po čistim prozorima, te se pranje mora ponoviti. Isto tako, ljetno sunce može ugrijati staklene površine do te mjere da tekućina za pranje isparava prije no što radnik uspije brisačem osušiti staklo što otežava pranje i ostavlja tragove i mrlje.

4.3. VRIJEME I PRORAČUN TRAJANJA POSLA

Pri računanju vremena trajanja posla pranja staklenih fasada procjenjuje se da jedan radnik može oprati do 200 do 500 m^2 staklene površine u radnom vremenu od 8 sati. Veliki raspon procijenih vrijednosti proizlazi iz činjenice da trajanje pranja ovisi o zaprljanosti stakla i uvjetima u kojima se radovi izvode. Takav način procjene uvelike se oslanja na iskustvo osobe koja planira posao te često rezultira pogreškama u procjeni i od nekoliko dana.

Raščlambom procesa pranja na elementarne dijelove može se utvrditi koje operacije uzrokuju varijabilnost u vremenu izvođenja posla te ih se može probati kvantificirati i statistički do neke mjere odrediti.

4.3.1. Raščlamba procesa

U raščlambi će se ograničiti samo na aktivnosti pranja, penjanja i presidravanja, dok se zanemaruje dolazak na objekt, odlazak sa objekta, zastoji, odmor i slično kako bi se dobio broj čovjek-sati potreban samo za obavljanje rada gdje se naknadno mogu dodati sva potrebna vremena ovisno o potrebi, navikama, načinu rada te očekivanim i neočekivanim zastojima.

Pozicioniranje užadi ili presidravanje mora se obaviti nakon svakog spuštanja kako bi se uže premjestilo sa čistih prozora iznad novoga stupca prljavih prozora. Vrijeme trajanja ove aktivnosti uvelike ovisi o broju i rasporedu sidrišta na krovu te je potrebna isključivo iskustvena procjena pregledom krova kako bi se čak i približno odredilo moguće vrijeme trajanja aktivnosti.

U ovjesu su sve kretnje radnika mjerljive i manje-više ponovljive te se može dobiti preciznija predodžba o njihovom vremenu trajanja. Po uzoru na opis procesa pranja u 4.1. i 4.2. može se redom identificirati slijedeće parametre procesa:

Rukovanje peračem R_P je vrijeme koje radnik provede sa alatom u ruci dok alat nije u kontaktu sa staklenom površinom. To uključuje uzimanje alata, potapanje u tekućinu za pranje, cijeđenje suvišne tekućine kako bi se izbjeglo nepotrebno curenje te vrijeme potrebno da se alat od spremnika prinese staklenoj površini. Tu spada i vrijeme nakon pranja od trenutka odvajanja alata od staklene površine do njegovog odlaganja na predviđeno mjesto.

Učinak pranja (zaprljanost) Z_P može se izraziti kao vrijeme potrebno da se opere neka površina. Prikladna mjerna jedinica je sekunda po metru kvadratnom [s/m^2]. Prljavije staklo imati će veću vrijednost veličine jer je za prljavije staklo potrebno više vremena za istu površinu stakla.

Vrijeme rukovanja žiletom R_Z je vrijeme od trenutka uzimanja žileta do njegovog dodira sa staklenom površinom te vrijeme od odvajanja žileta od stakla do njegovog odlaganja.

Učinak žiletiranja (struganja) Z_z, kao i učinak pranja može se izraziti u sekundama po metru kvadratnom [s/m^2] stakla. Ovu veličinu teško je procijeniti jer se žiletiranje izvodi

mjestimično tamo gdje je potrebno skinuti tvrdokornu nečistoću. Izuzetak su iznimno prljava stakla u određenim industrijskim uvjetima gdje se zbog tvrdokornih naslaga cijelo staklo mora proći žiletom te je učinak žiletiranja relativno ujednačen.

Vrijeme rukovanja brisačem R_B je vrijeme od trenutka uzimanja brisača do njegovog dodira sa staklom te vrijeme od trenutka odvajanja alata od stakla do njegovog odlaganja.

Učinak sušenja Z_B se također se može kvantificirati sekundama po metru kvadratnom. Poprilično je ujednačen uz male varijacije ovisno o širini prozora jer je za uži prozor iste površine potrebno više vodoravnih poteza brisačem.

Vrijeme rukovanja krpom R_K je vrijeme od trenutka uzimanja krpe do trenutka kada se krpa prisloni na staklo te vrijeme od trenutka odvajanja krpe od stakla do njezina odlaganja.

Učinak brisanja krpom Z_K može se izraziti kao vrijeme potrebno da se obriše određena duljina okvira. Prikladna mjerna jedinica je sekunda po metru [s/m].

Vrijeme rukovanja spuštalicom R_S je vrijeme od primanja spuštalice do početka spuštanja te od završetka spuštanja do puštanja sprave. To uključuje otključavanje prije te zaključavanje sprave poslije spuštanja.

Brzina spuštanja Z_D je prosječna brzina spuštanja po užetu [m/s].

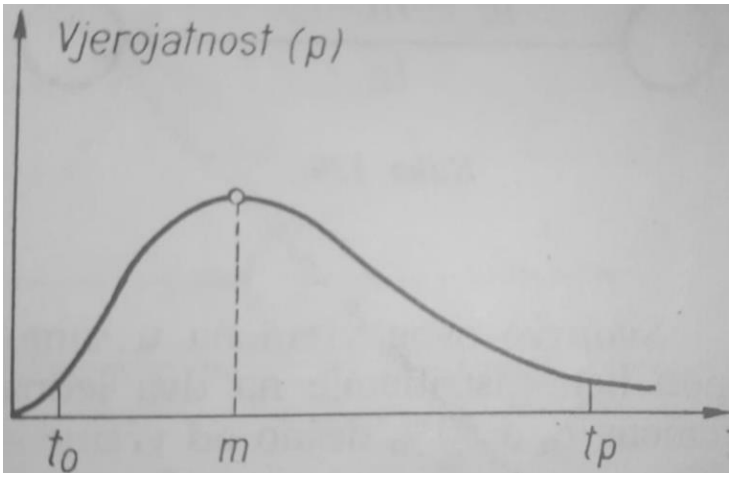
Vrijeme penjanja T_P je vrijeme potrebno radniku da se nakon dolaska na tlo, popne na poziciju s koje je ušao u ovjes. Razlikuje se od objekta do objekta ovisno o postojanju i brzini lifta, prometu unutar objekta, konfiguraciji krova i drugim čimbenicima. Lako se mjeri i prilično je ujednačeno.

Vrijeme presidravanja T_{PR} je vrijeme potrebno da se užad premjesti sa jednog stupca prozora iznad slijedećeg stupca. Vrijeme presidravanja drastično varira od stupca do stupca ovisno o poziciji, rasporedu i kompleksnosti sidrišta. Kreće se između nekoliko desetaka sekundi do nekoliko desetaka minuta i može se približno odrediti iskustvenom procjenom.

4.3.2. Planiranje vremena

Proces će se pokušati preciznije odrediti procjenom zasnovanom na beta razdiobi s tri procijenjena vremena: optimističnim, najvjerojatnijim i pesimističnim vremenom trajanja aktivnosti. **Optimistično vrijeme t_o** predstavlja vremensko trajanje aktivnosti koje se može dogoditi samo pri vrlo povoljnim uvjetima i vrlo sretnim okolnostima. Praktično gledano tako

povoljan tok aktivnosti dogodi se jednom u sto izvođenja te aktivnosti tj. vjerojatnost da će se aktivnost izvesti u vremenu kraćem od optimističnog vremena je tek 1% [15]. **Najvjerojatnije vrijeme *m*** predstavlja vrijeme koje u praksi ima najveću vjerojatnost ostvarivanja [15]. **Pesimistično vrijeme t_p** predstavlja vremensko trajanje aktivnosti koje se može dogoditi samo u vrlo nepovoljnim i nesretnim okolnostima gdje se tokom izvođenja aktivnosti dogodio zbroj nepovoljnih zbivanja koja su drastično produžila vrijeme izvođenja. Praktično gledano vjerojatnost da se aktivnost odvije u vremenu većem od pesimističnog je tek 1 % [15].



Slika 28. Beta razdioba [15]

Na osnovi procijenjenih triju vremena aktivnosti određuje se četvrto, **očekivano vrijeme aktivnosti t_e** koje se računa prema izrazu:

$$t_e = \frac{t_o + 4 * m + t_p}{6}. \quad (1)$$

Procjenjivanjem triju vremena svih veličina iz 4.3.1. može se izračunati očekivano vrijeme trajanja svake pojedine operacije te sa tim vremenom računati procijenjeni broj čovjek-sati. Od objekta do objekta može se pretpostaviti da se od svih navedenih veličina mijenjaju samo učinak pranja i učinak žiletiranja stakla ovisno o nataloženim nečistoćama na pojedinom objektu te vrijeme presidravanja ovisno o lokaciji i rasporedu sidrišta na krovu. Ostale veličine opisuju vještinu radnika i mijenjaju se promjenom radnika. Kako se pranje najčešće izvodi timski, može se za sve radnike u timu procijeniti srednje vrijeme tima te koristiti isti parametri za cijeli tim.

Vrijeme pranja jednog stupca prozora određeno je **visinom zgrade *H***, **širinom prozora *b*** i **visinom prozora *h*** te **brojem prozora u stupcu *n***. Za svaki prozor potrebno je ponoviti cijeli ciklus pranja koji zahtjeva rukovanje sa tri do četiri alata što dodaje vrijeme procesu. To znači da će pranje jednake ukupne ostakljene površine trajati kraće ukoliko se pere manje prozora veće površine nego više prozora manje površine zbog većeg broja ciklusa. Isto tako, ako je širina prozora dovoljno mala da radnik može s jednog mjesta dosegnuti dva stupca prozora, radnik se pozicionira između dva stupca i pere oba stupca prozora jednim spuštanjem (Slika 27.). Time se ukupno vrijeme pranja, u odnosu na pranje svakog stupca zasebno, skraćuje za jedno penjanje, presidravanje i spuštanje te za sva rukovanja alatom, jer radnik jednim rukovanjem svakim od alata pere dva prozora. Uvodi se veličina **granična širina para stupaca prozora b_G** gdje, ako je **širina para stupaca prozora b_P** manja od b_G, **broj stupaca pranih jednim spuštanjem *k*** iznosi dva. To se može zapisati kao:

$$k = \begin{cases} 1 & \text{za } b_P > b_G \\ 2 & \text{za } b_P < b_G \end{cases} . \tag{2}$$

Vrijeme pranja jednog stupca prozora može se prikazati izrazom:

$$T_S = \sum_{i=1}^{q} \left(n_i * \left(b_i * h_i * (Z_{Pi} + Z_{Zi} + Z_B) + 2(b_i + h_i) * Z_K + \frac{R_P + R_Z + R_B + R_K + R_S}{k} \right) \right) + \frac{H}{Z_S * k} \text{ [s]} \tag{3}$$

gdje je ***q* broj tipova prozora u stupcu**, a n_i broj prozora istoga tipa u stupcu, koji su širine b_i, visine h_i te zaprljanosti kvantificirane veličinama Z_{Pi} i Z_{Zi}.

Uvođenjem tipova prozora u stupcu *q*, prozore se može, osim po veličini, podijeliti i po zaprljanosti što je čest slučaj u praksi gdje prozori bliže tlu imaju tendenciju biti prljaviji zbog blizine uzroka zaprljanja.

Vrijeme ciklusa od početka pranja stupca do početka pranja sljedećeg stupca računa se prema izrazu:

$$T_C = \frac{T_S}{60} + \frac{T_P + T_{PR}}{k} \quad \text{[minuta]}. \tag{4}$$

Ukupno vrijeme pranja zgrade u čovjek-satima može se izraziti kao zbroj svih vremena ciklusa T_C:

$$T_{UK} = \frac{\sum T_C}{60} \text{ [h].} \tag{5}$$

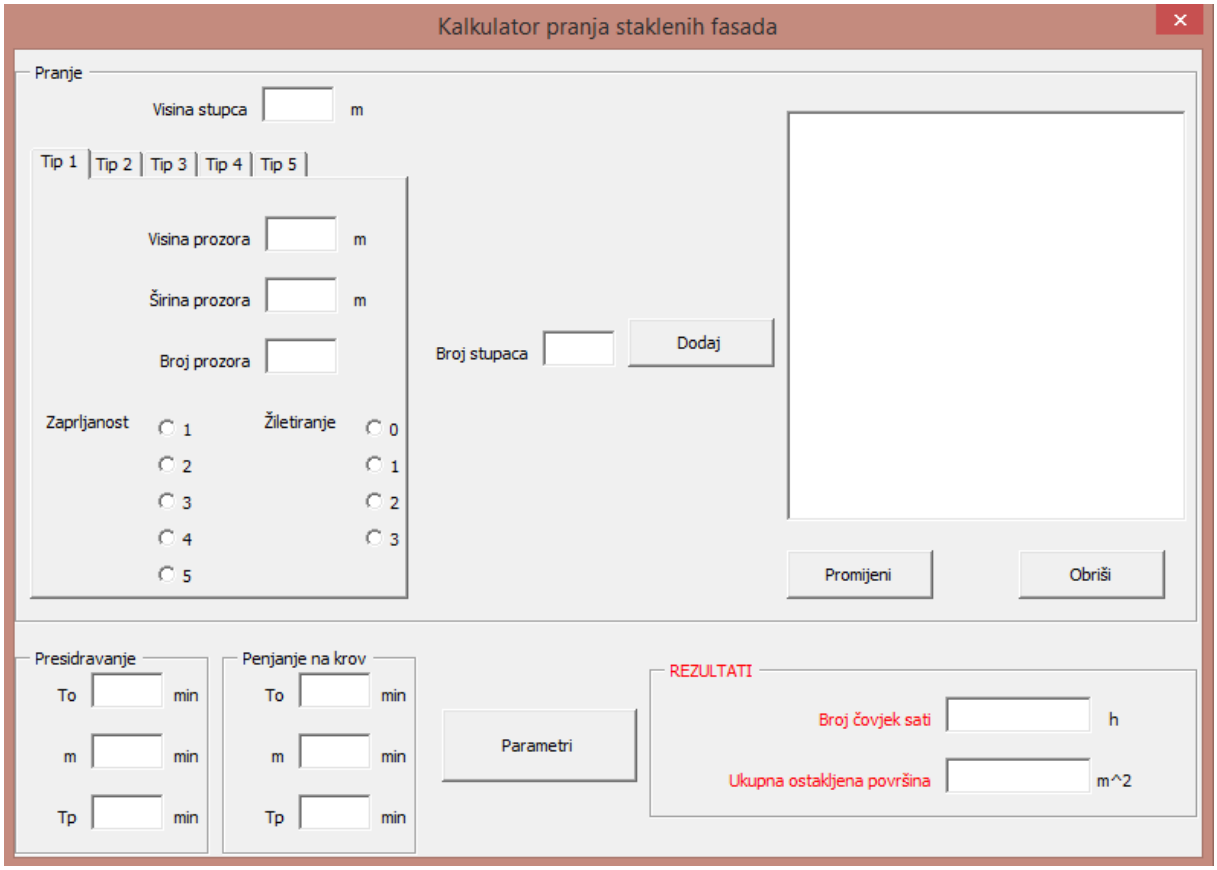
Staklene fasade često se sastoje od jednog ili tek nekoliko tipova stupaca pa se proračun ne mora raditi za svaki stupac prozora zasebno nego se vrijeme ciklusa za jedan stupac T_C može pomnožiti sa brojem stupaca istog tipa ukoliko se ne mijenja zaprljanost stakla.

4.4. KALKULATOR VREMENA

Proračun opisan u poglavlju 4.3.2. je, zbog mnogo parametara, dugotrajan i zamoran za ručno izvođenje, zbog čega postoji mogućnost gubitka interesa za njegovom primjenom. Kako bi se olakšao proračun, te potencijalno omogućila njegova primjena na terenu, koncipirana je Visual Basic aplikacija u obliku obrasca, gdje se unose svi potrebni podatci te se kao rezultat dobije procjena broja čovjek-sati te ukupna ostakljena površina objekta kao pomoć pri izračunu cijene posla.

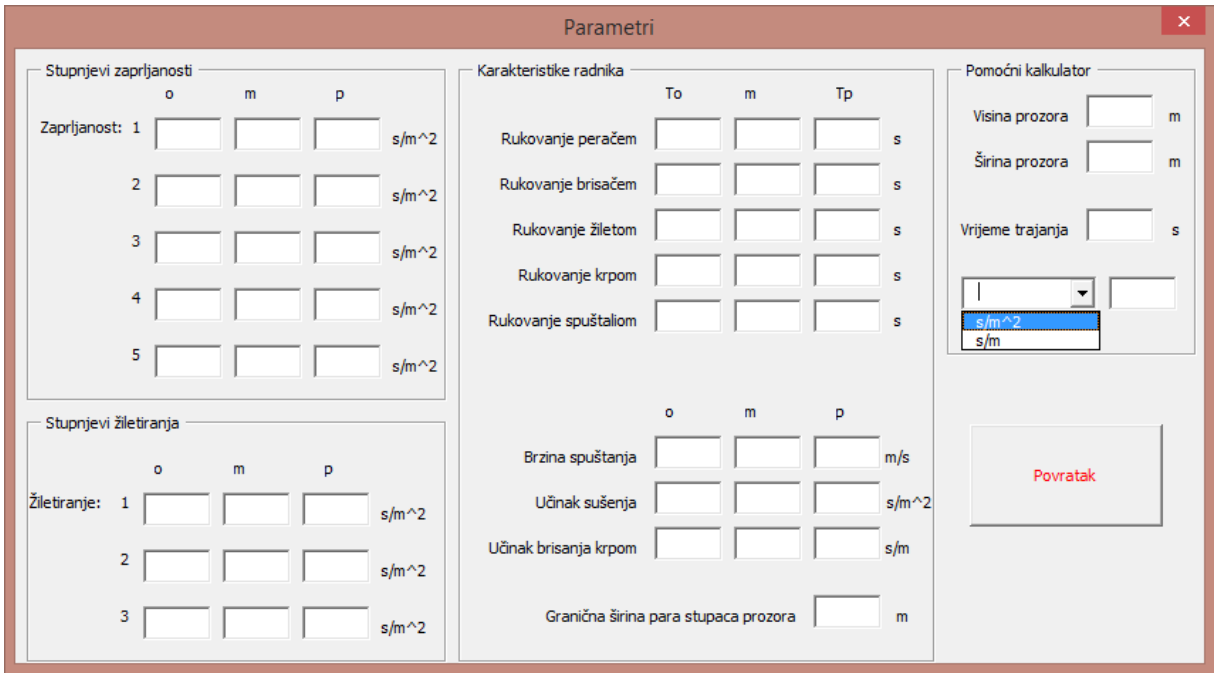
Na korisničkom sučelju kalkulatora (Slika 29.) nalaze se sve veličine koje se odnose na objekt rada. U gornjem okviru „Pranje“ na lijevoj strani, upisuju se veličine koje se odnose na jedan stupac prozora. Visina stupca je konstantna dok se tipovi prozora mogu promijeniti, bilo veličinom ili zaprljanošću. Zaprljanost i žiletiranje mogu se, radi jednostavnosti, kvantificirati stupnjevima gdje manja vrijednost stupnja predstavlja manje zaprljano staklo tj. veću brzinu pranja stakla.

Nakon popunjavanja veličina koje se odnose na stupac prozora, unese se broj stupaca sa jednakim vrijednostima parametara stupca te se klikom na gumb „Dodaj“, dodaju na listu desno te ulaze u proračun vremena. Stupci na listi mogu se brisati ili im se mogu mijenjati vrijednosti gumbima „Obriši“ i „Promijeni“. Procjenom stanja na objektu, procjenjuju se vremena presidravanja te penjanja na krov nakon pranja te se optimistično, najvjerojatnije te pesimistično vrijeme upisuju u predviđena polja.



Slika 29. Kalkulator pranja staklenih fasada

Pritiskom na gumb „Parametri“, otvara se novi prozor (Slika 30.) gdje se postavljaju veličine koje se odnose na radni tim te se ne mijenjaju od objekta do objekta. Kako je stupanj zaprljanosti subjektivna veličina, u okvirima „Stupnjevi zaprljanosti “ i „Stupnjevi žiletiranja“ mogu se postaviti vrijednosti tih stupnjeva po preferencijama osobe koja koristi kalkulator. Preciznost kalkulatora može se značajno povećati stvaranjem baze podataka s vremenima izvođenja svake pojedine aktivnosti, koja onda mogu poslužiti kao ulazni parametri. Nadalje, podaci o vremenima izvođenja bi mogli biti prikupljeni za svakog člana tima pojedinačno. Pomoćni kalkulator olakšava preračunavanje podataka dobivenih mjerenjem vremena u veličine sa mjernim jedinicama prigodnim za unos u polja. Funkcionira tako da se izmjeri vrijeme željene aktivnosti na prozoru poznatih dimenzija. Zatim se u pomoćni kalkulator unesu dimenzije prozora te izmjereno vrijeme. U izborniku se izabere željena mjerna jedinica te se u polju lijevo dobije preračunata vrijednost.



Slika 30. Parametri procesa pranja

5. ZAKLJUČAK

Trend visokogradnje podrazumijeva povećan broj poslova s radnim mjestima na visini. Povećana potražnja za tim, sigurnosno zahtjevnim radom, neminovno zahtijeva njegov napredak u smislu načina i tehnika pristupa takvim radnim mjestima. Jedna od tehnika rada na visini potekla je od planinskog alpinizma i speleologije u ranim osamdesetim godinama 20-og stoljeća te se razvila u standardizirani, široko korišteni način pristupa visinski najnepristupačnijim mjestima. Tako je industrijski alpinizam našao primjenu u svim poljima, kako u industriji i na prirodnim strukturama, tako i u urbanom sektoru. Naprimjer, u urbanom sektoru posebno mjesto zauzima proces pranja staklenih fasada. Rasprostranjenost poslovnih i stambenih staklenih zgrada uzrokuje povećanu potražnju za održavanjem staklenih površina gdje se industrijski alpinizam, kao jeftin, brz i siguran pokazao pravim rješenjem za urbane uvjete, gdje je prostor često vrlo ograničen te su drugi načini pristupa, dizalicama i skelama, onemogućeni.

Industrijski alpinizam standardiziran je najčešće samo u alpinističkom dijelu procesa dok je radni dio, zbog vrsta aktivnosti koje se obično izvode, često iskustvene prirode. Posebno, određivanje vremena mnogih procesa, pa tako i procesa pranja staklenih fasada, određuje se redovito iskustveno.

Tako je u ovome radu dan prijedlog izračuna vremena trajanja procesa te koncept računalnog alata koji bi predloženi proračun mogao približiti krajnjem korisniku.

Prije razmatranja vremena odabranog procesa, bilo je potrebno upoznati se s tehnikama, pravilima, značajkama, opasnostima, principima i normama industrijskog alpinizma kako bi se aktivnost što potpunije definirala i time uočili bitni čimbenici za njegovo unapređenje te kako se ne bi, zbog nedovoljnog poznavanja procesa, prividnim unapređenjem procesa narušio njegov sigurnosni aspekt.

Proces pranja staklenih fasada raščlanjen je na temeljne mjerljive aktivnosti, gdje je svaka od njih analizirana i sagledana sa stajališta utjecaja na trajanje procesa. Zbog ovisnosti trajanja gotovo svih aktivnosti o uvjetima rada predloženo je određivanje vremena pomoću metode zasnovane na beta razdiobi gdje se za svaku aktivnost određuju tri karakteristična vremena:

optimistično, najvjerojatnije te pesimistično iz čega se zatim računa očekivano vrijeme trajanja.

Analizom redoslijeda izvođenja aktivnosti napravljen je proračun po kojem se može izračunati broj čovjek-sati potreban za pranje objekta. Proračun je implementiran u razvijenom konceptu računalnog alata izrađenog kao Visual Basic aplikacija.

Procjenjuje se da računski model (proračun) ima potencijal primjene u praksi, a za njegov bi daljnji razvoj bilo potrebno snimanje vremena izvođenja, formiranje baze podataka te još detaljnija analiza metode/metoda rada (naprimjer, sustavom unaprijed određenih vremena MTM i/ili oblikovanjem procesa u programskom paketu CATIA/DELMIA). Također, nameće se i pitanje mogućnosti daljnje mehanizacije odnosno automatizacije pojedinih procesa unutar industrijskog alpinizma.

6. LITERATURA

[1] IRATA International, *IRATA International code of practice for industrial rope access*, third edition, 2014.

[2] https://www.martincastleltd.com/brief-history-of-rope-access/, Pristupljeno: 2019-08-03

[3] http://www.vertiko.hr/images/dokumenti/2018/rjecnik.pdf, Pristupljeno: 2019-08-12

[4] https://irata.org, Pristupljeno: 2019-08-03

[5] https://www.petzl.com/INT/en/Professional/Techniques, Pristupljeno: 2019-08-03

[6] Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN5/84)

[7] Long, A., Lyon, M., Lyon, G.: *Industrial rope access - Investigation into items of personal protective equipment*, Lyon Equipment Limited for the Helath and Safety Executive, HSE Contract research report 364/2001

[8] Vignal, B., Soulé, B., Rogowski, I.: *Epidemiological study of injuries among French rope access technicians*, Université Lyon 1, 2017.

[9] https://www.linkedin.com/pulse/rope-access-dam-inspections-john-susong, Pristupljeno: 2019-08-07

[10] https://www.iosh.com/media/2647/rope-access-qatar-november-2017.pdf, Pristupljeno: 2019-08-19

[11] https://www.linkedin.com/pulse/increasing-demand-rope-access-drone-inspection-services-john-susong?articleId=6373983452303282176#comments-6373983452303282176&trk=public_profile_post, Pristupljeno: 2019-08-18

[12] http://hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Sredstva-pad-s-visine.pdf, Pristupljeno: 2019-08-12

[13] http://www.vertiko.hr/images/dokumenti/2018/regulativa.pdf, Pristupljeno: 2019-08-12

[14] https://www.petzl.com/INT/en/Professional/Verticality, Pristupljeno: 2019-08-05

[15] Vila, A., Leicher, Z.: *Planiranje proizvodnje i kontrola rokova*, Informator, Zagreb, 1976.

[16] https://www.animatedknots.com, Pristupljeno: 2019-09-11

[17] https://ropeguerrilla.org/2014/11/21/diy-lanyards, Pristupljeno: 2019-09-18