



INKO svetovanje, d.o.o.

Izračun verjetnosti za nastanek nesreče v železniškem
prometu na območju ureditve vozlišča z ureditvijo
železniške postaje Pragersko

Tehnično poročilo

INKO TP-03-19

Ustreza INKO PV-01-Poslovniku vodenja kakovosti

Ljubljana, julij 2019

Naročnik: **Republika Slovenija**
Ministrstvo za za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19
1000 Ljubljana
Slovenija

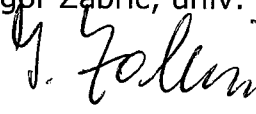
Izvajalec: **INKO svetovanje, d.o.o.**
Kolezijska 5A
1000 Ljubljana
Slovenija

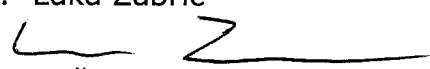
Št. pogodbe: DRSC št. 2431-19-300090 z dne 14.06.2019

Vodja projekta: Igor Zabric, univ. dipl. inž. el.

Naslov poročila: Izračun verjetnosti za nastanek nesreče v železniškem prometu na območju ureditve vozlišča z ureditvijo železniške postaje Pragersko

Št. poročila: INKO-TP-03-19

Poročilo izdelala: Igor Zabric, univ. dipl. inž. el.


Poročilo pregledal: Luka Zabric


Prejemniki: Naročnik (3x) + CD
Izvajalec – arhiv (1x)

Datum izdelave: julij 2019

© INKO, d.o.o

KAZALO

| | |
|---|----------|
| OKRAJŠAVE | 1 |
| SEZNAM TABEL | 2 |
| SEZNAM SLIK | 3 |
| 1. UVOD | 4 |
| 2. PRISTOP | 5 |
| 3. ANALIZA | 9 |
| 3.1 Opis predložene spremembe sistema | 9 |
| 3.2 Identifikacija in definicija nevarnosti in posledic | 10 |
| 3.2.1 Identifikacija nevarnosti | 10 |
| 3.2.2 Definicija kategorij nevarnosti | 14 |
| 3.2.3 Definicija posledic | 15 |
| 3.3 Analiza tveganja | 16 |
| 3.3.1 Iztirjenja in trčenja vlakov (H1) | 16 |
| 3.3.2 Požari (H2) | 22 |
| 3.3.3 Druge nesreče (H3) | 22 |
| 3.4 Kvantitativni kriterij za sprejemljivo tveganje | 23 |
| 3.5 Vrednotenje tveganja | 30 |
| 3.5.1 Razpoložljivi podatki o nesrečah | 30 |
| 3.5.2 Vrednotenje tveganja za Slovenske železnice v celoti | 30 |
| 3.5.2.1 Iztirjenja in trčenja vlakov (H1) | 30 |
| 3.5.2.1.1 Vrednotenje scenarijev | 31 |
| 3.5.2.1.2 Izračun | 41 |
| 3.5.2.2 Požari (H2) | 43 |
| 3.5.2.2.1 Vrednotenje scenarijev | 43 |
| 3.5.2.2.2 Izračun | 44 |
| 3.5.2.3 Druge nesreče (H3) | 44 |
| 3.5.2.3.1 Vrednotenje scenarijev | 44 |
| 3.5.2.3.2 Izračun | 47 |
| 3.5.2.4 Ocena skupnega tveganja | 47 |
| 3.5.3 Vrednotenje tveganja za ureditev vozlišča in žel. postaje Pragersko | 51 |
| 3.5.3.1 Iztirjenja in trčenja vlakov (H1) | 51 |
| 3.5.3.1.1 Vrednotenje scenarijev | 51 |
| 3.5.3.1.2 Izračun | 56 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.5.3.2 | Požari (H2) | 58 |
| 3.5.3.2.1 | Vrednotenje scenarijev | 58 |
| 3.5.3.2.2 | Izračun | 58 |
| 3.5.3.3 | Druge nesreče (H3) | 59 |
| 3.5.3.3.1 | Vrednotenje scenarijev | 59 |
| 3.5.3.3.2 | Izračun | 60 |
| 3.5.3.4 | Ocena skupnega tveganja | 60 |
| 4 | ZAKLJUČKI | 61 |
| 5 | REFERENCE | 64 |
| 6 | DODATEK: IZVLEČKI PODATKOV O NESREČAH IN OPRAVLJENIH STORITEV IZ POROČIL | 68 |
| 6.1 | Uvod | 68 |
| 6.2 | Podatki iz poročil Javne agencije za železniški promet (AŽP) | 68 |
| 6.3 | Podatki iz poročil Uprave RS za zaščito in reševanje | 72 |
| 6.4 | Podatki iz poročil Slovenskih železnic | 75 |

OKRAJŠAVE IN DEFINICIJE

| | |
|-----------|--|
| C1 | Ostale posledice |
| C2 | Več kot ena smrtna žrtev |
| C3 | Izpust nevarnih snovi (NS) s posledicami na okolje in/ali ljudi |
| C4 | Večje število smrtnih žrtev |
| C5 | Izpust nevarnih snovi (NS) z večjimi posledicami za okolje in/ali ljudi |
| ERA | European Railway Agency (Evropska agencija za železnice) |
| ERTMS | European rail traffic management system (Evropski sistem upravljanja železniškega prometa) |
| ES | Evropska Skupnost |
| ETCS | European Train Control System (Evropski sistem za kontrolo vlakov) |
| FRA | Federal Railroad Administration (Federalna železniška uprava ZDA) |
| IZTNS | Iztirjeni vagoni ne vključujejo NS-vagona |
| ND | Povprečno število iztirjenih vagonov |
| NH | Nesreča pri nižji hitrosti |
| NS | Nevarne snovi |
| NS-vagoni | Vagoni z nevarnimi snovmi |
| POSK | Iztirjeni NS-vagoni niso poškodovani |
| PVO | Presoja vpliva na okolje |
| QC2 | Iztirjenje ali trčenje potniškega vlaka ne povzroči več kot eno smrtno žrtev |
| ROSA | Rail Optimisation Safety Analysis |
| SVC | Skupni varnostni cilji |
| SV | Signalno varnostni |
| SVK | Skupni varnostni kazalniki |
| SŽ | Slovenske železnice |
| TK | Tele komunikacijski |
| TOV | Nesreča ne vključuje tovornega vlaka |
| ZDA | Združene Države Amerike |
| ZN | Začetna nevarnost |

SEZNAM TABEL

| | |
|--|----|
| Tab. 3-1: Kategorije nevarnosti za analizo tveganja | 14 |
| Tab. 3-2: Kategorije posledic za analizo tveganja..... | 15 |
| Tab. 3-3: Indikativni kriteriji za dogodke z različnimi posledicami za SŽ v celoti..... | 29 |
| Tab. 3-4: Števila trčenj in iztirjenj v obdobju 2000 - 2017 | 31 |
| Tab. 3-5: Deleži tovornih vlakov v gostoti vlakov na dan za obdobje 2001 - 2017..... | 33 |
| Tab. 3-6: Povprečna skupna masa tovornega vlaka in delež mase prevoženega blaga za obdobje 2001 do 2017 v prometu SŽ-ja..... | 35 |
| Tab. 3-7: Deleži NS v prevozu tovora - URSZR | 36 |
| Tab. 3-8: Verjetnosti, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj eden NS-vagon za različne N _D | 38 |
| Tab. 3-9: Ocenjene pogostosti nesreč s posameznimi posledicami zaradi iztirjenja /trčenja (Slovenske železnice) | 41 |
| Tab. 3-10: Skupno število drugih dogodkov v obdobju 2007 – 2017..... | 45 |
| Tab. 3-11: Skupno tveganje od vseh obravnavanih kategorij nevarnosti | 48 |
| Tab. 3-12: Števila dogodkov na železnicah v Veliki Britaniji v 4-letnem obdobju, [4] ... | 50 |
| Tab. 3-13: Primerjava letnih števil dogodkov na železnicah v Veliki Britaniji (VB) s SŽ | 50 |
| Tab. 3-14: Primerjava števil dogodkov na milijon vlak-km na železnicah v Veliki Britaniji (VB) s SŽ..... | 51 |
| Tab. 3-15: Verjetnosti, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj eden NS-vagon za različne N _D (nova proga) | 54 |
| Tab. 3-16: Ocenjene pogostosti nesreč s posameznimi posledicami zaradi iztirjenja /trčenja (nova proga) | 56 |
| Tab. 3-17: Skupno tveganje od vseh obravnavanih kategorij nevarnosti - nova proga . | 60 |
| Tab. 4-1: Primerjava ocenjenih kategorij tveganja za novo progo z indikativnimi kriteriji | 61 |
| Tab. 4-2: Tveganje za SŽ izraženo na milijon vlak-km..... | 62 |
| Tab. 4-3: Tveganje za novo progo izraženo na milijon vlak-km | 62 |
| Tab. 4-4: Ocenjeno tveganje za progo Trst - Divača, [29] | 63 |
| Tab. 6-1: Podatki o številih nesreč po letih - AŽP | 69 |
| Tab. 6-2: Podatki o številih žrtev, poškodovanih in incidentov po letih - AŽP | 70 |
| Tab. 6-3: Podatki o vlak-kilometrih po letih - AŽP | 71 |
| Tab. 6-4: Podatki o številih nesreč in izrednih dogodkov brez posledic po letih-URSZR. | 73 |
| Tab. 6-5: Podatki o prevozu nevarnih snovi (NS) - URSZR | 74 |
| Tab. 6-6: Podatki o prometnih storitvah SŽ-ja za obdobje 2001 - 2007 | 76 |
| Tab. 6-7: Podatki o prometnih storitvah SŽ-ja za obdobje 2008 - 2013 | 77 |
| Tab. 6-8: Podatki o prometnih storitvah SŽ-ja za obdobje 2014 - 2017..... | 78 |
| Tab. 6-9: Gradnja novih tirov..... | 79 |
| Tab. 6-10: Nivojski prehodi | 79 |

SEZNAM SLIK

| | |
|--|----|
| Sl. 2-1: Splošen pristop k oceni tveganja za novo progo..... | 5 |
| Sl. 3-1: Drevo dogodkov za iztirjenje in trčenje..... | 18 |
| Sl. 3-2: Poenostavljeno drevo dogodkov za požar na vlaku | 22 |
| Sl. 3-3: Poenostavljeno drevo dogodkov za druge nesreče..... | 23 |
| Sl. 3-4: Vrednotenje scenarijev za iztirjenja / trčenja (H1) | 42 |
| Sl. 3-5: Vrednotenje scenarijev za požare na vlakih (H2)..... | 44 |
| Sl. 3-6: Vrednotenje scenarijev za druge nesreče (H3)..... | 47 |
| Sl. 3-7: Vrednotenje scenarijev za iztirjenja / trčenja (H1) za novo progo | 57 |
| Sl. 3-8: Vrednotenje scenarijev za požare na vlakih (H2) - nova proga..... | 59 |
| Sl. 3-9: Vrednotenje scenarijev za druge nesreče (H3) - nova proga..... | 60 |

1. UVOD

Prostorske ureditve, povezane s preureditvijo železniške postaje Pragersko ter z ureditvijo izvennivojskega križanja lokalne ceste (Ptujska cesta skozi Pragersko) z železniško progo Pragersko–Ormož obsegajo:

- rekonstrukcijo tirov in tirnih naprav;
- gradnjo treh peronov (en bočni in dva otočna);
- ureditev dostopa potnikov na perone (podhod s stopniščem in dvigalom);
- ureditev izvennivojskega križanja Ptujske ceste z železniško progo Pragersko–Ormož, južno od postaje (podvoz);
- ureditev izvennivojskega križanja na poljski poti (podvoz);
- ureditev izvennivojskega križanja (podvoz) in servisnih cest severno od postaje (severna servisna cesta, podvozna cesta do notranjega trianglera in servisna cesta v triangleru);
- podaljšanje podvoza obvoznice Pragersko;
- rekonstrukcijo postajnega poslopja;
- gradnjo novih objektov: garaža za težko motorno drezino (v nadaljnjem besedilu: TMD), stavba za vzdrževalce signalnovarnostnih in telekomunikacijskih (v nadaljnjem besedilu: SVTK) in elektroenergetskih (v nadaljnjem besedilu: EE) naprav, stavba za vzdrževalce Sekcije za vzdrževanje prog Maribor (v nadaljnjem besedilu: SVP MB) ter prizidek prometnega urada;
- ureditev dveh parkirišč v sklopu železniške postaje;
- ureditev novega postajališča pri prehodu Stražgonjca (peron, dostopi, parkirišče);
- deviacije kategoriziranih cest in nekategoriziranih cest in poti;

Za namen izdelave presoje vplivov na okolje je potrebno izdelati izračun verjetnosti za nastanek nesreče v železniškem prometu na novo zgrajeni progi in postaji Pragersko. Analiza po načelu previdnosti upošteva vse zgoraj navedene prostorne ureditve, in ne zgolj ureditve za 1. fazo projekta (postajališča Stražgonjca, nadgradnjo mreže iz 3kV na 25 kV in izgradnjo nekaterih dodatnih tirov, ki so predmet 2. faze bo zgrajena kasneje, če se bo izkazala potreba).

Poglavje 2 poročila opisuje pristop k izračunu verjetnosti nastanka nesreče in zakonodajne dokumente s tega področja.

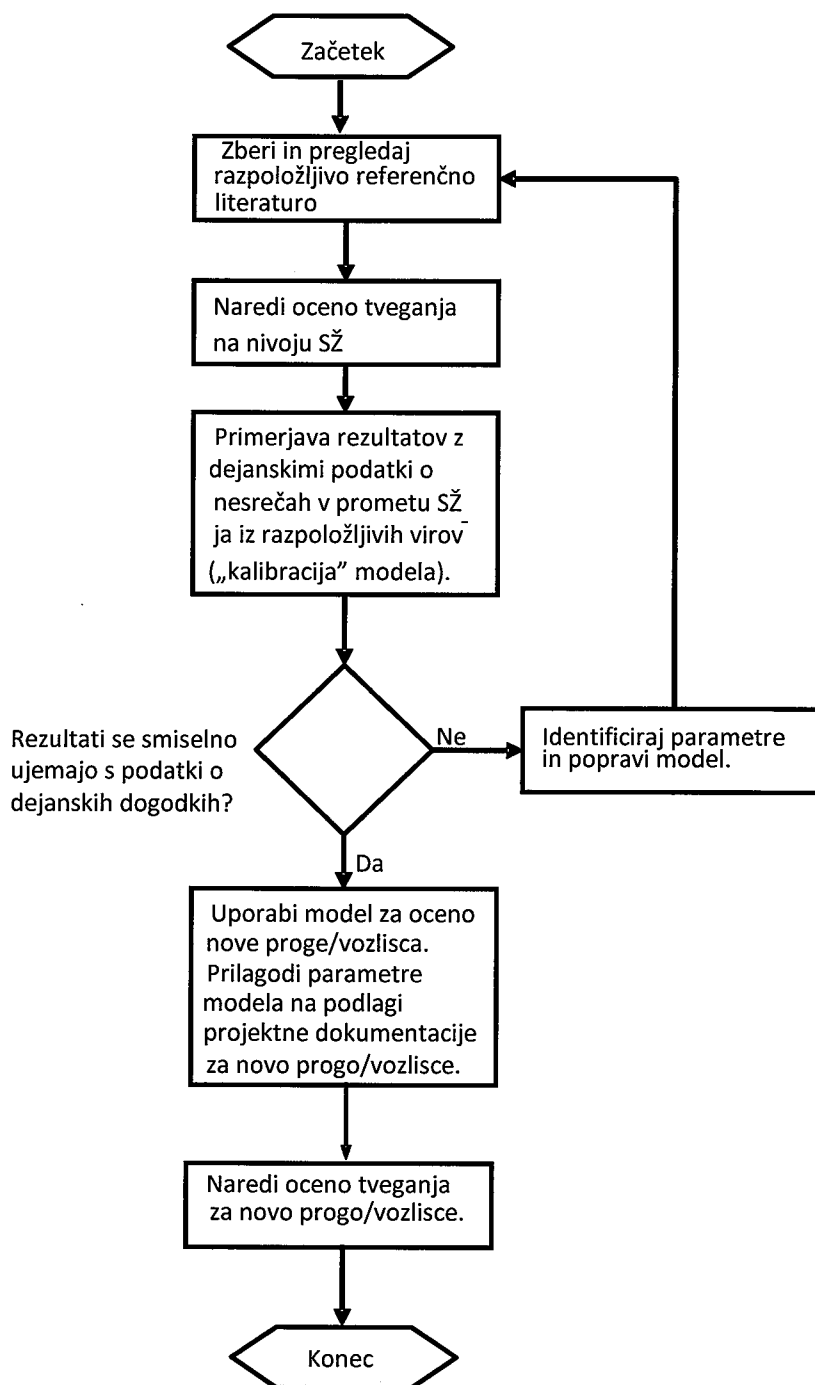
V poglavju 3 je detajlno opisana izdelava analize tveganja, obdelava vhodnih podatkov, identifikacija možnih nevarnosti in posledic ter definicija sprejemljivih kriterijev tveganja v železniškem prometu.

Poglavje 4 podaja zaključke študije in poglavje 5 navaja uporabljeno literaturo.

Dodatek, poglavje 6, prikazuje podatke o nesrečah in opravljenih storitvah Slovenskih železnic, ki so bili uporabljeni pri oceni tveganja.

2. PRISTOP

Pristop v splošnem temelji na prejšnjih študijah, ki ste bili narejeni leta 2010 in 2015 za progo Koper - Divača, [4], [29]. Ta pristop je za potrebe predmetne študije prikazan na Sl. 2-1.



Sl. 2-1: Splošen pristop k oceni tveganja za novo progo in vozlische

Kot je bilo navedeno v prejšnjih študijah [5], [29] je bil prvi zakonski dokument Evropske Skupnosti, ki je predstavil sprejemljivo metodologijo za nadzor in oceno tveganja v železniških sistemih »Commission Regulation (EC) No. 352/2009« [6]. Metodologija je bila določeno na podlagi člena 6(3)(a) Direktive 2004/49/ES Evropskega parlamenta in Sveta [7]. Metodologija je dodatno pojasnjena v navodilih in poročilih Evropske agencije za železnice (European Railway Agency, ERA) [8], [9] in [10].

Obvladovanje tveganja in ocena tveganja, kot je opisana v zakonodaji [6], se nanaša na proces ocenjevanja varnostnega nivoja in usklajenosti z varnostnimi zahtevami pomembnejših sprememb. Obvladovanje rizika in ocena rizika obsega varnostna tveganja glede tehničnih, obratovalnih in organizacijskih sprememb železniškega sistema.

V členu 4(1) omenjenega zakonskega dokumenta je navedeno:

Če ne obstajajo nacionalna pravila, ki definirajo pomembne spremembe v državi članici, mora predlagatelj pretehtati možne vplive sprememb na varnost železniškega sistema. V primeru, da predlagana sprememba nima vpliva na varnost, oceno in obvladovanje tveganja, kot je opisano v členu 5, je ni potrebno upoštevati.

Glede določanja značilnosti predložene spremembe je v navodilu [8] pojasnjeno, da poteka v dveh korakih. Najprej je potrebno preveriti če sprememba lahko vpliva na varnost. V primeru, da sprememba lahko vpliva na varnost, je potrebno v drugem koraku preveriti pomembnost spremembe za katere so podani določeni kriteriji v členu 4(2) omenjenega zakonskega dokumenta.

Člen 4(2) pravi:

Kadar predlagana sprememba nima vpliva na varnost, mora predlagatelj določiti z inženirsko oceno pomembnost sprememb glede na naslednje kriterije:

- a) posledice napake: verjeten najhujši scenarij v primeru odpovedi sistema ob upoštevanju varnostnih pregrad zunaj sistema;
- b) novosti zaradi izvedbe spremembe; to upošteva oboje, novitete v železniškem prometu in novitete zaradi izvedbe spremembe;
- c) kompleksnost spremembe;
- d) monitoring: nezmožnost nadzora izvedenih sprememb tekom življenjskega ciklusa in izvedbe pravih intervencij;
- e) reverzibilnost: nezmožnost vrnitve v prejšnje stanje - pred spremembo;
- f) dopolnitev: ocena važnosti spremembe upoštevajoč vse pred kratkim nastale varnostne modifikacij na sistemu ki se ocenjuje in kateri ni bil ocenjen kot pomemben. Predlagatelj mora priložiti adekvatno dokumentacijo, da opraviči svojo odločitev.

Glede na navedene kriterije lahko obravnavamo spremembo železniškega sistema kot pomembno in sicer:

- (a) posledice napake: odpoved zaradi napake v opremi ali človeškega faktorja, na novem delu sistema (novi progi), ki bi lahko povzročila nesrečo s posledicami za ljudi in okolje.
- (b) novosti: s stališča inovativnosti, v smislu možnega negativnega vpliva na varnost se lahko predpostavi, da obravnavana sprememba ne predstavlja pomembno spremembo, saj bo temeljila na preverjeni in dokazani projektni metodologiji in opremi. Kot je iz opisa spremembe razvidno, bo novi odsek proge vsekakor temeljil na novih (sodobnih) tehnologijah, vendar ne na inovativnih v smislu nepreizkušenih.
- (c) kompleksnost: s tega stališča sprememba vsekakor sodi v značilne spremembe.

- (d) monitoring: monitoring in interventni ukrepi so predvideni s projektom in bodo omogočeni v vseh fazah življenjskega cikla sistema.
- (e) reverzibilnost: ni razloga, da vrnitev sistema v prvotno stanje ne bi bilo izvedljivo, z izjemo neugodnega finančnega in ekonomskega učinka.
- (f) dopolnjevanje: pregled ostalih sprememb v železniškemu sistemu ni predmet te študije. Kljub temu se zdi smiselno predpostaviti, da ni bilo takšnih drugih sprememb, ki bi z uvajanjem novega odseka proge imele sinergijski negativen učinek na varnost.

V medčasu, to je od izdelave prejšnjih študij [5], [29] (leta 2010, 2015), je bilo znotraj ERA-a kar nekaj konzultacij, razprav in predlogov na temo skupne metode za ocenjevanje tveganja in kriterijev za sprejemljivo tveganja, kar se je vse skupaj končalo z razveljavitvijo Regulative št. 352/2009, [6] in njeno nadomestitvijo z novo Izvedbeno uredbo št. 402/2013 [14], ki je začela veljati 3. maja 2013. Ocena učinka, ki je bila opravljena glede sprememb, uvedenih z Izvedbeno uredbo (EU) št. 402/2013, je zajemala analizo usklajenih meril sprejemanja tveganj za tehnične sisteme. V poročilu je bilo poudarjeno, da je treba v skupno varnostno metodo vključiti dodatna merila sprejemanja tveganja, ki jih uredba 402/2013 ne določa. Taka merila bi morala omogočiti vzajemno priznavanje strukturnih podsistemov in vozil, ki so v skladu z zakonodajo Unije, med državami članicami na področju interoperabilnosti železniškega sistema. Da bi lahko ločili sprejemanje tveganja, povezano s tehničnimi sistemi, od sprejemanja operativnih tveganj in skupnega tveganja na ravni železniškega sistema, je izraz „merila sprejemanja tveganja“ pri tehničnih sistemih spremenjen v „usklajeni konstrukcijski cilji“ za take tehnične sisteme. Usklajeni konstrukcijski cilji se lahko uporabljajo za dokazovanje sprejemljivosti tveganj, ki izhajajo iz odpovedi delovanja tehničnega sistema, v primerih, v katerih se predlagatelj odloči za uporabo načela eksplicitne ocene tveganja. ERA je Komisiji predložila svoje priporočilo za spremembo Izvedbene uredbe (EU) št. 402/2013, s katerim naj bi bil dosežen preostali cilj pooblastila Komisije glede usklajenih konstrukcijskih ciljev. Detajli so podani v referencah [15], [16], [17], [18], [19], [30] in [31]. Kratek povzetek je podan v poglavju 3.4, ki se ukvarja s kriterijih za sprejemljivo tveganje.

V zvezi s potekom razvoja in sprejemanjem metodologij za ocenjevanje tveganja zaradi naravnih in drugih nesreč se lahko omeni, da je bila avgusta 2014 v Uradnem listu Republike Slovenije objavljena Uredba o izvajanju Sklepa o mehanizmu Unije na področju civilne zaščite, [11] ter Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o izvajanju Sklepa o mehanizmu Unije na področju civilne zaščite [32]. Uredba, oziroma predmetni mehanizem Unije, zadeva tudi ocenjevanje tveganja zaradi železniških nesreč.

V obrazložitvi Uredbe se med ostalim navaja, da naravne in druge nesreče nenehno ogrožajo človeštvo, ker napredek prinaša vse večjo ranljivost družbe kot celote. Nesreče zaradi tega povzročajo čedalje večjo škodo in posledice. Obrazložitev poudarja, da ocene tveganj za nesreče zaradi tega pridobivajo na pomenu. Tudi Evropska komisija, kot se v nadaljevanju razlaga, daje velik poudarek aktivnostim, ki se nanašajo na vsebino in izdelavo ocen tveganj za nesreče. Na ta način je Evropska komisija konec leta 2010 izdala smernice, ki urejajo ocenjevanje in prikazovanje tveganj na področju obvladovanja nesreč, [12], po katerih naj bi države članice zbližale načine izdelave in vsebino ocen tveganj za nesreče. Na ta način je, kot se poudarja, Evropska komisija želela spodbuditi države članice, da bi delo na tem področju kljub različnim izhodiščem posameznih držav teklo bolj intenzivno in usklajeno, predvsem pa skuša s pomočjo smernic državam članicam svetovati oziroma omogočiti uporabo podobnih metod in določitev vsebin ocen tveganj za nesreče. Rezultati ocen tveganj za nesreče posameznih držav bi bili tako bolj primerljivi. Ideja je, da bi se Evropski komisiji na ta način omogočila izdelava enotnih pregledov tveganj zaradi naravnih in drugih nesreč v evropskem prostoru.

Podlaga za izdelavo ocen tveganj za nesreče je Sklep št. 1313/2013/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 17. decembra 2013 o mehanizmu Unije na področju Civilne

zaščite, [13], skupaj še z nekaterimi drugimi pomembnimi dokumenti. Omenjeni Sklep, ki velja od 1. januarja 2014, med drugim v 6. členu določa izdelavo ocen tveganj za nesreče.

Zgoraj omenjene evropske smernice, [12], navajajo, da ocenjevanje tveganja v splošnem poteka v treh fazah:

- ugotavljanje (identifikacija) tveganja;
- analiza tveganja;
- ovrednotenje tveganja.

Smernice tudi podajajo (v Prilogi 3) seznam metod za ocenjevanje tveganja, ki med ostalim vključuje široko znane metode kot so drevesa okvar, drevesa dogodkov, FMEA, HAZOP, itn.

3. ANALIZA

3.1 Opis predložene spremembe sistema

Predvidena je preureditev železniške postaje Pragersko. Na podlagi drugega odstavka 37. člena in na podlagi drugega odstavka 11. člena Zakona o umeščanju prostorskih ureditev državnega pomena v prostor (Uradni list RS, št. 80/10 (106/10 – popr.) in 57/12) v zvezi s 27. členom Zakona o spremembah in dopolnitvah Zakona o umeščanju prostorskih ureditev državnega pomena v prostor (Uradni list RS, št. 57/12) je Vlada Republike Slovenije izdala Uredbo o državnem prostorskem načrtu za preureditev železniške postaje Pragersko. Z omenjenim državnim načrtom se predvidi preureditev železniške postaje Pragersko.

S tem državnim prostorskim načrtom se načrtujejo prostorske ureditve, povezane s preureditvijo železniške postaje Pragersko ter z ureditvijo izvennivojskega križanja lokalne ceste, LC999133 Ptujška cesta skozi Pragersko (v nadaljnjem besedilu: Ptujška cesta), z železniško progo Pragersko–Ormož:

- na celotnem območju državnega prostorskega načrta se izvede rekonstrukcija tirov in tirnih naprav (širše območje postaje Pragersko);
- gradnja treh peronov (en bočni in dva otočna);
- ureditev dostopa potnikov na perone (podhod s stopniščem in dvigalom);
- ureditev izvennivojskega križanja Ptujške ceste z železniško progo Pragersko–Ormož, južno od postaje (podvoz);
- ureditev izvennivojskega križanja na poljski poti (podvoz);
- ureditev izvennivojskega križanja (podvoz) in servisnih cest severno od postaje (severna servisna cesta, podvozna cesta do notranjega trianglera in servisna cesta v triangleru);
- podaljšanje podvoza obvoznice Pragersko;
- rekonstrukcija postajnega poslopja
- ureditev novega postajališča pri prehodu Stražgonjca (peron, dostopi, parkirišče);
- deviacije kategoriziranih cest in nekategoriziranih cest in poti;
- ureditev dveh parkirišč v sklopu železniške postaje;

Na širšem območju postaje Pragersko se izvede rekonstrukcija tirov in tirnih naprav v dolžini približno 5,5 km. Na ožjem območju postaje Pragersko, ki ga določajo peroni, se zgradijo: bočni peron št. 1 dolžine 400 m in širine 3 m; otočni peron št. 2 dolžine 400 m in širine od 5 m do 8 m; otočni peron št. 3 dolžine 400 m in širine od 4 m do 8 m. Peroni so dvignjeni 0,5 m nad bližnjo tirnico. V približno 575 km železnice se za dostop potnikov na perone zgradi podhod za pešce s stopniščem in dvigali. Poslopje železniške postaje se rekonstruira, ob njem se zgradi parkirišče za največ 13 vozil. Na vzhodni strani tirov se zgradi parkirišče za največ 144 vozil.

Izvedejo se deviacije kategoriziranih in nekategoriziranih cest in dostopi do objektov v skupni dolžini 4,5 km. Vse deviacije so v asfaltni izvedbi.

Ob postaji Pragersko bodo zgrajeni pomožni objekti. Garaža za potrebe vzdrževanja železniških vozil se zgradi kot kovinska konstrukcija površina 300 m², ima samo pritličje. Dostop v objekt je na čelni, jugozahodni strani, prek dviznih, sekcijskih vrat z vgrajenim osebnim preходом. Vz dolž objekta se naredi ograjeno odlagališče materiala površine 400 m² in je dostopno z dovozne ceste.

Stavba za potrebe vzdrževanja vozne mreže in vozil ter stavba za vzdrževalce. Površina objektov je do 320 m². Dostopov v objekta bo več, urejeni bodo na njihovi čelni in vzdolžni strani. Na območju stavb se zgradita dve parkirišči z največ 18 parkirnimi mesti. Urejene so dostopne površine ter manipulacijske in parkirne površine za intervencijska vozila in vzdrževalce.

Prizidek prometnega urada se zgradi kot masiven, klasično grajen, opečni objekt. Površina objekta je do 85 m².

3.2 Identifikacija in definicija nevarnosti in posledic

3.2.1 Identifikacija nevarnosti

V referenčni literaturi obstaja veliko virov, ki podajajo generične nevarnosti v železniških sistemih. Spodaj navajamo le nekatere.

Federalna železniška uprava ZDA (Federal Railroad Administration, FRA) v navodilu o poročanju o dogodkih [23] podaja izčrpno listo vzrokov železniških nesreč, skupaj z odgovarjajočimi okrajšavami (za potrebe poročanja). V omenjenemu navodilu [23] so vzroki nesreč razdeljeni v naslednje kategorije:

- Okvara tirnic, železniškega nasipa in konstrukcij
- Okvara signalizacij in komunikacij
- Napake na mehanskih in električnih sistemih
- Različni vzroki
 - Okoljevarstveni
 - Postopek natovarjanja
 - Nesreče na križiščih
 - Nenavadna obratovalna stanja
 - Ostali dogodki (vandalizem, dogodki brez znanega vzroka)

Vsaka posamezna kategorija vzrokov je sestavljena iz večjega števila različnih specifičnih vzrokov.

Podobna navodila in sezname obstajajo tudi v evropski zakonodaji. V [9] je podan generični seznam nevarnosti (hazardov) narejen v sklopu nemško-francoskega projekta ROSA (Rail Optimisation Safety Analysis) na podlagi znanih nevarnosti v obeh državah. Seznam je sestavljen iz 61 kategorij takoimenovanih »začetnih nevarnosti« (»starting point hazards«):

- | | |
|-------|--|
| ZN 01 | Začetna napačna določitev omejitve hitrosti (glede na infrastrukturo) |
| ZN 02 | Napačna določitev omejitve hitrosti (glede na vlak) |
| ZN 03 | Napačna določitev zaviralne dolžine /napačen profil hitrosti /napačne zaviralne krivulje |
| ZN 04 | Nezmožnost zaviranja (fizični vzroki) |

| | |
|-------|---|
| ZN 05 | Napačna /neprimerna hitrost /aktivacija zavor |
| ZN 06 | Zabeležena napačna hitrost (napačna hitrost vlaka) |
| ZN 07 | Napaka na omejevalniku hitrosti |
| ZN 08 | Vožnja v napačno smer |
| ZN 09 | Napačna smer vožnje /namerno zamujanje /kombinacija ZN 08 in ZN 14 |
| ZN 10 | Zabeležena napačna absolutna /relativna pozicija |
| ZN 11 | Napaka prepoznavanja vlaka |
| ZN 12 | Izguba celovitosti vlaka |
| ZN 13 | Možna napačna smer vlaka |
| ZN 14 | Napaka v pošiljanju podatkov o voznem redu /Agencija za prevoz |
| ZN 15 | Konstruktivna napaka tračnic |
| ZN 16 | Odpoved stikalnega elementa |
| ZN 17 | Napačna komanda stikalnega elementa |
| ZN 18 | Napačen status stikalnega elementa |
| ZN 19 | Sistemski predmet na tračnicah (lahko se odstrani, ne vključuje gramoz) |
| ZN 20 | Tuj predmet na tračnicah (lahko se odstrani) |
| ZN 21 | Udeleženec v prometu na tračnicah |
| ZN 22 | Zdrs gramoza |
| ZN 23 | Vpliv aerodinamičnih sil na vlak |
| ZN 24 | Oprema vlaka /elementi /tovor vlaka presega dovoljene količine |
| ZN 25 | Nepravilno določena dovoljena količina tovora |
| ZN 26 | Napačno natovorjen vlak |
| ZN 27 | Zlomljeno kolo, zlomljena os |
| ZN 28 | Pregrevanje osi, koles, ležajev |
| ZN 29 | Napaka na ranžirnem vlaku /začasna zaustavitev |
| ZN 30 | Napaka ogrodja /vagona |
| ZN 31 | Prekršek (s stališča varnosti) |
| ZN 32 | Prečkanje tračnic s strani pooblaščenih oseb |
| ZN 33 | Delo na tračnicah (uradno osebje) |
| ZN 34 | Vdor pooblaščenih oseb na tračnice |
| ZN 35 | Padec posameznika s perona na tračnice |
| ZN 36 | Zdrs /posameznik preblizu robu perona |
| ZN 37 | Delo na sosednjem vlaku (uradna oseba) |
| ZN 38 | Oseba namerno zapusti vlak (ne vključuje izmenjavo potnikov) |
| ZN 39 | Padec posameznika skozi stranska vrata |
| ZN 40 | Padec posameznika skozi zadnja vrata |
| ZN 41 | Vlak odpelje z odprtimi vrati |
| ZN 42 | Padec posameznika v prehod med vagonoma |

| | |
|-------|--|
| ZN 43 | Potnik se nagiba skozi vrata |
| ZN 44 | Potnik se nagiba skozi okno |
| ZN 45 | Osebj /strežnik se nagiba skozi vrata |
| ZN 46 | Osebj /strežnik se nagiba skozi okno |
| ZN 47 | Ranžirno osebj se nagiba čez stopnico |
| ZN 48 | Padec posameznika s ploščadi v prostor med vlakom in peronom |
| ZN 49 | Padec posameznika iz vlaka ali izstop iz vlaka kjer ni perona |
| ZN 50 | Padec posameznika med izmenjavo potnikov |
| ZN 51 | Zapiranje vrat dokler je posameznik med vrati |
| ZN 52 | Vlak spelje med izmenjavo potnikov |
| ZN 53 | Možnost poškodbe posameznika na vlaku |
| ZN 54 | Nevarnost požara (na /v vlaku) – kategorija nesreče (Posledice ZN 55, ZN 56) |
| ZN 55 | Neprimerna temperatura (v vlaku) |
| ZN 56 | Zastrupitev /zadušitev (v vlaku) |
| ZN 57 | Električni udar (na /v vlaku) |
| ZN 58 | Padec posameznika s perona (izključuje primer med izmenjavo potnikov) |
| ZN 59 | Neprimerna temperatura (na peronu) |
| ZN 60 | Zastrupitev /zadušitev (na peronu) |
| ZN 61 | Električni udar (na peronu) |

V [20] se navaja, da pri identifikaciji nevarnosti (»hazarda«) gre za »kaj če« aktivnost, ki išče možne vzroke in posledice nesreč. Skupina, ki se ukvarja z oceno tveganja v železniških nesrečah je prišla do največjega možnega števila verjetnih nevarnosti pri izdelavi analize tveganja.

Nekatere nevarnosti, kot so na primer direktna trčenja predstavljajo ekstremni dogodek za potnike ali tovor na vlaku. Ostale nesreče, kot so iztirjenja in indirektna trčenja z nepremičnimi tarčami (kot so mostni stebri, objekti ob progi), morajo biti upoštevane – posebej na progah s tuneli, mostovi, velikimi križišči ali drugimi nepremičnimi objekti ob progi. Zgodovina železniških nesreč je polna primerov dodatnih silovitih trčenj (včasih nepričakovanih) med iztirjanjem ali direktnim trčenjem. Zaradi tega je potrebno za vse znane primere nesreč oceniti verjetnost da se zgodijo na progi ali delu proge, ki se analizira.

V skladu z [20] so nekatere nevarnosti, ki morajo biti upoštevane v analizi tveganja našteje v nadaljevanju. Potrebno je omeniti, da je [20] usmerjena v analizo tveganja zaradi trkov, kar nekoliko omejuje kategorije nevarnosti, ki se obravnavajo.

- Trčenje dveh vlakov
 - Lokomotiva enega vlaka trči v lokomotivo drugega potniškega ali tovornega vlaka
 - Potniški vagon trči v drugi potniški vagon
 - Potniški vagon trči v lokomotivo potniškega ali tovornega vlaka
 - Potniški vagon trči v tovorni vagon
 - Tovorni vagon trči v potniški vagon

- Stranski trk
- Trčenje vlaka in vozila
 - Lokomotiva trči v avtomobil
 - Vagon trči v avtomobil
 - Lokomotiva trči v komercialno /industrijsko vozilo
 - Vagon trči v komercialno /industrijsko vozilo
 - Lokomotiva trči v vozilo za vzdrževanje (ob cesti)
 - Vagon trči v vozilo za vzdrževanje (ob cesti)
- Trk vlaka v nepremični objekt (po iztirjenju)
 - Lokomotiva trči v mostne stebre
 - Vagon trči v mostne stebre
 - Lokomotiva trči v trdni stranski objekt
 - Vagon trči v trdni stranski objekt
- Iztirjanje
 - Iztirjanje na posebno progo
 - Iztirjanje do katerega pride zaradi dela na progi
 - Iztirjanje ki povzroči da vlak ostane brez dela tovara

Podatki o nezgodah in nesrečah, ki so na razpolago, ne vrednotijo zelo natančno zgoraj opisane nevarnosti (oziroma s podatki, ki so na razpolago ni možno oceniti pogostosti /verjetnosti zgoraj naštetih nesreč z natančno opisanimi vzroki). Zaradi tega je bilo potrebno uporabiti bolj splošne kategorije nevarnosti.

V ta namen se zdi smiselno uporabiti kategorije, ki so definirane v Direktivi 2004/49/ES [7], za skupne varnostne kazalnike (SVK).

Namreč, z namenom olajšanja ocene o doseganju skupnih varnostnih ciljev (SVC) in zagotovitve spremljanja splošnega razvoja varnosti na železnici, omenjena Direktiva [7] zahteva (v členu 5), da države članice zbirajo informacije o skupnih varnostnih kazalnikih (SVK) iz letnih poročil varnostnih organov. Prvo referenčno leto za SVK je bilo 2006. O kazalnikih je treba poročati v letnem poročilu za naslednje leto.

Omenjena direktiva definira naslednje kazalnike v zvezi z nesrečami (Priloga I Direktive):

1. Skupno in relativno (glede na vlakovne kilometre) število nesreč in razčlenitev naslednjih vrst nesreč:
 - trčenja vlakov, vključujoč trčenja z ovirami znotraj gabaritov,
 - iztirjenja vlakov,
 - nesreče na železniških prehodih, vključno z nesrečami v katerih so vpleteni pešci,
 - nesreče, ki jih povzročijo tirna vozila med gibanjem in v katerih so udeležene osebe, razen samomorov,
 - samomori,
 - požari na tirnih vozilih,
 - druge.

O vsaki nesreči se poroča v okviru primarne nesreče, četudi so posledice sekundarne nesreče hujše, npr. požar po iztirjenju.

2. Skupno in relativno (glede na vlakovne kilometre) število resno poškodovanih oseb in smrtnih žrtev po vrsti nesreče, je razčlenjeno na naslednje kategorije:

- potniki (tudi glede na skupno število potniških kilometrov),
- zaposleni, vključno z osebjem pogodbenikov,
- uporabniki nivojskih križišč,
- nepooblaščen osebe na železniški progi,
- druge.

V Državnemu načrtu zaščite in reševanja ob železniški nesreči [25] je navedeno, da do železniške nesreče lahko pride zaradi:

- trčenja vlakov,
- naleta vlakov,
- iztirjenja vlakov,
- požara na vlaku ali v okolici proge,
- eksplozije na vlaku in
- poškodbe na progi (kamenje, plaz, poplave, ipd.).

3.2.2 Definicija kategorij nevarnosti

Številčni podatki o nesrečah, so opisani v dodatku, poglavje 6.

Glede na zgornja razglabljanja (poglavje 3.2.1) in na dostopnost podatkov, so nevarnosti (hazardi) razvrščene v tri splošne kategorije, kot je opisano v Tab. 3-1.

Tab. 3-1: Kategorije nevarnosti za analizo tveganja

| | Kategorija nevarnosti | Opomba |
|----|------------------------------|---|
| H1 | Iztirjenja in trčenja vlakov | Kategorija vključuje tudi zunanje vzroke (npr. objekte na progi) |
| H2 | Požari | Kategorija se nanaša na požare, kot začetne dogodke in vključuje tudi zunanje požare. Kategorija izključuje požare, ki nastanejo kot posledica iztirjenja, ali trčenja. Ti so vključeni v kategorijo 1. |
| H3 | Druge nesreče | Kategorija se nanaša na nesreče, ki lahko povzročijo smrtne žrtve zaradi drugih vzrokov kot so iztirjenja, trčenja in požari. Vključene so: <ul style="list-style-type: none"> • nesreče na železniških prehodih, vključno z nesrečami, v katerih so vpleteni pešci; • nesreče, ki jih povzročijo tirna vozila med gibanjem in v katerih so udeležene osebe; Samomori niso vključeni. |

3.2.3 Definicija posledic

Za potrebe analize tveganja so definirane tri kategorije posledic, kot v Tab. 3-2.

Tab. 3-2: Kategorije posledic za analizo tveganja

| | Kategorija posledic | Opomba |
|----|---|---|
| C5 | Izpust nevarnih snovi (NS) z večjimi posledicami za okolje in /ali ljudi – višje hitrosti | <p>Kategorija lahko vključuje večje število sekundarnih in primarnih žrtev.</p> <p>Primarne žrtve so direktna posledica nesreče, to je iztirjenja ali trčenja.</p> <p>Sekundarne žrtve so posledica vpliva izpusta nevarnih snovi.</p> <p>Do nesreče pride pri višji hitrosti in se pričakuje več kot 5 iztirjenih vagonov.</p> <p>Za potrebe predmetne študije smo »večje število žrtev« definirali kot več kot deset žrtev. Poudariti je treba, da gre za indikativno definicijo.</p> <p>Navodilo [8] definira »katastrofalne posledice« kot nesrečo ki ima za posledico več kot eno smrtno žtev. V tem smislu smo razdelili posledice:</p> <ul style="list-style-type: none"> • C3/C2 lahko vključujejo več kot eno, ampak ne več kot deset smrtnih žrtev; • C5/C4 lahko vključujejo več kot deset smrtnih žrtev. <p>Nekateri viri definirajo odnos med številom resnih poškodb in smrtno žtev. Npr., v britanskemu letnemu poročilu [28] se privzema, da deset resnih poškodb statistično odgovarja eni smrtni žrtvi.</p> |
| C4 | Večje število smrtnih žrtev (nesreče pri višjih hitrostih) | <p>Kategorija se nanaša na nesreče pri katerih ni izpustov NS-jev, vendar še vedno lahko povzročijo večje število primarnih smrtnih žrtev, npr.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trčenje dveh potniških vlakov; • Trčenje potniškega in tovornega vlaka; • Trčenje vlaka z avtobusom. <p>Kot za C5, do nesreče pride pri višjih hitrostih.</p> |
| C3 | Izpust nevarnih snovi (NS) s posledicami na okolje in /ali ljudi – nižje hitrosti | <p>Kategorija lahko vključuje več kot eno, vendar ne več kot 10 sekundarnih oz. primarnih žrtev.</p> <p>Do nesreče pride pri nižji hitrosti in se pričakuje do 4 iztirjene vagone.</p> |
| C2 | Več kot ena smrtna žtev | <p>Kategorija se nanaša na nesreče pri katerih ni izpustov NS-jev, vendar še lahko povzročijo več kot eno in ne več kot deset primarnih smrtnih žrtev, npr.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trčenja pri nižjih hitrostih; • Nesreče ob prehodih; • Nesreče, ki vključujejo tirno vozilo med gibanjem. |

| | Kategorija posledic | Opomba |
|----|---------------------|--|
| C1 | Ostale posledice | <p>Ostale posledice, za potrebe te analize tveganja so posledice, ki niso težke ali katastrofalne v zgornjem smislu. Torej, to so posledice, ki so limitirane na ne več kot eno smrtno žrtev. Lahko vključujejo tudi manjše vplive na okolje.</p> <p>Posledice, ki so omejene na materialno škodo brez vplivov na okolje niso posebej obravnavane.</p> |

Kategorije posledic se bi lahko definirale bolj natančno kot so v Tab. 3-2, vendar bi bila uporabnost bolj natančnih kategorij zelo vprašljiva glede na razpoložljive številčne podatke o nesrečah v referenčnih dokumentih (dodatek, poglavje 6).

»Ostale posledice« (kategorija C1) ne bodo kvantitativno obravnavane.

3.3 Analiza tveganja

Kot številčno merilo tveganja smo privzeli pričakovano letno število dogodkov z določeno posledico. Enačba tveganja za določeno kategorijo nevarnosti je:

$$R_{Hi,Cj} = f_{Hi} Q_{Hi,Cj}$$

kjer so:

$R_{Hi,Cj}$ tveganje zaradi nevarnosti H_i in posledice C_j ; (/leto); (pogostost dogodkov kategorije H_i , ki pripeljejo do posledice C_j ;

f_{Hi} pogostost dogodkov kategorije H_i (/leto);

$Q_{Hi,Cj}$ pogojna verjetnost, da dogodek kategorije H_i pripelje do posledice C_j .

Pogojne verjetnosti $Q_{Hi,Cj}$ se tipično definirajo kot produkt bolj natančno definiranih pogojnih verjetnosti, ki se ocenijo iz razpoložljivih podatkov.

Celotno tveganje zaradi posledice C_j se lahko oceni na podlagi seštevka:

$$R_{Ci} = \sum_i R_{Hi,Cj} = \sum_i f_{Hi} Q_{Hi,Cj}$$

Modele (enačbe) tveganja za posamezne kategorije nevarnosti predstavljamo v poglavjih, ki sledijo.

3.3.1 Iztirjenja in trčenja vlakov (H1)

Iztirjenje, ali pa trčenje vlakov lahko povzroči različne posledice, ki so navedene v Tab. 3-2.

Študija tveganja zaradi prevoza nevarnih snovi po železnici v ZDA [22] navaja, da je celotna verjetnost izpusta odvisna od vseh pogojnih verjetnosti:

- (1) Najmanj ena nesreča letno naj bi se zgodila v obravnavanem segmentu;
- (2) Nesreča naj bi bila takšne magnitude da povzroči iztiranje več vagonov;
- (3) Vlak ima najmanj en vagon, ki vsebuje nevarne snovi;

- (4) Najmanj eden od iztirjenih vagonov naj bi vseboval nevarne snovi;
- (5) Vagon z nevarnim snovmi je tako poškodovan, da pride do sproščanja večine nevarnih snovi.

Študija razlikuje nesreče nastale na glavnih progah in na manipulativnih prostorih/postajah.

Za nesreče na glavnih progah je celotna frekvenca tveganj vsota frekvenc iztirjenj in trkov. Torej privzeto je, da enaka enačba tveganja velja za oba primera nesreč.

Pri formulaciji enačbe tveganja se uporablja terminologija "iztirjenje" in enačbe so zanesljive za resnična iztirjenja. Ne obstaja enostaven način kako obravnavati direktna trčenja za potrebe ocene tveganja. Študija zgolj domneva, da pogojne verjetnosti, ki veljajo za iztirjenja, veljajo enako dobro tudi za trčenja. Izraz "iztirjenje" je treba razlagati na način, da vključuje iztirjenja in trčenja.

Za nesreče na manipulativnih prostorih ali postajah se v študiji navaja, da je negotovo kaj je "prava" korelacija za izražanje razmerja med pogostostjo nesreč na manipulativnih prostorih ali postajah in operativnih parametrih, kot so: povprečna hitrost vagonov, število vagonov, dolžina tira na manipulativnih prostorih ali postajah, skupni obseg prometa v bruto tonah, itd. Upoštevanje teh operativnih spremenljivk v korelaciji za stopnje nesreč na manipulativnih prostorih ali postajah je kompleksno.

Za izračun stopenj nesreč na manipulativnih prostorih ali postajah so bili na voljo podatki za število iztirjenj in različne vrste trkov po vsej ZDA. Medtem ko je bilo na voljo število nesreč na vsaki progi znotraj manipulativnih prostorov ali postajah, pa podatek o skupni bruto ton-milji blaga, ki se prevaža na vsaki progi znotraj manipulativnih prostorov ali postajah, ni bil na razpolago. Zato je bilo nemogoče izraziti stopnje nesreč na manipulativnih prostorih ali postajah z istimi parametri, kot so bili uporabljeni za stopnje nesreč na glavnih linijah.

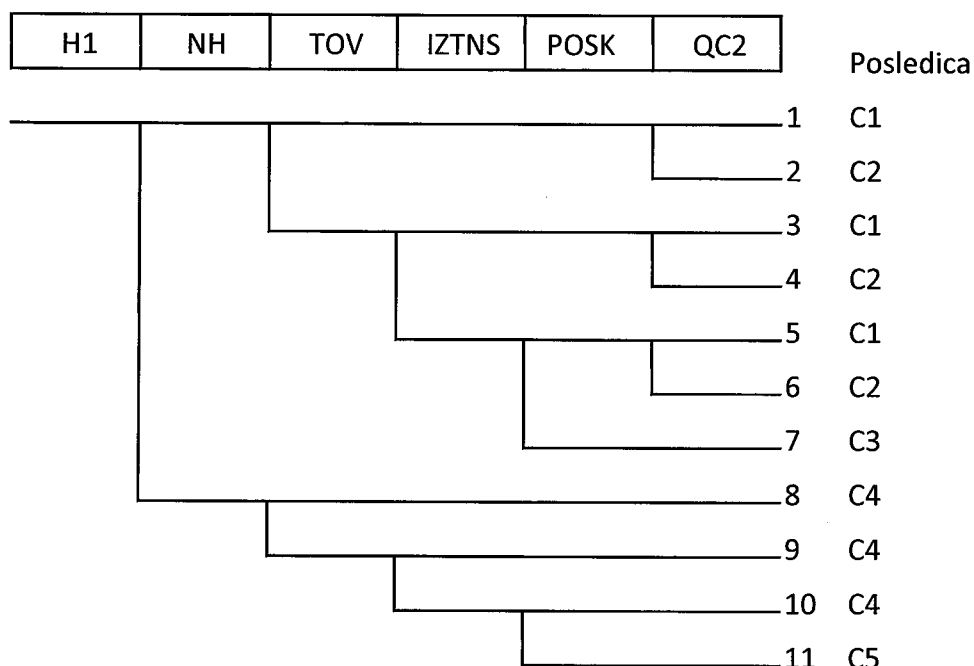
Za potrebe analize tveganja je število klasificiranih vagonov uporabljeno kot korelacijski parameter za nesreče na manipulativnih prostorih ali postajah.

Natančneje je uporabljena korelacija:

(Povprečna pogostost nesreč na manipulativnih prostorih ali postajah, število / leto) = (Stopnja nesreč, izražena v število nesreč po klasificiranih vagonih) x (število klasificiranih vagonov letno, število / leto)

Pri vhodnih podatkih, ki so dostopni za to analizo (dodatek, poglavje 6), nesreče niso razvrščene med nesreče na glavnih progah in nesreče na manipulativnih prostorih oz. postajah. Predpostavlja se, da sta obe vrsti nesreč zajeti v podatkih in so pogostosti predstavljene v dogodkih po vlakovnem kilometru. Za potrebe te analize se predpostavlja, da se kvantitativni model tveganja (enačba) lahko uporablja za nesreče na glavnih progah enako kot za nesreče na manipulativnih prostorih in postajah.

Na podlagi prejšnjih razglabljanj je tveganje zaradi izpustov nevarnih snovi zaradi iztirjenj in trčenj predstavljeno z drevesom dogodkov na Sl. 3-1.



| | |
|-------|--|
| H1 | Iztirjenje ali trčenje vlaka (z objektom ali drugim vlakom) |
| NH | Nesreča pri nižji hitrosti |
| TOV | Nesreča ne vključuje tovornega vlaka |
| IZTNS | Iztirjeni vagoni ne vključujejo NS-vagona |
| POSK | Iztirjeni NS-vagoni niso poškodovani |
| QC2 | Iztirjenje ali trčenje potniškega vlaka ne povzroči več kot eno smrtno žrtev |

Sl. 3-1: Drevo dogodkov za iztirjenje in trčenje

Zaradi vrednotenja drevesa dogodkov je potrebno oceniti določene parametre, ki so opisani v nadaljevanju.

Pogostost iztirjenj/trčenj vlakov

Pogostost iztirjenj in trčenj vlakov je ocenjena na podlagi razpoložljivih podatkov o nesrečah (dodatek, poglavje 6). Osnovni podatki za to so število nesreč (iztirjenj/trčenj) po posameznih letih. Ocena pogostosti je opisana v poglavju 3.5.2.1 na nivoju SŽ-ja in v poglavju 3.5.3.1 za progo Maribor - Pragersko.

Deleži nesreč pri višjih in nižjih hitrostih

Kot je bilo že večkrat poudarjeno, so posledice zelo odvisne od hitrosti pri kateri se je nesreča zgodila. Zaradi tega bo treba oceniti pogojne verjetnosti za iztirjenja/trčenja pri višjih oz. nižjih hitrostih. Ocena je narejena na podlagih razpoložljivih virov (dodatek, poglavje 6 in projektna dokumentacija za vozlišče Pragersko) in presoje. Ocena je opisana v poglavju 3.5.2.1 na nivoju SŽ-ja in v poglavju 3.5.3.1 za progo Maribor - Pragersko in vozlišče Pragersko.

Število vagonov v »povprečnem« tovrnem vlaku

Skupno število vagonov v tovrnem vlaku (N_T) je potrebno za oceno verjetnosti, da iztirjeni vagoni vključujejo določene vagone, ki vsebujejo NS. Ocena števila vagonov v povprečnem tovrnem vlaku bo narejena na podlagi presoje in obstoječih podatkov.

Za lažjo ilustracijo je podan primer iz omenjene ameriške študije tveganja zaradi prevoza NS [22]. Povprečno število tovrnih vozil, definirano kot "povprečni tovrni vlak", je bilo ocenjeno na 69,1 (v letu 1982). Ta številka se je spreminjala po različnih regijah v ZDA in sicer od 66,1 do najvišje vrednosti 71,9. Povprečno število tovrnih vagonov v vlaku je bilo precej konstantno od 67 vagonov v letu 1978 do 69,1 vagonov v letu 1982.

Ocena povprečnega števila tovrnih vagonov je opisana v poglavju 3.5.2.1 na nivoju SŽ-ja in v poglavju 3.5.3.1 za progo Maribor - Pragersko.

Povprečno število NS-vagonov v tovrnem vlaku

V splošnem je tovrni vlak sestavljen iz vagonov z različnimi tovari od katerih nekateri vsebujejo nevarne snovi. Potrebna je ocena povprečnega števila NS-vagonov v tovrnem vlaku (N_X), ker vpliva na verjetnost, da so med iztirjenimi vagoni prav vsi NS-vagoni. Ocena je narejena na podlagi razpoložljivih podatkov o železniškemu prevozu tovara v Sloveniji.

Za ilustracijo, v ameriški študiji tveganja zaradi prevoza NS [22], so navedena naslednja povprečna števila NS-vagonov določenih v tovrnem vlaku v ZDA:

- Vnetljivi stisnjeni plini: 0.344 vagonov po vlaku;
- Klor: 0.139 vagonov po vlaku;
- Žveplena kislina: 0.142 vagonov po vlaku;
- Vse nevarne snovi: 2.805 vagonov po vlaku.

Ocena povprečnega števila NS-vagonov v tovrnem vlaku je opisana v poglavju 3.5.2.1 na nivoju SŽ-ja in v poglavju 3.5.3.1 za novo progo Maribor-Pragersko.

Povprečno število iztirjenih vagonov po nesreči

Za oceno verjetnosti iztirjenja NS-vagona po železniški nesreči (iztirjenju/trčenju vlaka) je potrebno določiti povprečno število iztirjenih vagonov po nesreči. Ameriška študija tveganja zaradi prevoza NS [22] poudarja:

- Število iztirjenih vagonov je zelo odvisno od hitrosti vlaka pred nesrečo;
- Število iztirjenih vagonov je v splošnem neodvisno od dolžine vlaka dokler je skupno število vagonov večje od 25;
- Do poškodb enega ali več vagonov je prišlo pri 54% nesreč s trčenjem;
- Število iztirjenih vagonov je enako odvisno od hitrosti vlaka ne glede na dejstvo, da se je nesreča zgodila na glavnih progah ali na manipulativnih prostorih in postajah.

V študiji [22] je narejen pregled podatkov, ki se nanašajo na iztirjenje vagonov z nevarnimi snovmi. Ta pregled je pokazal, da se iztirjanje vagonov z nevarnimi snovmi lahko prikaže z gama distribucijo. Povprečno število iztirjenih vagonov N_D je odvisno od hitrosti vlaka in se lahko izračuna s pomočjo formule:

$$N_D = AU^{0.5}$$

kjer sta:

U hitrost vlaka izražena v miljah na uro

A konstanta; za iztiranja na glavnih progah in manipulativnih prostorih ali postajah (za vse vzroke $A = 1.7$).

Ocena povprečnega števila iztirjenih vagonov po nesreči je opisana v poglavju 3.5.2.1 na nivoju SŽ-ja in v poglavju 3.5.3.1 za progo Maribor - Pragersko.

Verjetnost, da iztirjeni vagoni vključujejo NS-vagone

V nesrečah z iztirjanjem, ob predpostavki da N_D vagonov iztiri, obstaja končna verjetnost da nekateri od N_D vagonov vsebujejo nevarne snovi. Pogojna verjetnost specifičnega števila NS-vagonov, da iztirijo (J_X) glede na celotno število tovornih vagonov N_T , ki iztirijo med nesrečo, je odvisna od naslednjih parametrov:

- Celotnega števila NS-vagonov (N_X) v vlaku in celotnega števila vagonov N_T v vlaku;
- Razporeda N_X vagonov v vlaku, kar pomeni ali so N_X vagoni povezani skupaj, ali so razvrščeni v različnih blokih, in ali so popolnoma naključno razvrščeni v vlaku;
- Lokacije NS-vagonov v vlaku (prva četrtina, zadnja četrtina vlaka, sredina vlaka, in podobno).

V ameriški študiji [22] se predpostavlja, da se iztiranja dogajajo sekvencialno. Na ta način, obstajata le dve lokaciji na vlaku, kjer se lahko začne takšno iztiranje in pri katerem se iztiri N_D vagonov, od katerih pa natančno J_X vagonov z nevarno snovjo. (Skupno število vagonov vlaka je N_T , od katerih N_X vagonov z nevarno snovjo.) Odgovarjajoče formule za verjetnost, skladno z gornjo predpostavko, so podane spodaj.

V primeru, da je skupno število iztirjenih vagonov večje od skupnega števila NS-vagonov ($N_D > N_X$) velja :

$$P(J_X | N_D, N_T) = \begin{cases} \frac{2}{N_T} & \text{za } 1 \leq J_X < N_X \\ \frac{N_D - N_X + 1}{N_T} & \text{za } J_X = N_X \end{cases}$$

V primeru, da je skupno število iztirjenih vagonov manjše od skupnega števila NS-vagonov ($N_X > N_D$) pa velja:

$$P(J_X | N_D, N_T) = \begin{cases} \frac{2}{N_T} & \text{za } 1 \leq J_X < N_D \\ \frac{N_X - N_D + 1}{N_T} & \text{za } J_X = N_D \\ 0 & \text{za } J_X > N_D \end{cases}$$

Ocena verjetnosti, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj eden NS-vagon je opisana v poglavju 3.5.2.1 na nivoju SŽ-ja in v poglavju 3.5.3.1 za progo Maribor - Pragersko.

Verjetnost in količina izpustov iz iztirjenih NS-vagonov

Odvisno od resnosti nesreče iztirjenja lahko pride ali ne pride do izpustov iz iztirjenih vagonov. Nesreča lahko povzroči poškodbe tlačnih ventilov, cevovodov, stranic vagona, kar lahko pripeljejo do možnih izpustov. Hitrost izpusta in količina izpuščenih snovi je odvisna od narave, lokacije in velikosti poškodbe.

V ameriški študiji [22] je pokazano, da je količina izpusta iz vagona odvisna od hitrosti iztirjenja.

Nemogoče je izpuste vseh nevarnih snovi predstaviti z eno korelacijo glede na dejstvo, da je količina izpusta odvisna v veliki meri od narave in lastnosti snovi. Za primer utekočinjenega stisnjenega plina, odprtina (luknja) v vagonu lahko pripelje do padca tlaka in izpusta pomembnega deleža vsebine vagona, neodvisno od lokacije odprtine. Enako velika luknja v vagonu, ki vsebuje žvepleno kislino ne mora povzročiti znaten izpust.

V predstavljenem modelu, verjetnost poškodbe, ki vodi v nastanek odprtine je enaka verjetnosti, da pride do izpusta določene vsebine vagona (s predpostavko, da je iztiril vagon z nevarnimi snovmi), ki lahko povzroči resne posledice. Ta predpostavka je konservativna. Za število vagonov z odprtinami (med iztirjenimi) je predpostavljeno, da sledi bi-nominalno distribucijo s parametrom q . (Glej spodnjo enačbo).

V študiji [22] ni bilo na voljo detajlnih podatkov glede specifičnih izpustov nevarnih snovi iz vagonov po iztirjenju, da bi se lahko ocenila stopnja do katere so mere zaščite učinkovite. Zaščitni ukrepi kot so na primer ščiti, toplotne izolacije so učinkoviti v primeru iztirjenja z malo hitrostjo. Jasno je, da verjetnost nastanka odprtine narašča s hitrostjo vlaka pred iztirjenjem. Enačba je bila razvita na osnovi podatkov o verjetnosti izpusta in hitrosti vlaka pred iztirjenjem:

$$q = aU^{0.5}$$

kjer sta:

- q pogojna verjetnost izpusta v procentih pri določeni hitrosti vlaka U (milje na uro) in
- a faktor odvisnosti; $a = 2.07$.

V študiji [22] baza podatkov obsega vlake malih hitrosti (pod 5 milj na uro) in velikih hitrosti (do 70 milj na uro). V področju hitrosti od 0 do 70 milj na uro je bila povprečna verjetnost prikazana kot:

$$\bar{q} = 5.58a$$

Ocena verjetnosti izpusta nevarne snovi iz iztirjenega vagona, za potrebe te analize tveganja, je opisana v poglavju 3.5.2.1 na nivoju SŽ-ja in v poglavju 3.5.3.1 za progo Maribor - Pragersko.

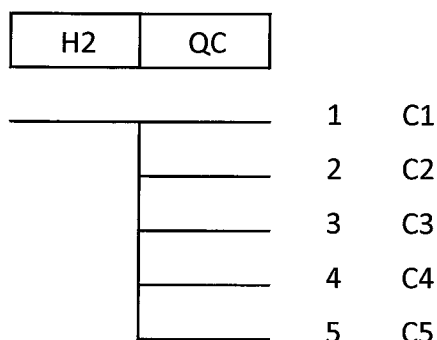
Verjetnost, da iztirjenje/trčenje pri nižjih hitrostih povzroči več kot eno smrtno žrtev

Namen omenjene funkcije (QC2) je, da v podatkih o iztirjenjih/trčenjih loči incidente in nesreče s poškodbami oz. tiste omejene na eno žrtev nesreče, in tiste ki vključujejo več kot eno smrtno žrtev in/ali posledice za okolje. Ta parameter je ocenjen na podlagi razpoložljivih podatkov (kot je opisano v poglavju 3.5.2.1 na nivoju SŽ-ja in v poglavju 3.5.3.1 za progo Maribor Pragersko).

3.3.2 Požari (H2)

Požar na tovornem ali potniškem vlaku lahko pripelje do posledice C1, C2, C3, C4 ali C5. Na primer, lahko pride do poškodbe lokomotive ter enega ali več vagonov in do prevrnitve posameznih vagonov. Razpoložljivi viri (dodatek, poglavje 6) ne podajajo podatkov o dogodkih povezanih s požarom razen števila dogodkov za nekaj let. Zaradi tega je analiza tveganja za to kategorijo dogodkov omejena na enostavno oceno, utemeljeno na oceni pogostosti nevarnosti in pogojne verjetnosti za posamezno posledico, kot je to prikazano na

Sl. 3-2.



H2 Požar na vlaku

QC Požar na vlaku povzroči določene posledice

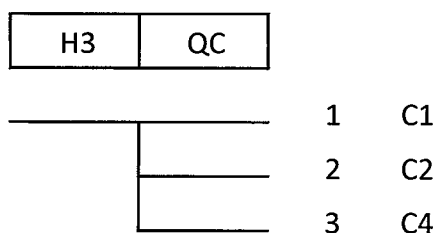
Sl. 3-2: Poenostavljeno drevo dogodkov za požar na vlaku

Ocene pogostosti požarov in pogojnih verjetnosti so narejene na podlagi razpoložljivih podatkov in presoje in so podane v poglavju 3.5.2.2 na nivoju SŽ-ja in v poglavju 3.5.3.2 za progo Maribor - Pragersko.

3.3.3 Druge nesreče (H3)

Kategorija drugih nesreč (H3) izključuje izpuste NS-jev (Tab. 3-1). Torej, dogodek iz te kategorije lahko pripelje do posledic C1, C2 in C4. Kot v primeru požarov je analiza tveganja za to kategorijo dogodkov predstavljena z enostavno oceno, utemeljeno na oceni pogostosti nevarnosti in pogojne verjetnosti za posamezno posledico, kot to prikazuje

Sl. 3-3.



H3 Druge nesreče

QC Druga nesreča povzroči določeno posledico

Sl. 3-3: Poenostavljeno drevo dogodkov za druge nesreče

Ocene pogostosti in pogojnih verjetnosti so narejene na podlagi razpoložljivih podatkov in presoje in so podane v poglavju 3.5.2.3 na nivoju SŽ-ja in v poglavju 3.5.3.3 za progo Maribor - Pragersko.

3.4 Kvantitativni kriterij za sprejemljivo tveganje

Lahko rečemo, da se je sistematičen razvoj in definiranje kvantitativnih kriterijev za sprejemljivo tveganje pri železniškemu prometu začel s študijo »Kriteriji sprejemljivega tveganja pri tehničnih sistemih in obratovalnih postopkih« [10] iz leta 2010. Evropska agencija za železnico (ERA) je naročila omenjeno študijo z namenom, da razišče in poroča o uporabi na različnih področjih kriterijev sprejemljivosti tveganja za tehnične sisteme in obratovalne postopke. Cilj naloge je bil, da se identificirajo kriteriji sprejemljivosti tveganja, ki se uporabljajo v različnih industrijah. Za agencijo je bilo zanimivo tudi ugotoviti kako se sprejemljivost kriterijev demonstrira. Ta informacija je, kot je bilo poudarjeno, koristna za morebitno uporabo kriterijev sprejemljivosti tveganja v železniškem sektorju.

V predhodno izdanih študijah so bile identificirane naslednje sheme kriterijev sprejemljivosti tveganja, ki bi se lahko dodatno upoštevale:

- Letalska industrija – Evropska letalska varnostna agencija in EUROCONTROL - metodologija ocene varnosti;
- Kemična industrija – Metodologija ocene rizika zaradi nesreče (ARAMIS) in način modeliranja;
- Železniška industrija v Veliki Britaniji – uporaba kriterijev sprejemljivosti tveganja znotraj železniškega sektorja in uporaba modela za oceno rizika/varnosti;
- Pomorska industrija – Metoda formalne ocene varnosti kot se uporablja v mednarodni pomorski organizaciji.

Omēnjena študija poudarja, da obstajata dva načina postavitve kriterijev sprejemljivosti tveganja:

1. »Na osnovi evidenc«. Kriteriji temeljijo na zgodovinskih evidencah nastalih na podlagi analize predhodnih varnostnih izvedb (mogoče z vgrajenim določenim faktorjem izboljšav), ki po navadi slonijo na konceptu »tako nizko kot je to razumno sprejemljivo« in na podobnih konceptih vodenja varnostnih izboljšav.

2. »Tehnološko vodeni«. Ti kriteriji se navadno določajo ne glede na to, ali so izkušnje pokazale, da so trenutno dosegljivi. Splošno, kriteriji sprejemljivosti rizika, ki sodijo v to kategorijo so precej manj odvisni od koncepta »tako nizko kot je to razumno sprejemljivo« in podobnih konceptov in je običajno skrajna naloga doseganje cilja.

Rezultati raziskave kažejo, da se pri postavitvi kriterijev sprejemljivosti tveganja v industriji uporabljajo cilji, ki temeljijo na evidencah. (Izjema temu pravilu je uveljavljena na Nizozemskem, kjer se tehnološko vodeni kriteriji sprejemljivosti tveganja uporabljajo v industrijah znotraj geografske panoge).

Študija, narejena za progo Koper - Divača je, v odsotnosti definiranega kvantitativnega kriterija za sprejemljivost tveganja zaradi uvajanja spremembe v železniški sistem, za indikacijo uporabljala kriterij izveden iz kriterija sprejemljivega tveganja za projektiranje varnostnih sistemov, kot je predstavljeno v poglavju 2.5.4 Zakonskega dokumenta Evropske Skupnosti »Commission Regulation (EC) No. 352/2009« [6].

Leta 2012 začelo se je s konzultacijami glede izkušenj z uporabo obstoječe Regulative št. 352/2009 v zvezi z ocenjevanjem tveganja, [15]. Konzultacije in predvidevane spremembe skupne varnostne metode za ocenjevanje tveganja so predvsem temeljile na naslednjih vhodnih podatkih:

- izkušnjah pridobljenih z uporabo Regulative No. 352/2009 od njenega sprejetja;
- razvoju projektne skupine o vlogi in odgovornostih teles za ugotavljanje skupne varnostne metode (CSM Common Safety Method);
- razvoju projektne skupine o merilih za sprejemljivost tveganja (Risk Acceptance Criteria-RAC), ki se zahteva in medsebojno sprejme za projektiranje tehničnih sistemov.

Kljub velikim prizadevanjem in validacijskem predlogu RAC, v danem časovnem okviru, ni bilo mogoče doseči skupnega stališča o usklajenih in dogovorjenih RAC med večino predstavnikov v delovni skupini. Posledično, besedilo poslano v posvetovanje ni vsebovalo nobenega novega predloga RAC.

Konzultacije so prinesle predlog spremembe (revizije) skupne varnostne metode za oceno tveganja, [15]. Predlog spremembe je vodila Agencija s pomočjo namenske "revizijske projektne skupine" in delovne skupine za CSM za ovrednotenje in oceno tveganja, ki je prvotno razvil obstoječo Regulativo No 352/2009. V primerjavi z regulativo, revizija naj bi pojasnila predvsem zahteve za neodvisni ocenjevalni organ. Opredelila naj bi merila, ki jih mora izpolnjevati ocenjevalni organ in potrebne zahteve za akreditacijo ali priznavanje njegove pristojnosti.

V paralelo so potekale tudi konzultacije na področju harmonizacije KST-jev, kar je rezultiralo z informativnim obvestilom [16]. V njem se poudarilo, da CSM za oceno tveganja (iz Regulative št. 352/2009) vsebuje eno usklajeno merilo za sprejemljivost tveganja (RAC), ki ga najdemo v prej omenjenemu poglavju 2.5.4. Delovne skupine Agencije so poskušale narediti predlog priporočila za nadaljnja merila za sprejemljivost tveganja RAC za tehnične sisteme, ki naj se vključile v revizijo CSM za oceno tveganj. Na koncu tega procesa razvoja ni bilo mogoče doseči nobenega sporazuma med nacionalnimi varnostnimi organi in predstavniki organov. Posledično nobeden RAC ni bil predlagan za to revizijo.

Omenjeno informativno obvestilo je podalo prve informacije o tej temi na strani ERA. Pojasnilo je namero o nadaljnjem razvoju usklajenih RAC za tehnične sisteme in določilo predlog zakonodajnega besedila za prihodnje revizije Regulative (novo Regulativo št. 402/2013 [14]).

Regulativa št. 402/2013 [14] je sprejeta v maju 2013. V obrazložitvi se poudarja da, ker dogovor o dodatnih merilih za sprejemljivost tveganja (RAC) ni bilo mogoče doseči med večino reprezentativnih strokovnjakov v delovni skupini CSM, Regulativa 402/2013 ni

spreminila obstoječih zahtev o RAC. V bistvu Regulativa 402/2013 je pojasnila zahteve za neodvisni ocenjevalni organ iz člena 6 Regulative No 352/2009.

Regulativa 402/2013 [14] ima enako formulacijo za kriterij sprejemljivosti tveganja pri projektiranju tehničnih sistemov, v členu 2.5.4, kot jo je imela Regulativa 352/2009 [6]: za tehnične sisteme kjer funkcionalna napaka ima kredibilen potencial za katastrofalne posledice, tveganja ni potrebno več zmanjševati če je pogostost te napake manjša ali enaka $1E-09$ po obratovalni uri. Nespremenjena je tudi definicija "katastrofalne posledice".

Leta 2014 je sprožena inicijativa za spremembo Regulative 402/2013 in sicer prav na področju KST-ja, [17]. Med letoma 2012 in 2014, je Agencija tesno sodelovala z vsemi zainteresiranimi stranmi, ki so želele aktivno sodelovati pri validaciji RAC za tehnične sisteme, vključno s člani delovne skupine za CSM za oceno tveganja, člani Nacionalne agencije za varnost omrežij in vsi predstavniki organov prevoznikov v železniškem prometu, upravljavci infrastrukture, zasebni imetniki vagonov in proizvajalci. Obseg uporabe RAC za tehnične sisteme je bil dogovorjen z zainteresiranimi stranmi.

Komisija je v skladu z Direktivo 2004/49/ES Evropsko železniško agencijo (v nadaljnjem besedilu: agencija) pooblastila za pripravo osnutka skupnih varnostnih ciljev (v nadaljnjem besedilu: CST) in s tem povezanega osnutka skupnih varnostnih metod za obdobje od 2011 do 2015. Glede na letno oceno iz leta 2013 je agencija Komisiji podala svoje priporočilo za spremembo drugega sklopa CST, kot je določeno v Sklepu Komisije 2012/226/EU z dne 23. aprila 2012 o drugem sklopu skupnih varnostnih ciljev za železniški sistem.

Vrednosti Nacionalnih referenčnih vrednosti (NRV) so podane v Izvedbenem sklepu Komisije z dne 11. decembra 2013 o spremembi Sklepa 2012/226/EU o drugem sklopu skupnih varnostnih ciljev za železniški sistem (notificirano pod dokumentarno številko C(2013) 8780). Od časa vzpostave referenčnih vrednosti Slovenija ni zabeležila prekoračitev referenčnih vrednosti.

Da bi se izognili zmedi med RAC za tehnične sisteme in katerokoli drugo vrsto meril sprejemljivosti tveganja (npr. operativni ali organizacijski RAC), in da bi lahko ločili sprejemanje tveganja, povezano s tehničnimi sistemi, od sprejemanja operativnih tveganj in skupnega tveganja na ravni železniškega sistema, je izraz „merila sprejemanja tveganja“ pri tehničnih sistemih spremenjen v „usklajeni konstrukcijski cilji“ za tehnične sisteme. Usklajeni konstrukcijski cilji, predlagani v novi uredbi 2015/1136 [31], se lahko uporabljajo za dokazovanje sprejemljivosti tveganj, ki izhajajo iz odpovedi delovanja tehničnega sistema v primerih, v katerih se predlagatelj odloči za uporabo načela eksplicitne ocene tveganja. V skladu s tem je spremenjena Priloga 1 Regulative 402/2013.

Pri tem so spremenjene in podane naslednje definicije izrazov:

- 'katastrofalna nesreča' pomeni nesrečo, ki običajno prizadene veliko ljudi in povzroči večje število smrtnih žrtev;
- 'sistematična odpoved' pomeni napako, ki se pojavlja vedno znova v določeni kombinaciji vhodnih dejavnikov ali v določenih okoljskih pogojih oziroma pogojih uporabe;
- 'napaka sistema' pomeni notranjo napako v specifikaciji, zasnovi, izdelavi, namestitvi, delovanju ali vzdrževanju ocenjevanega sistema;
- 'varnostni ukrep' pomeni tehnični, operativni ali organizacijski ukrep nadzorovanja tveganja zunaj ocenjevanega sistema, s katerim se zmanjša pogostnost pojavljanja nevarnosti ali ublažijo njene možne posledice;
- 'resna nesreča' pomeni nesrečo, ki običajno prizadene zelo majhno število ljudi in povzroči vsaj eno smrtno žrtev;

- 'z zelo nizko verjetnostjo' pomeni, da je pogostnost pojavljanja odpovedi enaka ali nižja od 10^{-9} na delovno uro;
- 'z nizko verjetnostjo' pomeni, da je pogostnost pojavljanja odpovedi enaka ali nižja od 10^{-7} na delovno uro.;

(Torej, bistvena razlika je, da se uvajata dva kvantitativna kriterija, en za večje posledice, drugi pa za manjše posledice.)

Za uveljavitev ukrepov za povečanje varnosti in prilagoditev predpisov EU so bili v letu 2015 dopolnjeni oziroma spremenjeni naslednji domači predpisi:

- Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o železniškem prometu (Uradni list RS, št. 84/2015 z dne 6. 11. 2015), ki je implementiral direktive: 2004/49/ES, 2007/59/ES, 2012/34/ES;
- Zakon o spremembah Zakona o varnosti v železniškem prometu (Uradni list RS, št. 82/2015 z dne 3. 11. 2015), ki je implementiral direktive: 2014/88/EU, 2014/38/EU, 2014/82/EU;
- Pravilnik o ravnanju ob resnih nesrečah, nesrečah in incidentih v železniškem prometu (Uradni list RS, št. 62/2015 z dne 28. 8. 2015), ki je zamenjal Pravilnik o ravnanju ob resnih nesrečah, nesrečah in incidentih (Uradni list RS, št. 119/07) in je usklajen z direktivo 2004/49/ES

Nadlajni ukrepi za izboljšanje varnosti železniškega sistema so podani v direktivi št. 2016/798 [33], ki je bila sprejeta v maju 2016. Direktiva je definirala skupne varnostne cilje (SVC) in skupne varnostne metode (SVM) s ciljem postopnega odpravljanja potrebe po nacionalnih predpisih.

Pri tem so spremenjene in podane naslednje definicije izrazov:

- 'huda nesreča' pomeni vsako nesrečo, v kateri je udeleženo najmanj eno premikajoče se tirno vozilo, katere posledica je najmanj ena smrtno ponesrečena ali hudo poškodovana oseba ali velika škoda na tirnih vozilih, progi, drugih napravah ali okolju oziroma večje motnje prometa, razen nesreč v delavnicah, skladiščih in depojih;
- 'resna nesreča' pomeni trženje ali iztirjenje vlakov, katerega posledice so smrt vsaj ene osebe ali hude poškodbe petih ali več oseb ali velika škoda na tirnih vozilih, infrastrukturi ali v okolju, in vsako drugo nesrečo z enakimi posledicami, ki ima očiten vpliv na ureditev varnosti na železnici ali na upravljanje varnosti; izraz „velika škoda“ pomeni škodo, ki jo lahko preiskovalni organ takoj oceni na skupno vsaj 2 milijona EUR;
- 'tehnična specifikacija za interoperabilnost' (TSI) pomeni specifikacijo, sprejeto v skladu z Direktivo (EU) 2016/797, v kateri je zajet vsak podsistem ali del podsistema zaradi izpolnjevanja bistvenih zahtev in zagotovitve interoperabilnosti železniškega sistema Unije;
- 'skupni varnostni cilji' (SVC) pomeni najmanjše stopnje varnosti, ki jih morajo doseči celotni sistem in če je to mogoče, različni deli železniškega sistema Unije (kot so železniški sistem za konvencionalne hitrosti, železniški sistem za visoke hitrosti, dolgi železniški predori ali proge, ki se uporabljajo samo za tovorni promet);
- 'skupne varnostne metode' (SVM) pomeni metode, ki opisujejo ocenjevanje stopnje varnosti in doseganje varnostnih ciljev ter skladnosti z drugimi varnostnimi zahtevami;

Na podlagi zgornjih definicij »hude nesreče« in »resne nesreče«, lahko rečemo, da »huda nesreča« odgovarja posledicam C4 in C5, »resna nesreča« pa posledicam C2 in

C3 (Tab. 3-2). Iz tega bi izhajali naslednji kriteriji glede funkcionalnih okvar na tehničnih sistemih železnice:

- v primeru, da okvara funkcije ima potencial za direktno povzročitev posledic C4 oziroma C5 tveganja zaradi okvare ni treba naprej zmanjševati, če je verjetnost okvare manjša kot 10^{-9} na obratovalno uro;
- v primeru, da okvara funkcije ima potencial za direktno povzročitev posledic C2 oziroma C3 tveganja zaradi okvare ni treba naprej zmanjševati, če je verjetnost okvare manjša kot 10^{-7} na obratovalno uro.

Vprašanje, na katerega bi bilo potrebno odgovoriti je: kakšno tveganje (v smislu števila nesreč) je »dovoljeno« (se lahko »tolerira«) zaradi tega, ker so dovoljene zgornje verjetnosti okvar na funkcijah, ki podpirajo varno »obratovanje« vlakov? Na to vprašanje se v okvirih predmetne analize lahko odgovori le indikativno.

Zgornji se kriteriji za »kvarljivost« nanašajo na posamezne funkcije. Torej, za pridobitev odgovora na zgornje vprašanje je potrebno odgovoriti na naslednje vprašanje: koliko (medseboj neodvisnih) funkcij, takšnih, da njihove okvare lahko direktno povzročijo posledice C4/C5 (oziroma C2/C3) podpira eno uro »obratovanja« vlaka?

Če bi bilo znano število takšnih funkcij (N_x), potem bi se »dovoljeno« tveganje od posledic C_x na uro »obratovanja« vlaka lahko ocenilo približno kot:

$$r_x = N_x K_x$$

pri čemer so:

r_x »dovoljeno« število nesreč s posledico C_x na eno vlak-uro;

N_x število funkcij čigar okvare lahko povzročijo dogodek s posledico C_x ;

K_x »dovoljeno« število okvar po funkciji na »obratovalno« vlak-uro (zgoraj navedeni kriterij za kvarljivost).

Ocene števila N_x ni možno narediti brez detaljne funkcionalne analize sistema, ki pa bi na veliko presegla namen in resurse predmetne naloge. Zato na zgornje vprašanje lahko odgovorimo le indikativno in na podlagi določenih predpostavk. Lahko na primer pogledamo, kakšno bi bilo »dovoljeno« tveganje od posameznih kategorij posledic, če predpostavimo, da obstaja vsaj 10 funkcij za vsako kategorijo, čigar okvare lahko direktno povzročijo odgovarjajoče posledice. Vzamimo $N_x = 10$ za vsaki x , za indikacijo.

Pri tem je pomembno poudariti, da gre za okvare, ki niso projektno predvidene (oziroma niso projektno pokrite v smislu, da jih projekt lahko tolerira brez posledic zaradi vgrajenih obramb).

Poudariti je treba, da bi dejansko število funkcij N_x lahko bilo tudi precej večje od 10 (npr. za en velikostni razred ali več). Število $N_x = 10$ je privzeto let kot indikacija.

Na podlagi znanih ali predpostavljenih N_x in K_x lahko ocenimo skupno »dovoljeno« tveganje od posamezne posledice C_x (v smislu »dovoljenega« letnega števila dogodkov s posledico C_x) pri obratovanju Slovenskih železnic v celoti kot:

$$R_x = U r_x = U N_x K_x$$

pri čemer so:

R_x »dovoljeno« število nesreč s posledico C_x na leto;

U število »obratovalnih« vlak-ur v enem letu.

Pripomeniti je treba, da zgornja formula predpostavlja, da je »dovoljeno« tveganje odvisno od velikosti sistema in obratovanja oziroma da je sorazmerno številu obratovalnih ur. Na ta način je večjemu sistemu dovoljeno večje tveganje. Takšna

predpostavka se na primer lahko izvede iz načina kako so definirani ERA-ini varnostni kazalci, ki so v bivstvu izkazani po opravljenih vlak-kilometrih ali pa potnik-kilometrih. Torej, večje letno število vlak-kilometrov (kar pomeni tudi večje letno število obratovalnih vlak-ur) dovoljuje večje letno število dogodkov.

Oceno letnega števila obratovalnih vlak-ur, U , bomo naredili na način kot v prejšnji študiji, [4]:

- najprej naredimo oceno zgornje meje,
- potem naredimo oceno spodnje meje in
- na koncu ocenimo srednjo vrednost na podlagi predpostavljene lognormalne porazdelitve.

Zgornja meja letnega števila obratovalnih vlak-ur

Na podlagi podatkov SŽ-ja v poglavju 6.4 se lahko izračuna, da je za obdobje 2001 - 2017 povprečna gostota vlakov na dan (vključno tovorni in potniški) bila:

696 vlakov/dan.

Za potrebe zgornje ocene obratovalnih ur predpostavimo, da vseh 696 vlakov »obratuje« cel čas, to je *24 ur dnevno*. Torej, zgornja ocena za letno število obratovalnih ur bi znašala:

$$696 \text{ vlakov} \times 8760 \text{ ur / leto} = 6.10 \times 10^6 \text{ obratovalnih vlak-ur / leto}$$

(Opozoriti je treba, da je mirujoči oziroma parkirani vlak tudi lahko vzrok nesreče - na primer, če je na napačni lokaciji. Torej, v smislu okvar podpornih tehničnih sistemov in z tem povezanega tveganja bi tudi mirovanje vlaka lahko bilo način »obratovanja«.)

Spodnja meja letnega števila obratovalnih vlak-ur

Spodnjo mejo obratovalnih vlak-ur bomo naredili ob predpostavki, da se kot »obratovalne« ure štejejo le ure v katerih je vlak v gibanju.

Na podlagi podatkov SŽ-ja v poglavju 6.4 se lahko izračuna za obdobje 2001 - 2017:

- Povprečno število *tovornih* vlak-km / leto: $L_{tov} = 8326294.12 \text{ vlak-km/leto}$;
- Povprečna hitrost *tovornih* vlakov: $v_{tov} = 32.13 \text{ km/hr}$.

Torej:

- Povprečno število obratovalnih *tovornih* vlak-ur na leto:

$$\circ \quad \frac{L_{tov}}{v_{tov}} = 259143.92 \text{ vlak-ur/leto.}$$

Za isto obdobje 2001 - 2017:

- Povprečno število *potniških* vlak-km / leto $L_{pot} = 10678352.94 \text{ vlak-km/leto}$;
- Povprečna hitrost *potniških* vlakov $v_{pot} = 52.21 \text{ km/hr}$.

Torej:

- Povprečno število obratovalnih *potniških* vlak-ur na leto:

$$\circ \quad \frac{L_{pot}}{v_{pot}} = 204526.97 \text{ vlak-ur/leto.}$$

Skupno, tovorni in potniški vlaki: $463670.89 \sim 4.64 \times 10^5 \text{ obratovalnih vlak-ur / leto.}$

Ocena povprečnega letnega števila obratovalnih ur

Povprečno letno število obratovalnih ur bomo ocenili, kot je že povedano, na podlagi predpostavke, da dejansko letno število obratovalnih vlak-ur sledi lognormalno razdelitev, pri kateri spodnja meja odgovarja 5-temu procentu in zgornja meja 95-temu procentu. Ob tej predpostavki je faktor napake:

$$EF = \sqrt{\frac{6.10 \times 10^6}{4.64 \times 10^5}} = 3.63$$

Standardna deviacija in srednja vrednost pripadajoče normalne razdelitve znašata:

$$\sigma = \frac{\ln EF}{\Phi^{-1}(0.95)} = \frac{\ln 3.63}{1.645} = 0.78$$

$$\mu = \ln \left(\frac{x_{0.95}}{EF} \right) = \ln \left(\frac{6.10 \times 10^6}{3.63} \right) = 14.33$$

Ocenjeno povprečno letno število obratovalnih ur je:

$$\exp \left(\mu + \frac{\sigma^2}{2} \right) = \exp \left(14.33 + \frac{0.78^2}{2} \right) = 2.27 \times 10^6 \text{ obratovalnih vlak-ur / leto}$$

Sprejemljivo tveganje

Na podlagi zgornjih predpostavk in ocen imamo:

$$U = 2.27 \times 10^6 \text{ obratovalnih vlak-ur / leto}$$

$$N_x = 10$$

$$K_x = 10^{-07} \text{ po obratovalni vlak-uri za C2/C3;}$$

$$10^{-09} \text{ po obratovalni vlak-uri za C4/C5.}$$

Iz tega dobimo naslednja »dovoljena« letna števila dogodkov po kategorijah posledic:

- posledice C2/C3: $(2.25 \times 10^6) \times 10 \times (10^{-07}) \approx 3 \text{ /leto ;}$
- Posledice C2/C3: $(2.25 \times 10^6) \times 10 \times (10^{-09}) \approx 0.03 \text{ /leto .}$

Zgornjo diskusijo lahko povzamemo kot v Tab. 3-3.

Tab. 3-3: Indikativni kriteriji za dogodke z različnimi posledicami za SŽ v celoti

| | Kategorija posledic | Indikativen kriterij |
|-------|---|-------------------------------|
| C4/C5 | Večje število smrtnih žrtev in / ali izpust nevarnih snovi (NS) z večjimi posledicami za okolje | Enkrat na nekoliko desetletij |
| C2/C3 | Več kot ena smrtna žrtev in / ali izpust nevarnih snovi (NS) z omejenimi posledicami na okolje | Nekoliko na leto |

Opozoriti je treba, da kriteriji izvedeni na podlagi zgoraj opisanih predpostavk služijo le kot indikacija za potrebe analize v tem poročilu. Pogostosti nesreč podane v Tab. 3-3 veljajo le, če se strinjamo s predpostavko o vsaj 10 kritičnih funkcijah z direktnim potencialom, ter z navedenimi kriteriji za verjetnost funkcijskih okvar. Indikativne kriterije smo določili le z namenom, da ocenjeno tveganje v tej analizi damo v določen kontekst.

Če zgornji kriteriji definirajo sprejemljivo tveganje v celotnem sistemu, potem mora kriterij za sprejemljivost spremembe sistema predstavljati sprejemljivo majhen delež tega kriterija. Torej, ocenjene pogostosti nesreč na progi Maribor – Pragersko in križišču Pragersko bi morale biti majhen delež tistih navedenih v Tab. 3-3.

3.5 Vrednotenje tveganja

3.5.1 Razpoložljivi podatki o nesrečah

Za kvantitativno ovrednotenje tveganja je potrebno pridobiti podatke o železniškemu prometu in nesrečah oziroma izrednih dogodkih, ki se pri tem dogajajo. Omenjeni podatki se uporabljajo za oceno pogostosti (frekvenc) in pogojnih verjetnostih v logičnemu modelu tveganja (drevesih dogodkov). Za potrebe te študije so bili zbrani podatki iz treh glavnih virov, ki so na razpolago na spletnih straneh:

- Podatki iz poročil Javne agencije za železniški promet (AŽP);
- Podatki iz poročil Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje (Ministrstvo za obrambo);
- Podatki iz poročil Slovenskih železnic.

Podatki Javne agencije za železniški promet (AŽP) so bili izvlečeni iz AŽP-jevih letnih poročil za leta 2006 do 2017, [24]. Omenjena letna poročila vsebujejo med ostalim izračunane skupne varnostne kazalnike (SVK), zahtevane s prej omenjeno Direktivo 2004/49/ES [7] in podatke o skupnemu številu določenih dogodkov.

Nekaj dodatnih podatkov o izrednih dogodkih, predvsem tistih, (ki ga ne pokrivajo poročila AŽP-ja) se lahko pridobi iz dokumentov Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR). Ti podatki so bili izvlečeni iz Državnega načrta zaščite in reševanja ob železniški nesreči, [25] (ažurirani: september 2007, 2010 in 2015), ter iz Ocene ogroženosti ob železniški nesreči, [26].

Podatki o prometu potnikov in tovora, enako kot nekateri drugi podatki vezani za sistem Slovenskih železnic (SŽ), so bili pridobljeni iz povzetkov letnih poročil SŽ-ja, [27] ter poročil Javne agencije za železniški promet, [24].

Zgoraj opisani zbrani podatki so prikazani v dodatku, poglavje 6. Uporaba posameznih podatkov iz poglavja 6 za izračun parametrov kvantitativnega modela tveganja je opisana v poglavjih, ki se ukvarjajo z vrednotenjem tveganja, 3.5.2 in 3.5.3.

3.5.2 Vrednotenje tveganja za Slovenske železnice v celoti

Model tveganja opisan v prejšnjem poglavju je najprej bil ovrednoten za Slovenske železnice v celoti.

3.5.2.1 Iztirjenja in trčenja vlakov (H1)

V tem poglavju smo kvantitativno ovrednotili tveganje od iztiranja in trčenja vlakov pri obratovanju Slovenskih železnic v celoti. V skladu z logičnim modelom tveganja (SI. 3-1), iztiranje/trčenje vlakov lahko pripelje do vseh kategorij posledic iz Tab. 3-2.

3.5.2.1.1 Vrednotenje scenarijev

Za kvantitativno vrednotenje scenarijev je potrebno oceniti pogostost nevarnosti in pogojne verjetnosti vozlišč vključenih v scenarije (Sl. 3-1).

Pogostost iztirjenj/trčenj vlakov (funkcija H1)

Če združimo razpoložljive podatke o številu trčenj (in naletov) in iztirjenj iz poročil AŽP-ja (dodatek, poglavje 6.2) in dokumentov URSZR-ja (dodatek, poglavje 6.3) dobimo letna števila dogodkov kot v Tab. 3-4. (Potrebno je poudariti, da se podatki iz dveh virov ne ujemajo popolnoma. V primerih (letih) pri katerih obstajajo razlike med številom dogodkov, je bilo privzeto večje število.)

Tab. 3-4: Števila trčenj in iztirjenj v obdobju 2000 - 2017

| Leto | Število trčenj | Število iztirjenj |
|---------------|----------------|-------------------|
| 2000 | 0 | 2 |
| 2001 | 1 | 4 |
| 2002 | 0 | 3 |
| 2003 | 1 | 2 |
| 2004 | 0 | 4 |
| 2005 | 0 | 3 |
| 2006 | 0 | 3 |
| 2007 | 2 | 5 |
| 2008 | 3 | 0 |
| 2009 | 2 | 1 |
| 2010 | 1 | 2 |
| 2011 | 2 | 3 |
| 2012 | 1 | 5 |
| 2013 | 0 | 1 |
| 2014 | 5 | 2 |
| 2015 | 1 | 0 |
| 2016 | 1 | 1 |
| 2017 | 1 | 3 |
| Skupaj | 22 | 47 |

Na podlagi podatkov iz Tab. 3-4, imamo:

- dolžina opazovalnega časovnega obdobja (2000 – 2017) = 18 let;
- skupno število trčenj = 22;
- skupno število iztirjenj = 47;

Torej, skupna pričakovana pogostost iztirjenj in trčenj za Slovenijo se lahko oceni kot:

$$\frac{22 + 47}{18} = 3.83 \text{ dogodkov / leto.}$$

K zgornji pogostosti prispevajo iztirjenja 68% in trčenja 32%.

Za potrebe predmetne ocene tveganja bo uporabljena pogostost trčenj / iztirjenj:

$$f_{H1} = 4 \text{ dog/leto}$$

(Lahko povemo, da nekoliko zvišana vrednost odraža dejstvo, da je bilo nekaj izrednih dogodkov, ki bi tudi lahko pripeljali do trčenj, ali iztirjenj (čeprav, na srečo, niso). Na primer, pogledati podatke URSZR-ja v Tab. 6-4, ki vključujejo preprečena trčenja/nalete, prevoze signalov, in podobno.)

Nesreča pri nižjih hitrostih (funkcija NH)

Pomen funkcije NH je predvsem, da med začetnimi dogodki kategorije H1 (to je, trčenja, naleti in iztirjenja) loči tiste, ki imajo potencial za najhujše posledice C4 / C5 od tistih, ki predstavljajo manjše tveganje (posledice C3, C2 in C1). Potrebno je oceniti pogojno verjetnost, da trčenje, nalet ali iztirjenje lahko povzroči najhujše posledice, C4 in C5. Oceniti pa je treba narediti na podlagi pregleda razpoložljivih podatkov o trčenjih, nalezih in iztirjenjih vlakov pri obratovanju SŽ-ja.

Razpoložljivi podatki se diskutirajo spodaj v odstavku, ki se nanaša na *števila iztirjenih vagonov* (N_D), pod funkcijskim dogodkom IZTNS. V omenjenemu se v odstavku ocenjuje, da bi pogojna verjetnost za nastanek katastrofalnega dogodka s potencialom za iztirjenje večjega števila vagonov (ali pa večjega števila smrtnih žrtev) bila *v pasu od enega do nekoliko katastrofalnih dogodkov na približno 100 izrednih dogodkov* (kar se potem vzame kot argument, da pričakovano število iztirjenih vagonov po izrednem dogodku ne presega štiri vagone). Razpoložljivi podatki kažejo na tri težke nesreče na približno 120 izrednih dogodkov. Če upoštevamo definicije (opise) posledic v Tab. 3-2 bi dejansko edino nesreča v Divači leta 1984 sodila v kategorije C5/C4. Ostali dve težki nesreči (Jesenice avgusta 2011 in Vižmarje oktobra 2012) bi sodili v kategorije C3/C2. Nesreče, ki so imale za posledico izpust nevarnih snovi (Zalog aprila 1995 in februarja 2011, Hrastovlje junija 2019) bi sodile v kategorijo C3 ali C1.

Za potrebe predmetne analize bo predpostavljeno, da delež dogodkov pri višjih hitrostih (potencial za C4/C5) znaša približno:

$$\frac{1}{120} = 0.0083 \approx 0.01$$

Torej, verjetnost neuspeha v vozlišču NH je:

$$Q_{NH} = 0.01$$

Nesreča ne vključuje tovornega vlaka (funkcija TOV)

Najprej je treba razločiti tovrne od potniških vlakov. Za potniški vlak se predpostavlja, da »administrativno« ne sme prevažati nevarnih snovi. Verjetnost, da dogodek (trčenje, nalet oziroma iztirjenje) ne vključuje tovornega vlaka se lahko oceni le na podlagi opisov vseh dogodkov ali pa na podlagi določenih predpostavk.

Na primer ob predpostavki, da je izbira vrste vlaka (tovorni ali potniški), ki je vključen v dogodek čisto naključna, bi verjetnost, da dogodek ne vključuje tovarni vlak bila:

$$Q_{TOV} = q_{tr}(1 - p_{tov})^2 + (1 - q_{tr})(1 - p_{tov})$$

kjer so:

q_{tr} verjetnost, da dogodek predstavlja trčenje (oziroma nalet);

p_{lov} verjetnost, da je ponesrečeni vlak tovorni (to je, da ni potniški).

Predpostavka je, da je v iztirjenje vključen en vlak, v trčenje / nalet pa dva vlaka (zaradi česar pride $(.)^2$ v prvem delu formule).

V zgornji diskusiji, ki se nanaša na oceno pogostosti dogodkov H1 je bilo navedeno, da je delež trčenj (naletov) pri dogodkih navedene kategorije približno 32%. Torej:

$$q_{tr} \approx 0.32$$

Glede razmerja med tovornimi in potniškimi vlaki v prometu SŽ-ja, Tab. 3-5 prikazuje deleže tovornih vlakov v gostoti vlakov na dan za obdobje 2001 - 2017, na podlagi statistike SŽ-ja podane v dodatku, poglavje 6.4.

Tab. 3-5: Deleži tovornih vlakov v gostoti vlakov na dan za obdobje 2001 - 2017

| Leto | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Gostota vlakov /dan | 736 | 700 | 702 | 717 | 696 | 702 | 678 |
| Delež tovornih | 0.308 | 0.323 | 0.315 | 0.308 | 0.297 | 0.291 | 0.305 |
| Leto | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Gostota vlakov /dan | 699 | 674 | 708 | 702 | 707 | 678 | 695 |
| Delež tovornih | 0.283 | 0.233 | 0.274 | 0.281 | 0.272 | 0.291 | 0.263 |
| Leto | 2015 | 2016 | 2017 | | | | |
| Gostota vlakov /dan | 700 | 652 | 678 | | | | |
| Delež tovornih | 0.283 | 0.245 | 0.273 | | | | |

Povprečni delež tovornih vlakov za prikazano obdobje je približno 0.29. Torej, če predpostavimo, da se vlaki v dogodke vključujejo naključno (kar je seveda arbitrarna poenostavnitev):

$$p_{lov} \approx 0.29$$

Če ocenjene vrednosti za q_{tr} in p_{lov} uvrstimo v zgornjo formulo, dobimo pogojno verjetnost, da v dogodku *ni* vključenega tovornega vlaka 0.644. Z drugimi besedami, verjetnost, da *dogodek vključuje tovorni vlak* je približno 0.356.

Da bi »testirali« to oceno, bi bilo potrebno pregledati opise vseh dogodkov, ki niso na razpolago. Hiter vpogled v »večje izredne dogodke« opisane v poglavju 6.3 (vir: URSZR) kaže na to, da večje število dogodkov vključuje tovorni vlak. Čeprav opisi kažejo tudi na to, da se število dogodkov, kot so na primer iztirjenja, lahko zgodi pri premikih in manipulacijah s tovorom. Ta vrsta dogodkov v bistvu ni zajeta z zgornjo formulo. Za to se za vrsto dogodkov (premiki in manipulacije) lahko predpostavi, da se dogajajo pri nizkih hitrostih, kar predstavlja nižje tveganje.

V pomanjkanju bolj detaljnih podatkov bomo za potrebe predmetne analize privzeli, da verjetnost *neuspešne* poti vozlišča TOV (torej, začetni dogodek H1 *vključuje tovarni vlak*), (Sl. 3-1) znaša približno, kot sledi:

- $Q_{TOV} \sim 0.64$ v zgornjem vozlišču (nizke hitrosti); z to vrednostjo, za faktor višjo, zajamemo dogodke pri premikih in manipulacijah;
- $Q_{TOV,1} \sim 0.36$, v spodnjem vozlišču (višje hitrosti), kot ocenjeno na podlagi formule.

Iztirjeni vagoni ne vključujejo NS-vagonov (funkcija IZTNS)

Verjetnostni model za iztirjanje NS-vagonov (oziroma matematični model verjetnosti, da iztirjeni vagoni vključujejo NS-vagone) je opisan v poglavju 3.3.1. Model je privzet iz prejšnje študije za progo Koper - Divača, [4]. Za oceno pogojne verjetnosti iztirjanja NS-vagonov (v primeru, ko so ti vključeni v kompozicijo vlaka) je potrebno poznati:

- skupno število vagonov ponesrečenega tovarnega vlaka, N_T ,
- število NS-vagonov vključenih v kompozicijo ponesrečenega vlaka, N_X , in
- število iztirjenih vagonov, N_D .

Vsi trije parametri so bili prediskutirani v poglavju 3.3.1.

Skupno število vagonov ponesrečenega tovarnega vlaka, N_T

Kot je bilo navedeno v poglavju 3.3.1, je skupno število vagonov v povprečnem tovarnem vlaku (N_T) v ZDA okrog 70. Razmerja pri Slovenskih železnica (in v Evropski skupnosti nasplošno) bi lahko bila precej drugačna in je zaradi tega potrebno narediti osebno oceno, na podlagi razpoložljivih podatkov in presojo.

Presojo o pričakovanemu povprečnem številu vagonov tovarnega vlaka pri Slovenskih železnica se lahko utemelji na naslednjih ugotovitvah:

- Lastna masa tovarnega vagona je odvisna od tipa in pri večini tipov znaša nekaj več kot 20 ton; (vir: <http://www.slo-zeleznice.si/sl/tovorni-promet/vagoni> z dne 03.04.2015.)
- Mejna nakladalna masa tovarnega vagona je odvisna od tipa vagona (posamezni tipi so namenjeni za posamezne vrste tovora) in kategorij prog, ki so na poti. Mejna nakladalna masa znaša od približno 20 ton do približno 60 ton; (vir: <http://www.slo-zeleznice.si/sl/tovorni-promet/vagoni> z dne 03.04.2015.)
 - Pripomba: mejna nakladalna masa ne pomeni dejansko maso prevoženega blaga v / na vagonu, ki je v povprečju lahko bistveno nižja.
- **Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.** prikazuje povprečno skupno maso (brutotone) tovarnega vlaka in delež mase prevoženega blaga (netotone) v obdobju 2001 do 2017 v prometu SŽ-ja.

Tab. 3-6: Povprečna skupna masa tovornega vlaka in delež mase prevoženega blaga za obdobje 2001 do 2017 v prometu SŽ-ja

| Leto | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Povprečno brutoton po tovornem vlaku | 753.2 | 780.4 | 811.8 | 817.9 | 900.6 | 916.5 | 928.2 |
| Delež netoton | 384.1 | 403.7 | 422.2 | 431.9 | 482.9 | 486.3 | 489.5 |
| Leto | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Povprečno brutoton po tovornem vlaku | 914.1 | 906.8 | 930.9 | 926.6 | 907.4 | 925.4 | 884.1 |
| Delež netoton | 485.6 | 475.9 | 460.2 | 462.7 | 452.8 | 467.4 | 438.6 |
| Leto | 2015 | 2016 | 2017 | | | | |
| Povprečno brutoton po tovornem vlaku | 887.1 | 901.0 | 913.3 | | | | |
| Delež netoton | 441.5 | 444.3 | 458.6 | | | | |

Na podlagi **Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.** se dobi povprečna skupna masa tovornega vlaka (brutotone) v prometu SŽ-ja v navedenemu obdobju:

$$m_{B,vlak} = 882.66 \text{ ton}$$

in povprečen delež mase prevoženega blaga (netotone):

$$k_N = 0.52$$

Delež mase vagonov je potem: $k_{m,lastna} = 1 - k_N$.

Če se kot povprečna lastna masa vagona vzame

$$m_{lastna,vagon} = 22 \text{ ton}$$

se dobi za povprečno skupno maso (brutotone) enega vagona:

$$m_{B,vagon} = \frac{m_{lastna,vagon}}{1 - k_N} = \frac{22}{1 - 0.51} = 44.90 \text{ ton}$$

Iz tega se lahko oceni povprečno število vagonov v tovornem vlaku kot:

$$\frac{m_{B,vlak}}{m_{B,vagon}} = \frac{882.66}{44.90} = 19.7 \text{ vagonov / vlak.}$$

Na podlagi zgornje ocene bo za predmetno analizo predpostavljeno, da tovorni vlak v prometu SŽ-ja ima v povprečju 20 vagonov:

$$N_T = 20.$$

Število NS-vagonov vključenih v kompozicijo ponesrečenega vlaka, N_x

Kot je bilo omenjeno v poglavju 3.3.1, ameriška študija tveganja zaradi železniškega prevoza nevarnih snovi [22] navaja, da je v povprečnem tovornem vlaku v ZDA 2.8 vagonov z nevarnimi snovmi (Podatek se seveda nanaša na podano obdobje v študiji).

Vprašljivo pa je zaradi specifičnosti tovarnega prometa, v kakšnem obsegu se ta podatek lahko uporabi za Slovenijo. Zaradi tega smo pri oceni omenjene verjetnosti upoštevali slovenske podatke, ki so na razpolago.

V Državnemu načrtu za zaščito in reševanje (ažuriran 2006, [25]) se navaja količina prepeljanega nevarnega blaga. Poudarja se, da največji delež, t. j. 80 % prevoženega nevarnega blaga predstavljajo naftni derivati (ki so v odgovarjajoči tabeli okarakterizirani kot »vnetljive tekoče snovi«). Poudarja se tudi, da naftni derivati predstavljajo posebno nevarnost, ker v tekočem stanju lahko ob razlitju prodirajo globoko v tla in tako onesnažujejo ali celo uničujejo zaloge pitne vode (odvisno od geološke strukture tal, njihove prepustnosti, zalog podtalnice).

Podobne vrednosti in razmerja se navajajo tudi za leto 2009 in 2012 v Državnemu načrtu za zaščito in reševanje (ažuriran 2010, 2015 [25]) in Oceni ogroženosti ([26]). Podatki za vsa tri navedena leta 2006, 2009 in 2012 so prikazani v dodatku, poglavje 6.3. Iz teh podatkov se lahko ocenijo deleži NS v prepeljanem blagu, kar je prikazano v Tab. 3-7.

Tab. 3-7: Deleži NS v prevozu tovora - URSZR

| Leto | NS, ton | Tovor skupno, ton | Delež NS |
|-------------|----------------|--------------------------|-----------------|
| 2006 | 1494807 | 18074000 | 0.08 |
| 2009 | 1924260 | 18977000 | 0.10 |
| 2012 | 1885914 | 16200000 | 0.12 |

Za predmetno analizo bo na podlagi Tab. 3-7 privzeto, da je povprečen delež nevarne snovi v prevoženem blagu 10%.

Pripomba: v primeru trčenja dveh tovornih vlakov je verjetnost, da vsaj eden vsebuje NS-vagone za faktor večja. Z druge strani pa je pogostost trčenja (še posebej trčenja dveh tovornih vlakov) za faktor nižja v primerjavi z iztirjanjem, kar se vidi iz razpoložljivih podatkov (diskusija pod funkcijo TOV). Vsled tega, za potrebe analize predpostavljamo, da to nima bistvenega vpliva na računano verjetnost.

Na podlagi zgornjih opazovanj, ocenjujemo povprečno število NS-vagonov vključenih v kompozicijo ponesrečenega vlaka kot:

$$N_x \approx 0.1N_T = 0.1 \times 20 = 2$$

Število iztirjenih vagonov, N_D

Za povprečno število iztirjenih vagonov po nesreči (N_D) je v poglavju 3.3.1 podana formula za njegovo oceno v odvisnosti od hitrosti vlaka, pri kateri pride do dogodka. Število iztirjenih vagonov zelo hitro narašča s hitrostjo vlaka pred dogodkom in za hitrosti 60-70 km/h je že približno 10-11 vagonov.

Za predmetno analizo tveganja predstavlja N_D pričakovano število iztirjenih vagonov pri »povprečnem« začetnemu dogodku kategorije H1 na območju Slovenskih železnic, ki

sicer predstavlja trčenje, nalet ali pa iztiranje. Torej, je treba njegovo vrednost oceniti na podlagi obstoječih podatkov o dejanskih dogodkih, ki so se zgodili (ali pa se bi lahko zgodili, če ne bi bili preprečeni).

Kot je razvidno iz Tab. 3-4 (diskusija pod funkcionalnim dogodkom H1) in dodatka v poglavju 6 je bilo v 17-letnem obdobju 2000 - 2017 v Sloveniji zabeleženo nekaj manj kot 4 dogodkov na leto in sicer takšnih, da predstavljajo trčenje, nalet ali pa iztiranje.

»Večji izredni dogodki« vezani za obratovanje SŽ-ja, ki so se v Sloveniji zgodili v 30-letnem obdobju 1984 - 2015, so navedeni v Oceni ogroženosti URSZR-ja, [26]. Glede na namen dokumenta (to je Ocene ogroženosti), se lahko predpostavi, da v omenjenemu obdobju ni bilo drugih dogodkov, ki bi imeli širši družbeni pomen v smislu ogroženosti (to je pomen, ki presega »območje« SŽ-ja, ali pa posameznih lokalnih skupnosti). Kratki opisi dogodkov, privzeti iz [26], so podani v dodatku, poglavje 6.3.

Na podlagi navedenih virov in podatkov se zdi smiselno predpostaviti, da (upoštevajoč dejanske pomembne dogodke pri obratovanju SŽ-ja) do iztiranja pride zaradi tehničnih napak/okvar pri manjši hitrosti ter, da je iztiranje večinoma omejeno na nekoliko vagonov.

V juniju 2019 se je na železniški progi Ljubljana–Koper v predoru Hrastovlje iztirilo šest vagonov tovornega vlaka, ki je prevažal kerozin. Iz dveh cistern je iztekal kerozin dlje časa.

Za potrebe predmetne analize bo predpostavljeno, enako kot je bilo v prejšnjih študijah [5], [29] da v največjem številu dogodkov z iztiranjem/trčenjem vlaka število iztirjenih vagonov ne presega 4 vagonov: $N_D \leq 4$.

Za katastrofalne dogodke pri večjih hitrostih, pri katerih pride do iztiranja večjega števila vagonov (ali pa katastrofalnih trčenj vlakov z večjim številom poškodovanih ali mrtvih, kot je bilo tisto na železniški postaji v Divači 14. julija 1984 ([26])) bo predpostavljeno, da je pogojna verjetnost več kot za velikostni red nižja.

Takšna predpostavka sicer ima oporo v prikazanih podatkih:

- v zgornji diskusiji pogostosti začetnega dogodka H1 (na podlagi Tab. 3-4) je bilo ocenjenih *nekaj manj kot 4 iztirjenj in trčenj (vključno z naleti) na leto* za obdobje 2000 - 2015;
- ob predpostavki, da se približno enako povprečje vzame tudi za čas 1984 - 1999, sledi približna ocena, da je v 30-letnem obdobju 1984 - 2015 v Sloveniji bilo približno

$$4 \text{ dog./leto} \times 30 \text{ let} \approx 120 \text{ dogodkov};$$
- v istem obdobju so se zgodili trije dogodki, ki jih lahko štejemo kot težke nesreče in pri katerih je potencial za iztiranje večjega števila vagonov (dodatek, poglavje 6.3):
 - Divača, 1984;
 - Jesenice, avgust 2011;
 - Vižmarje pri Ljubljani, oktober 2012;
- torej, pogojna verjetnost za nastanek katastrofalnega dogodka s potencialom za iztiranje večjega števila vagonov bi bila *v pasu od enega do nekoliko katastrofalnih dogodkov na približno 100 izrednih dogodkov*, to je za dva velikostna reda manjša kot za dogodke, ki so omejeni na iztiranje nekoliko vagonov.

Verjetnost, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj en NS-vagon

Glede na drevo dogodkov H1, Sl. 3-1, je potrebno verjetnost, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj en NS-vagon, izračunati za dva primera (oziroma dve vozlišči funkcije IZTNS): za primer iztirjenja pri nižji hitrosti, ko je skupno število iztirjenih vagonov manjše (med 1 in 4 vagoni), in za primer težjega dogodka pri katerem pride do iztirjenja večjega števila vagonov.

Tab. 3-8 podaja verjetnosti, da iztirjeni vagoni vključujejo NS-vagone, na podlagi modela opisanega v poglavju 3.3.1, za skupno število od $N_T = 20$ vagonov, od katerih je $N_X = 2$ NS-vagonov.

Kot je razvidno, če je skupno število iztirjenih vagonov med 1 in 4 vagoni ($N_D \leq 4$), potem je verjetnost, da je med njimi vsaj eden NS-vagon med 0.1 in 0.25.

Za predmetno analizo bo privzeto, da je verjetnost, da pri dogodku pri nižji hitrosti iztirjeni vagoni vključujejo vsaj eden NS-vagon (verjetnost neuspešne poti prvega vozlišča IZTNS, Sl. 3-1):

$$Q_{IZTNS} = 0.18$$

Kot je omenjeno zgoraj, nevarnost katastrofalnega dogodka pri večjih hitrostih se ocenjuje za približno dva velikostna reda nižje (v primerjavi z dogodki pri katerih pride do iztirjenja 4 ali manj vagonov). Dejstvo pa je, da so posledice takšnega dogodka lahko veliko težje. Kot je razvidno iz Tab. 3-8, verjetnost iztirjanja vsaj enega NS-vagona, če je skupno število iztirjenih vagonov med 7 in 10 (večje hitrosti), je med 0.40 in 0.55. Za potrebe predmetne analize smo privzeli srednjo vrednost 0.48. Verjetnost iztirjenja vsaj enega NS-vagona pri nesreči z večjo hitrostjo je približno (drugo vozlišče funkcije IZTNS):

$$Q_{IZTNS,1} = 0.48$$

Tab. 3-8: Verjetnosti, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj eden NS-vagon za različne N_D

| $N_T = 20; N_X = 2$ | | | |
|---------------------|------|-------------|------|
| $N_D = 1$ | | $N_D = 2$ | |
| J_X | Q | J_X | Q |
| 1 | 0.10 | 1 | 0.10 |
| | | 2 | 0.05 |
| $Q_{tot} =$ | 0.10 | $Q_{tot} =$ | 0.15 |
| $N_D = 3$ | | $N_D = 4$ | |
| J_X | Q | J_X | Q |
| 1 | 0.10 | 1 | 0.10 |
| 2 | 0.10 | 2 | 0.15 |
| 3 | 0.00 | 3 | 0.00 |
| | | 4 | 0.00 |
| $Q_{tot} =$ | 0.20 | $Q_{tot} =$ | 0.25 |

| $N_T = 20; N_X = 2$ | | | |
|---------------------|------|-------------|------|
| $N_D = 5$ | | $N_D = 6$ | |
| J_X | Q | J_X | Q |
| 1 | 0.10 | 1 | 0.10 |
| 2 | 0.20 | 2 | 0.25 |
| 3 | 0.00 | 3 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 4 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 5 | 0.00 |
| | | 6 | 0.00 |
| $Q_{tot} =$ | 0.30 | $Q_{tot} =$ | 0.35 |
| $N_D = 7$ | | $N_D = 8$ | |
| J_X | Q | J_X | Q |
| 1 | 0.10 | 1 | 0.10 |
| 2 | 0.30 | 2 | 0.35 |
| 3 | 0.00 | 3 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 4 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 5 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 6 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 7 | 0.00 |
| | | 8 | 0.00 |
| $Q_{tot} =$ | 0.40 | $Q_{tot} =$ | 0.45 |
| $N_D = 9$ | | $N_D = 10$ | |
| J_X | Q | J_X | Q |
| 1 | 0.10 | 1 | 0.10 |
| 2 | 0.40 | 2 | 0.45 |
| 3 | 0.00 | 3 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 4 | 0.00 |
| $N_D = 9$ | | $N_D = 10$ | |
| 5 | 0.00 | 5 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 6 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 7 | 0.00 |
| 8 | 0.00 | 8 | 0.00 |
| 9 | 0.00 | 9 | 0.00 |
| | | 10 | 0.00 |
| Q_{tot} | 0.50 | Q_{tot} | 0.55 |

Opombe;

Tab. 3-8:

- J_x število NS-vagonov med iztirjenimi vagoni;
 Q pripadajoča verjetnost, da iztirjeni vagoni vključujejo točno J_x NS-vagonov;
 Q_{tot} verjetnost, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj eden NS-vagon;

Iztirjeni NS-vagoni niso poškodovani (funkcija POSK)

Opazovanja v poglavju 3.3.1 poudarjajo, da je verjetnost poškodbe NS-vagona zelo odvisna od hitrosti pri kateri je prišlo do nesreče. Za potrebe predmetne analize smo privzeli povprečno verjetnost poškodbe posameznega iztirjenega NS-vagona (poglavje 3.3.1):

$$\bar{q} = 5.58a = 5.58 \times 2.07 \approx 12\%$$

Za število poškodovanih NS-vagonov (med J_x iztirjenih NS-vagonov) bo predpostavljeno, da sledi binomni porazdelitvi. Torej, verjetnost poškodbe *vsaj enega* med iztirjenimi \bar{J}_x NS-vagoni (pričakovano število iztirjenih NS-vagonov) bo:

$$Q_{POSK} = 1 - (1 - \bar{q})^{\bar{J}_x}$$

Pričakovano število iztirjenih NS-vagonov se lahko oceni na podlagi formule:

$$\bar{J}_x = \frac{1}{D} \sum_{N_D} \left(\sum_x Q_x J_x \right)_{N_D}$$

pri čemer D predstavlja število predpostavljenih variant glede skupno iztirjenih vagonov (pri nizkih hitrostih so bile preučene variante $N_D = 1, 2, 3, 4$, torej skupaj 4 variante; pri višjih hitrostih so bile predpostavljene variante $N_D = 7, 8, 9, 10$, to je spet skupaj 4 variante; torej: v obeh primerih $D = 4$). J_x in Q_x so števila iztirjenih NS-vagonov in pripadajoča verjetnost pri posameznem N_D , privzeto iz Tab. 3-8. (Zgornja formula predpostavlja, da so vse predpostavljene variante N_D enako verjetne.)

Ob zgornjih predpostavkah:

- ob nesreči pri nižjih hitrostih se dobi $\bar{J}_x = 0.25$; konzervativno privzamemo $J_x = 1$ in dobimo:

$$Q_{POSK} = 1 - (1 - 0.12)^1 = 0.116$$

- ob nesreči pri višjih hitrostih se dobi $\bar{J}_x = 0.85$; spet privzamemo $J_x = 1$ in dobimo:

$$Q_{POSK,1} = 1 - (1 - 0.12)^1 = 0.116$$

Iztirjenje/trčenje pri nižjih hitrostih povzroči več kot eno smrtno žrtev (funkcija QC2)

Kot je že povedano, je namen funkcije (QC2), da loči incidente oziroma dogodke omejene na poškodbe ali eno smrtno žrtev od težjih nesreč z več kot eno žrtvijo. Pri tem gre za nesreče, ki so bile povzročene s trčenji (vključno z naleti) ali pa z iztirjenjem. Nesreče zaradi drugih vzrokov se analizirajo v poglavjih o kategorijah H2 in H3. Pregledana poročila AŽP-ja (dodatek, poglavje 6) ne podajajo podatke o številu ponesrečenih pri posameznemu dogodku (trčenju / iztirjenju). Čeprav je za predpostaviti, da bi trčenja / iztirjenja z povzročeno več kot eno smrtno žrtvijo bila posebej poudarjena.

Če pogledamo opise »večjih izrednih dogodkov v Sloveniji v zadnjih tridesetih letih« iz Ocene ogroženosti URSZR-ja (dodatek, poglavje 6.3), lahko vidimo dva dogodka iz navedene kategorije (ki sodita v obdobje 2000-2013 na podlagi katerega je bila ocenjena pogostost H1), s potencialom za posledico C2:

- Jesenice, avgust 2011, trčenje potniškega in tovornega vlaka, poškodovanih 36 oseb;
- Vižmarje pri Ljubljani, oktober 2012, trčenje prihajajočega mednarodnega vlaka v stoječi potniški vlak, poškodovanih 29 oseb.

Poudariti je treba, da noben od teh dveh dogodkov ne predstavlja kategorijo C2 (več kot ena smrtna žrtev), saj je v večini primerov šlo za lažje poškodbe:

- AŽP-jevo poročilo za 2011 [24] navaja, da je v nesreči na Jesenicah »bilo hudo poškodovanih pet (5) potnikov in en (1) zaposlen«;
- AŽP-jevo poročilo za 2012 [24], to je za leto v katerem je bila nesreča v Vižmarjih navaja, da je bilo v tem letu 6 hudo poškodovanih oseb (kar se nanaša na vse nesreče v tem letu).

Torej gre le za potencialne dogodke, ki jih bomo šteli s 50% vsakega (to je, predpostavili bomo, da je posamezni dogodek imel 50% verjetnost, da se bi razvil v dogodek z več kot eno smrtno žrtvijo). Na ta način:

- število dogodkov z več kot eno smrtno žrtvijo v obdobju 200-2013: $0.5+0.5=1$;
- število vseh dogodkov v istemu obdobju: *približno 50* (Tab. 3-4).

Torej:

$$Q_{C2} \approx \frac{1}{50} = 0.02$$

(Pripomba: katastrofalni dogodki, kot je bil tisti v Divači leta 1984, [10], so pokriti posebej, s scenariji z višjimi hitrostimi, Sl. 3-1.)

3.5.2.1.2 Izračun

Z uvrščanjem zgoraj ocenjenih verjetnosti v posamezna vozlišča drevesa dogodkov na Sl. 3-1, lahko dobimo oceno pogostosti posameznih scenarijev za iztiranje/trčenje na »območju« Slovenskih železnic (kategorija nevarnosti H1).

Vrednotenje scenarijev za iztiranje/trčenje je prikazano na Sl. 3-4. Povzetek pogostosti dogodkov s posameznimi posledicami je podan v Tab. 3-.

Tab. 3-9: Ocenjene pogostosti nesreč s posameznimi posledicami zaradi iztiranja/trčenja (Slovenske železnice)

| Posledica | Ocena pogostosti dogodkov (dog/leto) |
|-----------|--------------------------------------|
| C2 | 7.82E-02 |
| C3 | 5.29E-02 |
| C4 | 3.92E-02 |
| C5 | 8.02E-04 |

| H1 | NH | TOV | IZTNS | POSK | QC2 | Posledica | Pogostost |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 4.00E+00 | 9.90E-01 | 3.60E-01 | | | 9.80E-01 | 1 C1 | 1.40E+00 |
| | | | | | 2.00E-02 | 2 C2 | 2.85E-02 |
| | | 6.40E-01 | 8.20E-01 | | 9.80E-01 | 3 C1 | 2.04E+00 |
| | | | | | 2.00E-02 | 4 C2 | 4.16E-02 |
| | | | 1.80E-01 | 8.84E-01 | 9.80E-01 | 5 C1 | 3.95E-01 |
| | | | | | 2.00E-02 | 6 C2 | 8.07E-03 |
| | | | | 1.16E-01 | | 7 C3 | 5.29E-02 |
| | 1.00E-02 | 6.40E-01 | | | | 8 C4 | 2.56E-02 |
| | | 3.60E-01 | 5.20E-01 | | | 9 C4 | 7.49E-03 |
| | | | 4.80E-01 | 8.84E-01 | | 10 C4 | 6.11E-03 |
| | | | | 1.16E-01 | | 11 C5 | 8.02E-04 |

Sl. 3-4: Vrednotenje scenarijev za iztirjenja / trčenja (H1)

3.5.2.2 Požari (H2)

V tem poglavju smo ovrednotili tveganje zaradi požarov na podlagi poenostavljenega modela iz poglavja 3.3.2, kot je določen z obsegom razpoložljivih podatkov za predmetno analizo.

3.5.2.2.1 Vrednotenje scenarijev

Nevarnost požarov na vlakih (funkcija H2)

V prilogi k Oceni ogroženosti URSZR-ja (referenca [26]) se glede požarne ogroženosti navaja, da je bilo pri obratovanju Slovenskih železnic v obdobju od leta 2008 do 2015 skupaj 18 požarov na železniških premetnih sredstvih. Od tega jih je bilo 13 na tovornih vagonih, 3 na potniških vagonih in 2 na diesel-motornih vlakih.

(Če bi se šteli tudi požari ob progah in drugi požari, bi bilo število požarov večje. Toda smo v predmetni analizi usmerjeni na vire tveganja, ki izhajajo iz prometa železnice.)

Predpostavljamo, da gre za 5-letno obdobje (torej, leti 2008 in 2012 sta vključeni v statistiko) tako, da ocenjujemo pogostost požarov na vlakih kot:

$$f_{H2} \approx \frac{18}{5} \approx 4 \text{ dog/leto}$$

Pogojne verjetnosti (funkcija QC)

Iz profila prepeljanega nevarnega blaga v omenjeni Oceni ogroženosti URSZR-ja ([26]) je razvidno, da je delež eksplozivnih in samovnetljivih snovi zelo majhen (< 1%). V profilu prepeljanega nevarnega blaga je dominanten, kot je razvidno tudi iz Tab. 6-5 v dodatku, delež vnetljivih snovi, kar v glavnem odpade na naftne derivate. Z druge strani, je za vnetje v tem primeru potreben določen scenarij: nastanek požara, požar nastane v bližini vnetljivega tovora, požar ni pravočasno opažen in ugasnjen itn.

V omenjeni Oceni ogroženosti URSZR-ja ([26]) se za 30-letno obdobje ne omenja »večji izredni dogodek«, ki bi bil povzročen s požarom (dodatek, poglavje 6.3). (Omenja se le požar na vlak na železniški postaji v Kranju, marca 2013, med izrednimi dogodki, ki na srečo niso imeli hujših posledic).

Za potrebe predmetne ocene tveganja bomo verjetnosti, da požar povzroči posamezne posledice ocenili na podlagi naslednjih predpostavk:

- Predpostavili bomo, da je v omenjenem 30-letnem obdobju bilo 0.5 dogodkov s posledicami C2 ali C3 (čeprav jih, na podlagi razpoložljive dokumentacije, ni bilo).
- Za dogodek kategorije C3, ki vključuje posledice na okolje in ljudi bomo predpostavili, da je »za faktor« manj verjeten kot dogodek kategorije C2 (ki vključuje le žrtve brez vplivov na okolje).
- Za katastrofalne dogodke kategorij C4 oz. C5 bomo predpostavili, da so za velikostni razred manj verjetni kot dogodki kategorij C2 oz. C3.

Dodatno bomo predpostavili, da ocenjena pogostost 4 dog/leto velja za celo obdobje 30 let. Ob tej predpostavki je v omenjenih 30 letih bilo

$$4 \times 30 = 120 \text{ požarov.}$$

Upoštevajoč zgoraj navedene predpostavke, je 0.5 požarov od navedenih 120 končalo s posledico C2 ali C3. Torej pogojna verjetnost, da se požar konča s posledico C2 ali C3 je

$$\frac{0.5}{120} = 4.17 \times 10^{-3}.$$

Upoštevajoč ostale omenjene predpostavke glede razmerji med pogojnimi verjetnostimi za posamezne posledice, dobimo:

$$Q_{C1} = 9.95E-01$$

$$Q_{C2} = 2.78E-03$$

$$Q_{C3} = 1.39E-03$$

$$Q_{C4} = 2.78E-04$$

$$Q_{C5} = 1.39E-04$$

$$Vsota = 1.0$$

Torej je predpostavka, da so v največjem številu primerov dogodka požara na vlaku posledice omejene na materialno škodo (brez bistvenega vpliva na okolje) in/ali največ eno smrtno žrtev (kar je v skladu z pregledano dokumentacijo).

3.5.2.2.2 Izračun

Na podlagi zgornjih ocen pogostosti nevarnosti in pogojnih verjetnosti lahko dobimo oceno tveganja zaradi požarov na vlakih (kategorija nevarnosti H2) za območje Slovenskih železnic z uvrščanjem odgovarjajočih vrednosti v poenostavljeno drevo dogodkov,

Sl. 3-2.

Izračun ocene tveganja za predmetno kategorijo nevarnosti je prikazan na Sl. 3-5. Na sliki se direktno vidijo pogostosti za posamezne posledice. Pogostosti so podane kot pričakovano število dogodkov v enem letu.

| H2 | QC | | Posledica | Pogostost |
|----------|----------|---|-----------|-----------|
| 4.00E+00 | 9.95E-01 | 1 | C1 | 3.98E+00 |
| | 2.78E-03 | 2 | C2 | 1.11E-02 |
| | 1.39E-03 | 3 | C3 | 5.56E-03 |
| | 2.78E-04 | 4 | C4 | 1.11E-03 |
| | 1.39E-04 | 5 | C5 | 5.56E-04 |

Sl. 3-5: Vrednotenje scenarijev za požare na vlakih (H2)

3.5.2.3 Druge nesreče (H3)

Spodaj je ovrednoteno tveganje zaradi drugih nesreč na vlakih na podlagi poenostavljenega modela iz poglavja 3.3.3, diktiranega z obsegom razpoložljivih podatkov za predmetno analizo.

3.5.2.3.1 Vrednotenje scenarijev

Nevarnost zaradi drugih nesreč (funkcija H3)

Kot je razvidno iz dodatka, Tab. 6-1, podajajo AŽP-jeva poročila skupno število drugih dogodkov za obdobje 2007 – 2017. Ker je v omenjenem obdobju očitna prisotnost trenda zmanjševanja števila dogodkov, bomo kot bolj reprezentativne prevzeli podatke za 5-letno obdobje 2009 - 2017. Skupno število dogodkov je prikazano v Tab. 3-10.

Tab. 3-10: Skupno število drugih dogodkov v obdobju 2007 – 2017

| | 2007-2017 | 2009-2017 |
|---------------------------|------------|------------|
| Nesreče na prehodih | 133 | 85 |
| Tirna vozila med gibanjem | 65 | 13 |
| Drugo | 18 | 12 |
| Skupno: | 216 | 110 |

Na podlagi podatkov iz Tab. 3- lahko ocenimo, da povprečno letno število dogodkov, ki sodijo v (oziroma lahko povzročijo) nevarnost kategorije H3 znaša okrog:

$$\frac{110}{9} = 12.2 \text{ dog/leto}$$

Za predmetno analizo bo privzeta pogostost dogodkov kategorije H3:

$$f_{H3} = 15 \text{ dog/leto}$$

Pogojne verjetnosti (funkcija QC)

V Tab. 6-2 v dodatku so prikazana letna števila smrtnih žrtev pri železniških nesrečah v obdobju 2006 – 2017. Ker je enako kot v primeru drugih nesreč (Tab. 3-), v omenjenemu obdobju očitna prisotnost trenda zmanjševanja števila smrtnih žrtev, bomo kot bolj reprezentativne privzeli podatke za 9-letno obdobje 2009 - 2017.

Skupno število smrtnih žrtev v obdobju 2009 - 2017 je 53.

V istemu obdobju je bilo skupno 110 nesreč, (Tab. 3-). Torej najmanjše število dogodkov pri katerih ni bilo smrtnih žrtev je

$$110 - 53 = 57$$

Na podlagi tega ocenimo spodnjo mejo pogojne verjetnosti, da dogodek ne povzroči smrtne žrtve kot:

$$\frac{57}{110} \approx 0.51$$

Za predmetno analizo bomo privzeli pogojno verjetnost, da druga nesreča ne povzroči smrtne žrtve

$$q_0 \approx 0.5$$

AŽP-jeva letna poročila ne vsebujejo statistike o številu žrtev pri posameznih nesrečah. Navajajo se le skupne številke. Spodaj je prikazan seznam nesreč v letih 2010, 2011 in 2012, privzet iz omenjenih poročil, za katere so na podlagi preiskav nesreč bila izdana varnostna poročila:

- 2010
 - Trčenje lokomotivskega vlaka v avtomobil;
 - Trčenje tovornega vlaka v avtomobil;
 - Trčenje potniškega vlaka v cestno tovorno vozilo.

- 2011
 - Trčenje premikalnega sestava v zaključek tira;
 - Trčenje tovornega vlaka v cestno osebno motorno vozilo;
 - (Trčenje tovornega vlaka v potniški vlak na postaji Jesenice je bilo zajeto pri H1);
 - Tovorni vlak povozil potnika;
 - Trčenje potniškega vlaka v prikolico cestnega tovornega vozila.
- 2012
 - (Trčenje mednarodnega potniškega vlaka št. 314 v pokvarjeno elektro motorno garnituro potniškega vlaka št. 2405 v Vižmarju pri Ljubljani zajeto pri H1);
 - Potniški vlak trčil v osebo;
 - (Iztirjenje potniškega vlaka zajeto pri H1).

Potrebno je poudariti, da zgornji seznam ne vsebuje vseh nesreč, ki so se zgodile v omenjenih letih (saj se iz Tab. 6-1 v dodatku vidi, da je v letih 2010, 2011 in 2012 bilo 16, 6 oziroma 8 nesreč na prehodih, plus ostale nesreče). Naštete so le tiste za katere so bila izdana varnostna priporočila. Vseeno se iz zgornjega prikaza lahko vidi, da v večjem številu primerov gre za nesreče na prehodih, kar je sicer razvidno tudi iz statistike v Tab. 6-1 v dodatku.

Oceno verjetnosti za posledice C1, C2 in C4 zaradi drugih nesreč bomo naredili s pomočjo dveh parametrov:

- $q_{>1}$ pogojna verjetnost, da dogodek pri katerem je bilo smrtnih žrtev vključuje več kot eno smrtno žrtev in
- $q_{>10}$ pogojna verjetnost, da dogodek pri katerem je bila več kot ena smrtna žrtev vključuje več kot deset smrtnih žrtev

Če sta znana zgornja dva parametra se pogojne verjetnosti, da nesreča pripelje do posameznih posledic lahko izračunajo kot:

$$Q_{C4} = (1 - q_0) q_{>1} q_{>10}$$

$$Q_{C2} = (1 - q_0) q_{>1} (1 - q_{>10})$$

$$Q_{C1} = q_0 + (1 - q_0)(1 - q_{>1})$$

(pri čemer je q_0 prej omenjena pogojno verjetnost, da dogodek (druga nesreča) ne povzroči smrtne žrtve (≈ 0.5)).

Pripomba: $Q_{C4} + Q_{C2} + Q_{C1} = 1$.

Parametra $q_{>1}$ in $q_{>10}$ bomo ocenili na podlagi naslednjih ugotovitev:

- če vzamemo (kot je bilo zgoraj pokazano), da imamo 14 do 15 dogodkov na leto, pri čem je približno 50% brez smrtnih žrtev, pridemo do približno 7 dogodkov letno, ki vključujejo vsaj eno smrtno žrtev;
- z druge strani, v povprečju imamo približno $\frac{39}{5} \approx 7.8$ smrtnih žrtev letno, ki so povzročene s temi nesrečami.

Dogodki večinoma predstavljajo trčenje vlaka v vozilo ali v osebo. Zdi se najbolj verjetno, da ne gre za več kot ene do dveh nesreč z več kot eno smrtno žrtvijo na omenjenih 7 nesreč. Torej, privzeto bo:

$$q_{>1} \approx 0.2$$

Pri nesrečah, ki vključujejo več kot eno smrtno žrtev gre v največjem številu primerov za trčenja vlaka v osebno vozilo ali pa cestno vozilo. Dogodek, ki bi povzročil več kot 10 smrtnih žrtev bi na primer lahko bilo trčenje vlaka v avtobus. V vsakemu primeru se takšen dogodek ne omenja v poročilih, ki so bila pregledana in smiselno je predpostaviti, da gre za redko vrsto dogodka. (Na primer: za predpostaviti je, da je vzrok velikega števila trčenj v osebno vozilo kršitev predpisov s strani voznika osebnega vozila. V primeru avtobusov gre za profesionalne voznike, pri katerih je za pričakovati, da so kršitve predpisov veliko bolj redke.) Torej, za predmetno oceno bomo predpostavili:

$$q_{>1} \approx 0.02$$

Ob upoštevanju zgornjih vrednosti se dobi:

$$Q_{C4} = (1 - 0.5) \times 0.2 \times 0.02 = 0.002$$

$$Q_{C2} = (1 - 0.5) \times 0.2 \times (1 - 0.02) = 0.098$$

$$Q_{C1} = 0.5 + (1 - 0.5) \times (1 - 0.2) = 0.9$$

Opomba: vsota = 1.

3.5.2.3.2 Izračun

Enako kot v prejšnjih primerih dobimo oceno tveganja zaradi drugih nesreč na progah SŽ-ja z uvrščanjem zgoraj ocenjenih vrednosti pogostosti nevarnosti in pogojnih verjetnosti v odgovarjajoča vozlišča na

Sl. 3-3.

Izračun ocene tveganja za druge nesreče je prikazan na Sl. 3-6. Na sliki se direktno vidijo pogostosti za posamezne posledice, ki so podane kot pričakovano število dogodkov v enem letu.

| H3 | QC | Posledica Pogostost | | |
|----------|----------|---------------------|----|----------|
| 1.50E+01 | 9.00E-01 | 1 | C1 | 1.35E+01 |
| | 9.80E-02 | 2 | C2 | 1.47E+00 |
| | 2.00E-03 | 3 | C4 | 3.00E-02 |

Sl. 3-6: Vrednotenje scenarijev za druge nesreče (H3)

3.5.2.4 Ocena skupnega tveganja

Na podlagi vrednotenja tveganja za posamezne kategorije nevarnosti opisane v poglavjih 3.5.2.1, 3.5.2.2 in 3.5.2.3 lahko ocenimo skupno tveganje vseh obravnavanih kategorij nevarnosti. Ocena skupnega tveganja je podana v Tab. 3-. Posamezne kategorije posledic so bolj natančno razložene v poglavju 3.2.3.

Tab. 3-11: Skupno tveganje od vseh obravnavanih kategorij nevarnosti

| Posledica | Opis | Ocenjeno pričakovano število dogodkov na leto na območju Slovenskih železnic | Primerjava z dejanskim stanjem na podlagi razpoložljivih podatkov |
|-----------|---|--|---|
| C2 | Več kot ena smrtna žrtev | 1.56E+00 | <p>Glede na letno število trčenj vlakov v osebna ali pa druga vozila na prehodih, pričakovani ena do dve nesreči letno, pri katerih pride do dveh ali nekoliko smrtnih žrtev se ne zdi nesmiselno.</p> <p>V zadnjih letih sta bila dva trčenja vlakov (Jesenice in Vižmarje) z večjim številom poškodovanih in potencialom za hujše posledice.</p> |
| C3 | Izpust nevarnih snovi (NS) s posledicami na okolje in/ali ljudi | 5.85E-02 | <p>Pričakuje se ena nesreča na približno 15 let. Resnih nesreč te vrste ni bilo v zadnjih 30 letih, čeprav je bilo nekaj dogodkov s potencialom:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prevrnitev cistern z bencinom 1995 v Zalogu; • Iztekanje propilena iz cisterne 2010; • Iztekanje diesel-goriva, Zalog, 2011; • Trčenje tovornega in potniškega vlaka na Jesenicah 2011 (kaj če bi tovorni vlak prevažal NS?) <p>Ocena se ne zdi nesmiselna.</p> |

| Posledica | Opis | Ocenjeno pričakovano dogodkov na leto na Slovenskih železnic | Primerjava z dejanskim stanjem na podlagi razpoložljivih podatkov |
|-----------|--|--|---|
| C4 | Večje število smrtnih žrtev | 7.03E-02 | V zadnjih 30 letih je bila nesreča v Divači in dve trčenji vlakov (Jesenice in Vižmarje) z večjim številom poškodovanih in potencialom za hujše posledice. Če predpostavimo, da sta oba zadnja dogodka imela potencial 50% za kategorijo C4, imamo skupno efektivno dva dogodka na zadnjih 30 let. Ocena se ne zdi nesmiselna. |
| C5 | Izpust nevarnih snovi z večjimi posledicami na okolje in/ali ljudi | 1.36E-03 | Takšnih dogodkov na srečo ni bilo. Gre za redke dogodke, kar se tudi odraža v nizki verjetnosti (eden na tisoč let). |

Za občutek bomo naredili primerjavo kvantitativnih kazalcev tveganja za SŽ v celoti s kazalci tveganja za železnice v Veliki Britaniji, kot so bili ocenjeni v prejšnji študiji [4]. Primerjave ni možno narediti direktno za posledice C2, C3, C4 in C5, ker so omenjene kategorije posledice bile definirane za potrebe prejšnje študije [4], oziroma predmetne študije v tem poročilu in ne obstajajo paralelni rezultati za Veliko Britanijo ali katero drugo državo. Možno pa je narediti primerjavo po kazalcih, ki so bili ocenjeni v [4]. Izvleček iz [4] je prikazan v Tab. 3-12, ki podaja skupna števila dogodkov za 4-letno obdobje.

Tab. 3-12: Števila dogodkov na železnicah v Veliki Britaniji v 4-letnem obdobju, [4]

| Vrsta dogodka | Skupno število dogodkov v 4 letih | Dogodkov na milijon vlak-km | Delež dogodkov ki vključujejo smrtne žrtve |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| Trčenja | 23 | 1.13E-02 | 6.7% |
| Iztirjenja | 71 | 3.47E-02 | 2.6% |
| Požari | 3 | 1.47E-03 | 0.0% |
| Nesreče na nivojskih križiščih | 52 | 2.54E-02 | 95.2% |

Za primerjavo bomo izbrali podatke AŽP-ja iz Tab. 6-1 in sicer za 5-letno obdobje 2009 - 2013, torej »najnovejše« 5-letne podatke, ki so na razpolago (in zaradi tega najbolj odražajo obstoječe stanje). Če podatke prikažemo kot števila dogodkov na leto, dobimo primerjavo kot v Tab. 3-13.

Tab. 3-13: Primerjava letnih števil dogodkov na železnicah v Veliki Britaniji (VB) s SŽ

| Vrsta dogodka | Dogodkov na leto: SŽ | Dogodkov na leto: VB |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| Trčenja | 0.6 | 5.75 |
| Iztirjenja | 0.4 | 17.75 |
| Požari | 0.4 | 0.75 |
| Nesreče na nivojskih križiščih | 10.4 | 13 |

Primerjava kaže na to, da so števila dogodkov bistveno manjša v Sloveniji, posebej za trčenja in iztirjenja. Razlog je v tem, da je SŽ kot sistem bistveno manjši kot je sistem železnic v Veliki Britaniji. Za Veliko Britanijo je v [4] letno število vlak-kilometrov bilo ocenjeno kot približno 511 milijonov. Za SŽ se za omenjeno obdobje 2008 - 2013 dobi v povprečju (Tab. 6-7) približno 18.76 milijonov vlak-km. Če se števila dogodkov preračunajo na milijon vlak-km, se dobi precej drugačna slika, ki jo kaže Tab. 3-14.

Tab. 3-14: Primerjava števil dogodkov na milijon vlak-km na železnicah v Veliki Britaniji (VB) s SŽ

| Vrsta dogodka | Dogodkov na milijon vlak-km: SŽ | Dogodkov na milijon vlak-km: VB |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Trčenja | 4.99E-02 | 1.13E-02 |
| Iztirjenja | 1.46E-01 | 3.47E-02 |
| Požari | 1.94E-01 | 1.47E-03 |
| Nesreče na nivojskih križišč | 5.59E-01 | 2.54E-02 |

Treba je poudariti, da se primerjava iz Tab. 3-14 lahko vzame le za ilustracijo. Za dejansko primerjavo bi bilo potrebno pridobiti informacije in preučiti kriterije za poročanje dogodkov (tj. za uvrstitev dogodka v poročilo oziroma statistiko).

3.5.3 Vrednotenje tveganja za ureditev vozlišča in železniške postaje Pragersko

V tem poglavju je opisano, kako je bil logični model prilagojen za ureditev vozlišča z ureditvijo železniške postaje Pragersko in je uporabljen kot orodje za oceno tveganja zaradi prometa na območju novih ureditev. Poglavje ima enako osnovno strukturo kot 3.5.2.

3.5.3.1 Iztirjenja in trčenja vlakov (H1)

Poglavje, ki sledi opisuje kvantitativno vrednotenje tveganja zaradi iztirjenja in trčenja vlakov na območju novih ureditev vozlišča Pragersko. Vrednotenje temelji na logičnem modelu tveganja, prikazanemu s Sl. 3-1 / Tab. 3-2.

3.5.3.1.1 Vrednotenje scenarijev

Kot prej, potrebno je oceniti parametre (pogostosti oziroma pogojne verjetnosti) za vse funkcionalne dogodke prikazane v drevesu dogodkov (Sl. 3-1) in pripadajoča vozlišča.

Pogostost iztirjenj/trčenj vlakov (funkcija H1)

Pogostost trčenj in iztirjenj bo za novo progo ocenjena na podlagi predpostavke, da je letno število dogodkov sorazmerno velikosti sistema. Kot merilo za velikost sistema bo vzeta skupna dolžina prog oziroma tirov. Treba je poudariti, da takšna predpostavka vključuje tudi predpostavko, da se razmerja glede gostote prometa v povprečju ne bodo spreminjala. Namreč, smiselno se zdi predpostaviti, da bi pogostost dogodkov naraščala z gostoto prometa vlakov (na primer z zvišanjem števila vlakov na dan). Obstoječa dokumentacija in informacija na spletni strani slovenskih železnic podaja napoved prometa za novo postajo 110 vlakov znotraj 24 ur (režim dan - večer - noč), kar se zdi precej glede na skupno število vlakov na dan pri Slovenskih železnicah v celoti (povprečje približno 700 vlakov na dan, poglavje 6.4). To bi po eni strani lahko narekovalo na možno zvišanje pogostosti dogodkov. Dodatno je za predpostaviti, da se

uvajajo projektne rešitve, ki bi zmanjševale tveganje neželenih dogodkov (kot so na primer rešitve z manjšim številom nivojskih prehodov, signalizacija). Na podlagi takšnih argumentov bo za potrebe predmetne analize predpostavljeno sorazmerje med pogostostjo dogodkov in številom tirnih kilometrov.

Iz projektne dokumentacije, reference [1] in [3] je razvidno, da je skupna dolžina načrtovanih tirov približno 7.7 km.

Iz letnih poročil SŽ-ja in spletne strani slovenskih železnic je razvidno, da je skupna dolžina tirov na progah 1541,24 km.

Povprečna pogostost začetnih dogodkov kategorije H1 je bila ocenjena kot 4 dogodki na leto v poglavju 3.5.2.1. Torej, pogostost trčenj / iztirjenj na novi progi ocenjujemo za potrebe predmetne analize kot:

$$f_{H1,TD} \approx 4 \times \frac{7.7}{1541} \approx 0.02 \quad \text{dogodkov / leto.}$$

Nesreča pri nižjih hitrostih (funkcija NH)

V projektni dokumentaciji, reference [1] in [3], se kot projektne hitrosti za novo visokozmogljivo progo (VZP) navajajo:

- za potniške vlake: 160 km/h
- za tovarne vlake: 100 km/h
- navezovalni tiri na obstoječo progo: 65 km/h oz. 80 km/h

Po drugi strani so povprečne hitrosti pri Slovenskih železnica v obdobju 2001 do 2017 znašale (dodatek, poglavje 6.4):

- potniški vlaki: 52 km/h
- tovarni vlak: 32 km/h.

Potrebno je seveda ločiti med projektno hitrostjo za progo in dejansko povprečno hitrostjo vlakov. V vsakem primeru je za pričakovati, da bodo povprečne hitrosti na novi progi višje kot je povprečje za Slovenske železnice. Zaradi tega bomo zvišali tudi verjetnost, da se dogodek (iztirjenje / trčenje) zgodi pri višji hitrosti. V poglavju 3.5.2.1 je ta verjetnost, za SŽ v celoti ocenjena kot 0.01. Za novo progo bo privzeta za faktor višja verjetnost:

$$Q_{NH,TD} = 0.02$$

Nesreča ne vključuje tovornega vlaka (funkcija TOV)

Oceno verjetnosti, da nesreča ne vključuje tovornega vlaka bomo naredili na analogen način kot v poglavju 3.5.2.1.

Verjetnost, da začetni dogodek H1 pri nizkih hitrostih vključuje tovorni vlak (zgornje vozlišče v drevesu dogodkov) bomo privzeli iz poglavja 3.5.2.1.

Za verjetnost v spodnjem vozlišču (višje hitrosti) bomo najprej ocenili povprečni delež tovornih vlakov (p_{tov}) na novi progi. Iz letnih poročil SŽ-ja in spletne strani slovenskih železnic se lahko napoveduje 69 potniških in 41 tovornih vlakov znotraj 24 ur za novo progo in postajo. Torej, delež tovornih vlakov je 0.37, kar pa je višje kot povprečje za SŽ (≈ 0.29 , poglavje 3.5.2.1). Delež trčenj (oziroma naletov) bomo privzeli iz poglavja 3.5.2.1: $q_{tr} \approx 0.32$. Če na ta način ocenjene vrednosti za q_{tr} in p_{tov} uvrstimo v formulo iz poglavja 3.5.2.1, dobimo pogojno verjetnost, da v dogodku *ni* vključenega tovornega vlaka 0.56. Z drugimi besedami, verjetnost, da *dogodek vključuje tovorni vlak* je približno 0.44.

Povzetek:

- $Q_{TOV} \approx 0.68$, v zgornjem vozlišču drevesa dogodkov na sliki 3.7 (nizke hitrosti);
- $Q_{TOV,1} \approx 0.44$, v spodnjem vozlišču drevesa dogodkov na sliki 3.7 (višje hitrosti).

Iztirjeni vagoni ne vključujejo NS-vagonov (funkcija IZTNS)

Izračun verjetnosti za funkcijo IZTNS bo narejen analogno izračunu v poglavju 3.5.2.1.

Skupno število vagonov ponesrečenega tovornega vlaka, N_T

V skladu s prepisko [2] smo predpostavili da je povprečno število vagonov v tovornem vlaku 16, kar je manjše od povprečja za SŽ (ki je v poglavju 3.5.2.1 bilo ocenjeno kot 20 vagonov).

$$N_T = 16$$

Število NS-vagonov vključenih v kompozicijo ponesrečenega vlaka, N_x

Iz podatkov pridobljenih s strani slovenskih železnic [2] je razvidno, da je delež NS v tonah prepeljanega blaga na postaji Pragersko 0.12.

Torej:

$$N_x \approx 0.12N_T = 0.12 \times 16 = 2$$

Število iztirjenih vagonov, N_D

Potrebno je oceniti število iztirjenih vagonov za scenarij pri nizkih hitrostih in za scenarij pri višjih hitrostih.

Za scenarij pri *nizkih hitrostih* bo na podlagi diskusije v poglavju 3.5.2.1, predpostavljeno, da *število iztirjenih vagonov ne presega 4 vagonov*: $N_D \leq 4$. V tem se tudi odraža predpostavka, da do iztirjenj pri nizkih hitrostih v večjem številu dogodkov pride pri premikih in manipulacijah.

Za scenarij pri *višjih hitrostih* bo predpostavljeno $N_D = 10$ iztirjenih vagonov. Kot se vidi iz korelacije v poglavju 3.3.1, bi takšno število odgovarjalo približno hitrosti 60 km/h. Takšna predpostavka se zdi smiselna ne glede na to, da znaša projektna hitrost proge za tovarne vlake 100 km/h. Prvič, za pričakovati je, da bodo dejanske hitrosti bivstveno nižje od projektnih. Drugič, za pričakovati je tudi, da bodo hitrosti vlakov, ki prevažajo nevarne snovi administrativno omejene.

Verjetnost, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj en NS-vagon

Tab. 3-15 podaja verjetnosti, da iztirjeni vagoni vključujejo NS-vagone, na podlagi modela opisanega v poglavju 3.3.1, za skupno število $N_T = 16$ vagonov, od katerih je $N_x = 2$ NS-vagonov (kot je bilo ocenjeno zgoraj).

Kot je razvidno, če je skupno število iztirjenih vagonov med 1 in 4 vagoni ($N_D \leq 4$), potem je verjetnost, da je med njimi vsaj eden NS-vagon med 0.2 in 0.3.

Za predmetno analizo bo privzeto, da je verjetnost, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj eden NS-vagon (verjetnost neuspešne poti vozlišča IZTNS, Sl. 3-1):

$$Q_{IZTNS} = 0.25$$

V primeru, da je iztirjenih 10 vagonov ($N_D = 10$), verjetnost iztirjanja vsaj enega NS-vagona, v skladu s Tab. 3-15 znaša 0.50. Torej:

$$Q_{IZTNS,1} = 0.50$$

Tab. 3-15: Verjetnosti, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj eden NS-vagon za različne N_D (nova proga)

| $N_T = 16; N_X = 2$ | | | |
|---------------------|------|-------------|------|
| $N_D = 1$ | | $N_D = 2$ | |
| J_X | Q | J_X | Q |
| 1 | 0.13 | 1 | 0.13 |
| | | 2 | 0.06 |
| $Q_{tot} =$ | 0.13 | $Q_{tot} =$ | 0.19 |
| $N_D = 3$ | | $N_D = 4$ | |
| J_X | Q | J_X | Q |
| 1 | 0.13 | 1 | 0.13 |
| 2 | 0.13 | 2 | 0.19 |
| 3 | 0.00 | 3 | 0.00 |
| | | 4 | 0.00 |
| $Q_{tot} =$ | 0.26 | $Q_{tot} =$ | 0.32 |
| $N_D = 5$ | | $N_D = 6$ | |
| J_X | Q | J_X | Q |
| 1 | 0.13 | 1 | 0.13 |
| 2 | 0.25 | 2 | 0.32 |
| 3 | 0.00 | 3 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 4 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 5 | 0.00 |
| | | 6 | 0.00 |
| $Q_{tot} =$ | 0.38 | $Q_{tot} =$ | 0.43 |
| $N_D = 7$ | | $N_D = 8$ | |
| J_X | Q | J_X | Q |
| 1 | 0.13 | 1 | 0.13 |
| 2 | 0.38 | 2 | 0.44 |
| 3 | 0.00 | 3 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 4 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 5 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 6 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 7 | 0.00 |
| | | 8 | 0.00 |
| $Q_{tot} =$ | 0.51 | $Q_{tot} =$ | 0.57 |

| $N_T = 16; N_X = 2$ | | | |
|---------------------|------|------------|------|
| $N_D = 9$ | | $N_D = 10$ | |
| J_X | Q | J_X | Q |
| 1 | 0.13 | 1 | 0.13 |
| 2 | 0.50 | 2 | 0.56 |
| 3 | 0.00 | 3 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 4 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 5 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 6 | 0.10 |
| 7 | 0.00 | 7 | 0.00 |
| 8 | 0.00 | 8 | 0.00 |
| 9 | 0.00 | 9 | 0.00 |
| | | 10 | 0.00 |
| Q_{tot} | 0.63 | Q_{tot} | 0.69 |

Pripombe:

- J_X število NS-vagonov med iztirjenimi vagoni;
- Q pripadajoča verjetnost, da iztirjeni vagoni vključujejo točno J_X NS-vagonov;
- Q_{tot} verjetnost, da iztirjeni vagoni vključujejo vsaj eden NS-vagon;

Iztirjeni NS-vagoni niso poškodovani (funkcija POSK)

Povprečna verjetnost poškodbe posameznega iztirjenega NS-vagona $\bar{q} \approx 12\% = 0.12$ iz poglavja 3.5.2.1 se lahko uporabi tudi za tovarne vlake na novi progi (saj je privzeta iz študije [22] v kateri je navedeno, da velja v pasu hitrosti od 0 do 70 milj na uro, kar zajema tudi predpostavljene hitrosti tovornih vlakov na novi progi).

Glede predpostavljenih variant z različnimi števili skupno iztirjenih vagonov, pri nizkih hitrostih so bile ponovno preučene variante $N_D = 1, 2, 3, 4$, torej skupaj 4 variante; pri višjih hitrostih je bila predpostavljena varianta $N_D = 10$, to je le ena varianta. Torej: v prvem primeru $D = 4$, v drugemu primeru $D = 1$.

Ob zgornjih predpostavkah in glede na vrednosti J_X in Q_X iz Tab. 3-15:

- ob nesreči pri nižjih hitrostih se dobi $\overline{J_X} = 0.5$; konzervativno privzamemo $J_X = 1$ in dobimo:

$$Q_{POSK} = 1 - (1 - 0.12)^1 = 0.116$$

- ob nesreči pri višjih hitrostih se dobi $\overline{J_X} = 2$; torej:

$$Q_{POSK,1} = 1 - (1 - 0.12)^2 = 0.218$$

Iztirjenje/trčenje pri nižjih hitrostih povzroči več kot eno smrtno žrtev (funkcija QC2)

Ker gre za nesreče pri nižjih hitrostih bomo kar privzeli oceno iz poglavja 3.5.2.1:

$$Q_{C2} \approx 0.02$$

3.5.3.1.2 Izračun

Kot v prejšnjem primeru bomo uvrstili zgoraj ocenjene verjetnosti v posamezna vozlišča drevesa dogodkov na Sl. 3-1 in na ta način dobili oceno pogostosti posameznih scenarijev za iztiranje/trčenje na novi progi (kategorija nevarnosti H1).

Vrednotenje scenarijev za iztiranje/trčenje je prikazano na Sl. 3-7. Povzetek pogostosti dogodkov s posameznimi posledicami je podan v Tab. 3-16.

Tab. 3-16: Ocenjene pogostosti nesreč s posameznimi posledicami zaradi iztiranja/trčenja (nova proga)

| Posledica | Ocena pogostosti dogodkov (dog/leto) |
|-----------|--------------------------------------|
| C2 | 3.84E-04 |
| C3 | 3.87E-04 |
| C4 | 8.10E-03 |
| C5 | 9.59E-04 |

| H1 | NH | TOV | IZTNS | POSK | QC2 | Posledica | Pogostost |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 2.00E-02 | 9.80E-01 | 3.20E-01 | | | 9.80E-01 | 1 C1 | 6.15E-03 |
| | | | | | 2.00E-02 | 2 C2 | 1.25E-04 |
| | | 6.80E-01 | 7.50E-01 | | 9.80E-01 | 3 C1 | 9.80E-03 |
| | | | | | 2.00E-02 | 4 C2 | 2.00E-04 |
| | | | 2.50E-01 | 8.84E-01 | 9.80E-01 | 5 C1 | 2.89E-03 |
| | | | | | 2.00E-02 | 6 C2 | 5.90E-05 |
| | | | | 1.16E-01 | | 7 C3 | 3.87E-04 |
| | 2.00E-02 | 5.60E-01 | | | | 8 C4 | 2.24E-04 |
| | | 4.40E-01 | 5.00E-01 | | | 9 C4 | 4.44E-03 |
| | | | 5.00E-01 | 7.82E-01 | | 10 C4 | 3.44E-03 |
| | | | | 2.18E-01 | | 11 C5 | 9.59E-04 |

Sl. 3-7: Vrednotenje scenarijev za iztiranje / trčenja (H1) za novo progo

3.5.3.2 Požari (H2)

V tem poglavju vrednotimo tveganje zaradi požarov na novi progi in postaji Pragersko na podlagi poenostavljenega modela iz poglavja 3.3.2.

3.5.3.2.1 Vrednotenje scenarijev

Nevarnost požarov na vlakih (funkcija H2)

Na enak način kot pri H1 bomo pogostost preslikali na novo progo in voylišče Pragersko (približno 7.7 km tirov, [1] in [3]) s pomočjo predpostavke, da je verjetnost požara enakomerno razporejena po kilometrih slovenskih prog (1541 km tirov slovenskih železniških prog).

V poglavju 3.5.2.2 je bila ocenjena povprečna pogostost požarov na vlakih SŽ kot približno 4 dogodki na leto. Ob zgornjih predpostavkah je:

$$f_{H2} \approx \frac{7.7}{1541} \times 4 = 0.02 \quad \text{dog/leto}$$

Pogojne verjetnosti (funkcija QC)

Pogojne verjetnosti različnih posledic (C1 do C5) bodo, ob pomanjkanju podatkov, privzete iz poglavja 3.5.2.2. Torej:

$$Q_{C1} = 9.95E-01$$

$$Q_{C2} = 2.78E-03$$

$$Q_{C3} = 1.39E-03$$

$$Q_{C4} = 2.78E-04$$

$$Q_{C5} = 1.39E-04$$

$$Vsota = 1.0$$

Predpostavimo, enako kot v poglavju 3.5.2.2, da so v največjem številu primerov dogodka požara na vlaku posledice omejene na materialno škodo (brez bistvenega vpliva na okolje) in/ali največ eno smrtno žrtev.

3.5.3.2.2 Izračun

Na podlagi zgornjih ocen pogostosti nevarnosti in pogojnih verjetnosti lahko dobimo oceno tveganja zaradi požarov na vlakih (kategorija nevarnosti H2) za novo progo in postajo Pragersko z uvrščanjem odgovarjajočih vrednosti v poenostavljeno drevo dogodkov, Sl. 3-2.

Izračun ocene tveganja za predmetno kategorijo nevarnosti je prikazan na Sl. 3-8. Na sliki se direktno vidijo pogostosti za posamezne posledice. Pogostosti so podane na pričakovano število dogodkov v enem letu.

| H2 | QC | | Posledica | Pogostost |
|----------|----------|---|-----------|-----------|
| 2.00E-02 | 9.95E-01 | 1 | C1 | 1.99E-02 |
| | 2.78E-03 | 2 | C2 | 5.56E-05 |
| | 1.39E-03 | 3 | C3 | 9.80E-03 |
| | 2.78E-04 | 4 | C4 | 2.78E-05 |
| | 1.39E-04 | 5 | C5 | 2.78E-06 |

Sl. 3-8: Vrednotenje scenarijev za požare na vlakih (H2) - nova proga

3.5.3.3 Druge nesreče (H3)

Spodaj je ovrednoteno tveganje zaradi drugih nesreč vezanih na promet na novi progi in postaji Pragersko na podlagi poenostavljenega modela iz poglavja 3.3.3, kot ga je dovolil obseg razpoložljivih podatkov za predmetno analizo.

3.5.3.3.1 Vrednotenje scenarijev

Nevarnost zaradi drugih nesreč (funkcija H3)

V poglavju 3.5.2.3 je bila pogostost drugih dogodkov (kategorija H3) ocenjena kot približno 15 dogodkov na leto.

Ob predpostavki, da je verjetnost drugih dogodkov (H3) enakomerno razporejena po vseh kilometrih slovenskih prog (1541 km tirov slovenskih železniških prog, poglavje 6.4) se bi pogostost preslikala na novo progo in vozlišče Pragersko (približno 7.7 km tirov, [1] in [3]) kot:

$$\frac{7.7}{1541} \times 15 = 0.075 \text{ dog/leto}$$

Kot je razvidno iz Tab. 3-, nekaj več kot 75 procentov drugih dogodkov (85 od 110) odpade na nesreče na prehodih. Kot izhaja iz projektne dokumentacije, na novi progi nivojskih prehodov v bivstvu ne bo. Zaradi tega bomo predvideno pogostost drugih dogodkov znižali za faktor, na približno 0.15 na leto:

$$f_{H3} = 0.15 \text{ dog/leto}$$

Pogojne verjetnosti (funkcija QC)

Zaradi pomanjkanja podatkov bomo pogojne verjetnosti različnih posledic (C1, C2 in C4) kar prevzeli iz poglavja 3.5.2.3. Torej:

$$Q_{C4} = 0.002$$

$$Q_{C2} = 0.098$$

$$Q_{C1} = 0.9$$

$$(Vsota = 1.)$$

3.5.3.3.2 Izračun

Enako kot v prejšnjih primerih, oceno tveganja zaradi drugih nesreč na novi progi in postaji Pragersko dobimo z uvrščanjem zgoraj ocenjenih vrednosti pogostosti nevarnosti in pogojnih verjetnosti v odgovarjajoča vozlišča na

Sl. 3-3.

Izračun ocene tveganja za druge nesreče je prikazan na

Sl. 3-9. Na sliki se direktno vidijo pogostosti za posamezne posledice, ki so podane kot pričakovano število dogodkov v enem letu.

| H3 | QC | | Posledica | Pogostost |
|----------|----------|---|-----------|-----------|
| 2.00E-02 | 9.00E-01 | 1 | C1 | 1.80E-02 |
| | 9.80E-02 | 2 | C2 | 1.96E-03 |
| | 2.00E-03 | 3 | C4 | 4.00E-05 |

Sl. 3-9: Vrednotenje scenarijev za druge nesreče (H3) - nova proga

3.5.3.4 Ocena skupnega tveganja

Na podlagi vrednotenja tveganja za posamezne kategorije nevarnosti opisane v poglavjih 3.5.3.1, 3.5.3.2 in 3.5.3.3 lahko ocenimo skupno tveganje od vseh obravnavanih kategorij nevarnosti za novo progo. Ocena skupnega tveganja za novo progo je podana v Tab. 3-17. Posamezne kategorije posledic so bolj natančno razložene v poglavju 3.2.3.

Tab. 3-17: Skupno tveganje od vseh obravnavanih kategorij nevarnosti - nova proga

| Posledica | Opis | Ocenjeno pričakovano število dogodkov na leto na novi progi |
|-----------|--|---|
| C2 | Več kot ena smrtna žrtev | 2.40E-03 |
| C3 | Izpust nevarnih snovi (NS) s posledicami na okolje in/ali ljudi | 1.02E-02 |
| C4 | Večje število smrtnih žrtev | 8.17E-03 |
| C5 | Izpust nevarnih snovi z večjimi posledicami na okolje in/ali ljudi | 1.27E-04 |

Na podlagi ocene se lahko na novi progi pričakuje nekoliko dogodkov v stotih letih, ki bi povzročili več kot eno, toda ne več kot deset smrtnih žrtev. Večina takšnih dogodkov (približno devet od deset dogodkov) ne bi imela nobenega vpliva na okolje.

Število katastrofalnih dogodkov z večjim številom smrtnih žrtev (več kot deset) na novi progi se ocenjuje kot nekoliko na tisoč let. Ta kategorija dogodkov ne vključuje nevarnih vplivov na okolje.

Število dogodkov s katastrofalnim vplivom na okolje in ljudi je ocenjeno na približno en dogodek na deset tisoč let.

4 ZAKLJUČKI

Predmetna analiza podaja kvantitativno oceno, izdelano na podlagi razpoložljivih vhodnih podatkov, tveganja nastanka nesreč na novi železniški progi in postaji Pragersko. Z namenom pridobivanja perspektive s stališča sprejemljivosti so bili za definirane kategorije posledic ocenjeni indikativni kriteriji za Slovenske železnice v celoti. Tab. 4-1 podaja primerjavo ocenjenih kategorij tveganja (na podlagi definiranih posledic) z odgovarjajočimi indikativnimi kriteriji.

Tab. 4-1: Primerjava ocenjenih kategorij tveganja za novo progo z indikativnimi kriteriji

| Posledica | Ocenjeno pričakovano število dogodkov na leto na novi progi in postaji Pragersko | Indikativni kriterij za SŽ v celot (dog/ leto) | Primerjava |
|-----------|--|--|--|
| C2 + C3 | 1.3E-02 | Nekoliko dogodkov na leto | Ocena za novo progo kaže na nekoliko dogodkov na 100 let |
| C4 + C5 | 8.3E-03 | En dogodek na nekoliko desetletij | Ocena za novo progo kaže na en dogodek na 100 let |

Kot je razvidno iz Tab. 4-1, bi ocenjeno število nesreč na novi progi in postaji Pragersko v omenjenih kategorijah bilo za približno dva velikostna razreda nižje od indikativnih kriterijev za SŽ v celoti.

Verjetnosti dogodkov (oziroma nastanka posledic) so v analizi opisani v poglavju 3.5.3 in posledično v Tab. 4-1, definirane glede na čas, tj. verjetnosti nastanka v enem koledarskem letu. Takšna definicija je bila privzeta zato, da bi se tveganje zaradi železniškega prometa lahko primerjalo z ostalimi viri tveganja in obravnavalo tudi v širšem družbenem kontekstu.

Tveganje izraženo na časovno enoto je odvisno od velikosti sistema. Za večji sistem se lahko pričakuje večje tveganje (npr. večje število dogodkov) na enoto časa, kot za primerljiv manjši sistem. Zaradi tega se za določene sisteme oziroma področja lahko definirajo specifična merila tveganja, ki niso odvisna od velikosti sistema. Pri tem je potrebno omeniti, da takšna specifična merila v številnih primerih niso uporabna za primerjanje tveganja med različnimi sistemi, področji ali pa viri tveganj. V primeru železniškega prometa se lahko definira tveganje v smislu števila dogodkov na en opravljen vlak-kilometer oziroma še bolj uporabno merilo je število dogodkov na milijon vlak-kilometrov. Zgornje rezultate za novo progo (poglavje 3.5.3.4) bomo, enako kot rezultate za SŽ v celoti (poglavje 3.5.2), prikazali tudi na ta način.

Za SŽ v celoti so ocenjena pričakovana števila dogodkov na leto podana v Tab. 3-. Iz Tab. 6-6 in Tab. 6-7 lahko ocenimo povprečno letno število vlak-kilometrov za SŽ kot 19.90 milijonov vlak-km/leto. Na podlagi tega lahko pričakovana števila dogodkov s posameznimi posledicami (C2, C3, C4 ali C5) preračunamo glede na opravljenih milijon vlak-km, kot je prikazano v Tab. 4-2.

Tab. 4-2: Tveganje za SŽ izraženo na milijon vlak-km

| Posledica | Ocenjeno pričakovano število dogodkov na območju SŽ | |
|-----------|---|--------------------|
| | Na leto (Tab. 3-) | Na milijon vlak-km |
| C2 | 1.56E+00 | 8.21E-02 |
| C3 | 5.85E-02 | 3.31E-03 |
| C4 | 7.03E-02 | 3.70E-03 |
| C5 | 1.36E-03 | 7.16E-05 |

Za novo progo je za ta namen najprej potrebno oceniti letno število vlak kilometrov. To bomo naredili na podlagi napovedanega prometa. V poglavju 3.5.3.1.1 je bilo že omenjeno, da projektna dokumentacija napoveduje 110 vlakov (potniških in tovornih vlakov znotraj 24 ur (režim dan - večer - noč) na novi progi (kar se sicer zdi precej glede na skupno število vlakov na dan pri SŽ-ju v celoti (povprečje približno 700 vlakov na dan, poglavje 6.4)). Če predpostavimo, da bo vsak napovedani vlak prepeljal celotno dolžino enega tira, kar približno znaša 4 km, dobimo oceno:

$$\frac{110 \times 4 \times 365}{10^6} \approx 0.161$$

milijonov vlak-km.

Na podlagi tega lahko pričakovana števila dogodkov s posameznimi posledicami (C2, C3, C4 ali C5) preračunamo glede na napovedanih milijon vlak-km, kot je prikazano v Tab. 4-3.

Tab. 4-3: Tveganje za novo progo izraženo na milijon vlak-km

| Posledica | Ocenjeno pričakovano število dogodkov na novi progi | |
|-----------|---|--------------------|
| | Na leto (Tab. 3-12) | Na milijon vlak-km |
| C2 | 2.40E-03 | 3.86E-04 |
| C3 | 1.02E-02 | 1.64E-03 |
| C4 | 8.17E-03 | 1.32E-04 |
| C5 | 1.27E-04 | 2.04E-05 |

Če primerjamo napovedi v Tab. 4-3 z ocenami v Tab. 4-2 vidimo, da je za novo progo napoved za C2, C3, C4 in C5 manjša od ocenjenega povprečja za SŽ. Napoved za C3 in C5 je najbližja ocenjenemu povprečju za SŽ, medtem ko se napovedi za C2 in C4 precej nižja od ocenjenega povprečja SŽ. Razlago za to lahko najdemo v naslednjem:

- C2 predvsem (čeprav ne popolnoma) izhaja iz nesreč na nivojskih prehodih, na novi progi progi bodo vsa izvennivojska križanja;
- za dogodek kategorije C5 je potreben vsaj en tovorni vlak (oziroma če ni tovarnega prometa z nevarnimi snovmi je tveganje od C5 minimalno); napovedani delež tako tovarnega prometa kot potniškega je za novo progo bistveno večji kot je povprečje SŽ-ja (poglavje 6.4).

Število znanilcev nesreč narašča, Dodatek 6.2. Skupno število znanilcev nesreč je v letu 2017 naraslo na 148, kar je najvišja vrednost v zadnjih petih letih. Zmanjšali so se zlomi tirnic, povečalo pa se je število deformacij tirov, prevozi signalov in zlomi koles na vozilih. Naraščanje števila znanilcev nesreč in števila nesreč kaže, da se analiza znanilcev ne opravlja v skladu s najboljšo svetovno prakso, ki omogoča da se popravila in varnostne aktivnosti v železniškem prometu izvedejo preventivno in, da se na ta način prepreči nesreča.

Za ilustracijo podajamo tudi rezultate za progo Trst - Divača iz prejšnje študije [5], ki so prikazani v Tab. 4-4 (izraženi v smislu dogodkov na leto).

Tab. 4-4: Ocenjeno tveganje za progo Trst - Divača, [5]

| Posledica | Ocenjeno pričakovano število dogodkov na novi progi | |
|-----------|---|--------------------|
| | Na leto | Na milijon vlak-km |
| C2 | 1.63E-02 | 3.47E-02 |
| C3 | 1.55E-03 | 3.29E-03 |
| C4 | 1.70E-03 | 3.61E-03 |
| C5 | 1.27E-04 | 2.70E-04 |

V izračunu verjetnosti niso upoštevani predvideni infrastrukturni projekti (drugi tir Divača - Koper, nova visokozmogljiva dvotirna proga Trst - Divača in nova visokozmogljiva proga (VZP) Divača - Ljubljana), ki se bodo navezovali v vozlišče Divača in bodo imeli vpliv na verjetnost nastanka nesreče na tem področju.

5 REFERENCE

- [1] Zbirno projektno poročilo, JV PROMICO & Projektni atelje nizke gradnje, Ljubljana
- [2] Elektronska pošta Slovenske železnice z dne 26 julij 2019
- [3] Vodilna mapa, JV PROMICO & Projektni atelje nizke gradnje, Ljubljana junij 2014, sprememba februar 2015, PNZ svetovanje projektiranje, d.o.o., Ljubljana
- [4] Mape 3.1, Granova, Zagreb, februar 2016
- [5] Izračun verjetnosti za nastanek nesreče v železniškem prometu na relaciji Koper - Divača, Tehnično poročilo INKO TP-02-10, revizija 0, Ljubljana, maj 2010
- [6] COMMISSION REGULATION (EC) No 352/2009 of 24 April 2009 on the adoption of a common safety method on risk evaluation and assessment as referred to in Article 6(3)(a) of Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council, Official Journal of the European Union L 108/4, 29.4.2009
- [7] DIREKTIVA 2004/49/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 29. aprila 2004 o varnosti na železnicah Skupnosti ter o spremembi Direktive Sveta 95/18/ES o izdaji licence prevoznikom v železniškem prometu in Direktive 2001/14/ES o dodeljevanju železniških infrastrukturnih zmogljivosti, naložitvi uporabnin za uporabo železniške infrastrukture in podeljevanju varnostnega spričevala (Direktiva o varnosti na železnici), URADNI LIST EVROPSKE UNIJE L 164/44, 30.4.2004
- [8] ERA/GUI/01-2008/SAF, Guide for the application of the Commission Regulation on the adoption of a common safety method on risk evaluation and assessment as referred to in Article 6(3)(a) of the Railway Safety Directive, Version 1.1, European Railway Agency, 06/01/2009
- [9] ERA/GUI/02-2008/SAF, Collection of examples of risk assessments and of some possible tools supporting the CSM Regulation, Version 1.1, European Railway Agency, 06/01/2009
- [10] ERA/2009/SAF/S-01, Final Report – Risk Acceptance Criteria for Technical Systems and Operational Procedures, Report for European Railway Agency, Report No: 24127328/03, Rev: 02, Det Norske Veritas, 22 January 2010
- [11] Uradni list Republike Slovenije, Št. 62 / 14. 8. 2014, 2677. Uredba o izvajanju Sklepa o mehanizmu Unije na področju civilne zaščite
- [12] COMMISSION STAFF WORKING PAPER »Risk assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management«, SEC (2010) 1626 final, European Commission, 21. 12. 2010
- [13] SKLEP št. 1313/2013/EU EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 17. decembra 2013 o mehanizmu Unije na področju civilne zaščite, L 347/924, Uradni list Evropske unije, 20.12.2013
- [14] COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 402/2013 of 30 April 2013 on the common safety method for risk evaluation and assessment and repealing Regulation (EC) No 352/2009, Official Journal of the European Union, L 121, Volume 56, 3 May 2013
- [15] Agency Report on the Experience with the Existing Regulation (EC) No. 352/2009 on a Common Safety Method on Risk Evaluation and Assessment and on the Revision of That Regulation, Version 1.0, ERA Safety Unit - CSM Team, with Appendix, 13/07/2012

- [16] Information Note about ERA's Plan for the Way Forward for the Development of Explicit Harmonised Risk Acceptance Criteria for Failures of Functions of Technical Systems, ERA Safety Unit, ERA/INF/02-2012/SAF, Version 0.1, 16.01.2013
- [17] Summary of the development of harmonised CSM design targets (CSM-DT or former RAC-TS) for technical systems, ERA Safety Unit, ERA-REP-122-REC, 24/10/2014
- [18] Recommendation No. ERA-REC-116-2015-REC of the European Railway Agency on the amendment of the Commission implementing Regulation (EU) No 402/2013 on the common safety method for risk evaluation and assessment and repealing Regulation (EC) No 352/2009, ERA, 2015
- [19] Accompanying Report N. ERA-REC-116-2015-ACR to the Recommendation of the European Railway Agency on the amendment of the Commission implementing Regulation (EU) No 402/2013 on the common safety method for risk evaluation and assessment, ERA, 2015
- [20] Collision Hazard Analysis Guide: Commuter and Intercity Passenger Rail Service, U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration, Office of Safety, Washington, October 2007
- [21] DOT/FRA/ORD-09/15, A Practical Risk Assessment Methodology for Safety-Critical Train Control Systems, U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration, Office of Research and Development, Washington, July 2009
- [22] DOT/FRA/ORD-88/14, A Risk Assessment Study on the Transportation of Hazardous Materials over the U.S. Railroads, U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration, Office of Research and Development, Washington, November 1988
- [23] DOT/FRA/RRS-22, FRA Guide for Preparing Accident/Incident Reports, U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration, Office of Safety, Washington, May 1, 2003
- [24] NSA Annual Reports / Letna poročila o varnosti - AŽP
 - NSA Annual Report 2006, Republic of Slovenia, Public Agency of the Republic of Slovenia for Railway Transport (AŽP), september 2007
 - NSA Annual Report 2007, Republic of Slovenia, Public Agency of the Republic of Slovenia for Railway Transport (AŽP), september 2008
 - NSA Annual Report 2008, Republic of Slovenia, Public Agency of the Republic of Slovenia for Railway Transport (AŽP), 2009
 - NSA Annual Report 2009, Republic of Slovenia, Public Agency of the Republic of Slovenia for Railway Transport (AŽP), 2010
 - NSA Annual Report 2010, Republic of Slovenia, Public Agency of the Republic of Slovenia for Railway Transport (AŽP), 2011
 - Letno poročilo o varnosti za leto 2011, Javna agencija za železniški promet Republike Slovenije (AŽP), september 2012
 - Letno poročilo o varnosti za leto 2012, Javna agencija za železniški promet Republike Slovenije (AŽP), september 2013
 - Letno poročilo o varnosti za leto 2013, Javna agencija za železniški promet Republike Slovenije (AŽP), september 2014
 - Letno poročilo o varnosti za leto 2014, Javna agencija za železniški promet Republike Slovenije (AŽP), september 2015

- Letno poročilo o varnosti za leto 2015, Javna agencija za železniški promet Republike Slovenije (AŽP), september 2016
 - Letno poročilo o varnosti za leto 2016, Javna agencija za železniški promet Republike Slovenije (AŽP), september 2017
 - Letno poročilo o varnosti za leto 2017, Javna agencija za železniški promet Republike Slovenije (AŽP), september 2018
- [25] Državni načrt zaščite in reševanja ob železniški nesreči, Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje
- Državni načrt zaščite in reševanja ob železniški nesreči, Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje, verzija 3.0, ažurirano: september 2007
 - Državni načrt zaščite in reševanja ob železniški nesreči, Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje, verzija 3.1, ažurirano: 2010
 - Državni načrt zaščite in reševanja ob železniški nesreči, Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje, verzija 3.1, ažurirano: 2015
- [26] Ocena ogroženosti ob železniški nesreči v Republiki Sloveniji, verzija 1.1, Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje, ažurirano: avgust 2015
- [27] Slovenske železnice v številkah / Povzetki letnih potočil - Slovenske železnice
- Slovenske železnice v številkah 2004, Slovenske železnice
 - Slovenske železnice v številkah 2005, Slovenske železnice
 - Slovenske železnice v številkah 2006, Slovenske železnice
 - Slovenske železnice v številkah 2007, Slovenske železnice
 - Slovenske železnice v številkah 2008, Slovenske železnice
 - Povzetek letnega poročila 2009, Slovenske železnice
 - Povzetek letnega poročila 2010, Slovenske železnice
 - Povzetek letnega poročila 2011, Slovenske železnice
 - Povzetek letnega poročila 2012, Slovenske železnice
 - Povzetek letnega poročila 2013, Slovenske železnice
 - Povzetek letnega poročila 2014, Slovenske železnice
 - Povzetek letnega poročila 2015, Slovenske železnice
 - Povzetek letnega poročila 2016, Slovenske železnice
 - Letno poročilo 2017, Slovenske železnice
- [28] Annual Safety Performance Report 2008, A Reference Guide to Safety Trends on GB Railways, Rail Safety and Standards, Board 2009
- [29] Izračun verjetnosti za nastanek nesreče v železniškem prometu na relaciji Trst - Divača (slovenski del odseka), Tehnično poročilo INKO TP-01-15, revizija 1, Ljubljana, april 2015
- [30] IZVEDBENA UREDBA KOMISIJE (EU) št. 402/2013 z dne 30. aprila 2013 o skupni varnostni metodi za ovrednotenje in oceno tveganja ter o razveljavitvi Uredbe (ES) št. 352/2009

- [31] IZVEDBENA UREDBA KOMISIJE (EU) 2015/1136 z dne 13. julija 2015 o spremembi Izvedbene uredbe (EU) št. 402/2013 o skupni varnostni metodi za ovrednotenje in oceno tveganja
- [32] Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o izvajanju Sklepa o mehanizmu Unije na področju civilne zaščite (Uradni list RS, št. 13/17 z dne 17. 3. 2017).
- [33] DIREKTIVA (EU) 2016/798 EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 11. maja 2016 o varnosti na železnici (prenovitev)
- [34] Pravilnik o skupnih varnostnih kazalnikih (Uradni list RS, št. 35/2019 z dne 31. 5. 2019)

6 DODATEK: IZVLEČKI PODATKOV O NESREČAH IN OPRAVLJENIH STORITEV IZ POROČIL

6.1 Uvod

V tem dodatku so predstavljeni podatki izvlečeni iz poročil, ki so bili podlaga za ovrednotenje tveganja. Podatki se nanašajo na nesreče v železniškem prometu v Sloveniji in na povzetke opravljenih prometnih storitev (kot so števila vlak-kilometrov, potnikov in ton prepeljanega blaga na letni osnovi) Slovenskih železnic.

Dodatek je organiziran na naslednji način:

- Podatki iz poročil Javne agencije za železniški promet (AŽP);
- Podatki iz poročil Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje (Ministrstvo za obrambo);
- Podatki iz poročil Slovenskih železnic

Posamezna kategorija podatkov je predstavljena v zasebnemu poglavju.

6.2 Podatki iz poročil Javne agencije za železniški promet (AŽP)

Podatki Javne agencije za železniški promet (AŽP) so bili izvlečeni iz AŽP-jevih letnih poročil za leta 2006 do 2017, [24], ki so na razpolago na AŽP-jevi spletni strani

(<http://www.azp.si/sl/zakonodaja-in-dokumenti/letna-varnostna-poroila>).

Tab. 6-1 prikazuje podatke o številu nesreč po letih. Tab. 6-2 podaja izvlečene podatke o številu žrtev, poškodovanih in incidentih. Tab. 6-3 pa podaja podatke o letnih številih vlak-kilometrov. Čeprav AŽ-jeva poročila navajajo, da so viri podatkov poročila SŽ-ja, se vrednosti za določene podatke nekoliko razlikujejo (vendar ne toliko, da bi to imelo dejanski vpliv na rezultate analize tveganja).

Tab. 6-1: Podatki o številnih nesreč po letih - AŽP

| Leto | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Trčenja | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| Iztirjenja | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Nesreče na prehodih | 33 | 15 | 11 | 16 | 6 | 8 | 11 | 9 |
| Tirna vozila med gibanjem | 39 | 14 | 2 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Požari na tirnih vozilih | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Druge | 1 | 6 | 5 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| Skupno | 81 | 36 | 19 | 21 | 11 | 14 | 13 | 15 |

| Leto | 2015 | 2016 | 2017 |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Trčenja | 1 | 1 | 1 |
| Iztirjenja | 0 | 1 | 3 |
| Nesreče na prehodih | 10 | 8 | 6 |
| Tirna vozila med gibanjem | 2 | 0 | 1 |
| Požari na tirnih vozilih | 1 | 0 | 0 |
| Druge | 1 | 1 | 0 |
| Skupno | 15 | 11 | 11 |

Tab. 6-2: Podatki o številnih žrtev, poškodovanih in incidentov po letih - AŽP

| Leto | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|------------------------------------|------|--------------------|------------------------|--------------------|------|------|------|------|
| Samomori | 14 | 20 | 10 | 15 | 25 | 16 | 13 | 18 |
| Smrtne žrtve | 17 | 13 | 11 | 14 | 4 | 5 | 5 | 3 |
| Poškodovani | 30 | 41 | 14 | 12 | 12 | 6 | 10 | 8 |
| Potniki smrtne žrtve/poškodovani | 8 | ?/11 | ?/2 | 1 | 0/5 | 0/0 | 0/0 | 0/1 |
| Zaposleni smrtne žrtve/poškodovani | ? | ?/10 | ?/2 | ? | 0/1 | 1/0 | 0/1 | 0/0 |
| Uporabniki nivojskih križanj | ? | ?/20 | ?/10 | 0/1 | 1/5 | 4/6 | 4/9 | 3/7 |
| Nepooblaščne osebe | ? | 0 | ? | 0/4 | 3/1 | 0 | 1/0 | 0/0 |
| Incidenti/ znanilci nesreč | 131 | 172 ⁽¹⁾ | zvišano ⁽²⁾ | 140 ⁽³⁾ | 96 | 116 | 100 | 81 |

| Leto | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------------------------------|------|------|------|
| Samomori | 16 | 26 | 15 |
| Smrtne žrtve | 1 | 5 | 5 |
| Poškodovani | 13 | 4 | 3 |
| Potniki smrtne žrtve/poškodovani | 0/ | 0/ | 0/0 |
| Zaposleni smrtne žrtve/poškodovani | 0/ | 0/ | 0/1 |
| Uporabniki nivojskih križanj | 1/12 | 5/4 | 5/2 |
| Nepooblaščne osebe | 0/1 | 0/0 | 0/0 |
| Incidenti/ znanilci nesreč | 142 | 125 | 148 |

Opombe za Tab. 6-2:

1. Letno poročilo za 2008 navaja, da je bilo 41 incidentov več kot v 2007.
2. Poročilo navaja le, da je bilo opaženo zvišanje v številu incidentov.
3. Na podlagi poročila za 2011.

Tab. 6-3: Podatki o vlak-kilometrih po letih - AŽP

| Leto | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|--------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tovorni vlaki (1E+06) | 11.11 | 10.933 | 8.551 | 9.426 | 12.362 | 9.420 | 12.051 | 11.813 |
| Potniški vlaki(1E+06) ⁽¹⁾ | 8.05 | 9.165 | 9.657 | 9.458 | 7.971 | 10.446 | 8.088 | 8.709 |
| Skupno (1E+06) | 19.16 | 20.098 | 18.208 | 18.884 | 20.333 | 19.866 | 20.139 | 20.522 |

| Leto | 2015 | 2016 | 2017 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| Tovorni vlaki (1E+06) | 12.334 | 12.562 | 13.333 |
| Potniški vlaki(1E+06) ⁽¹⁾ | 9.211 | 8.718 | 8.667 |
| Skupno (1E+06) | 21.545 | 21.280 | 22.000 |

Opombe za Tab. 6-3:

1. Poročila AŽP-ja podajajo le podatke za skupne vlak-kilometre in tovarne vlak-kilometre. Za potniški promet je naveden podatek o potniških kilometrih. Vlak-kilometri za potniški promet so bili v Tab. 6-3 ocenjeni kot razmerje:

$$\frac{\text{število potniških kilometrov}}{\text{povprečno število potnikov v vlaku}}$$

Povprečno število potnikov v potniškemu vlaku je bilo privzeto iz poročil SŽ-ja, poglavje 6.4.

6.3 Podatki iz poročil Uprave RS za zaščito in reševanje

Podatki Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR) so bili izvlečeni iz Državnega načrta zaščite in reševanja ob železniški nesreči, [25] (ažurirano: september 2007 in 2010), ter iz Ocene ogroženosti ob železniški nesreči, [26], ki so na razpolago na URSZR-jevi spletni strani

(<http://www.sos112.si/slo/page.php?src=os11.htm>).

Tab. 6-4 prikazuje podatke o številu nesreč in izrednih dogodkih brez posledic po letih. Ti podatki so bili izvlečeni iz vseh treh omenjenih dokumentov, to je [25] in [26] (ker posamezni dokumenti pokrivajo različna obdobja).

Tab. 6-5 prikazuje nakaj podatkov o prevozu nevarnih snovi, ki so bili izvlečeni iz istih virov.

Tab. 6-4: Podatki o številnih nesreč in izrednih dogodkov brez posledic po letih - URSZR

| Leto | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Trčenje vlakov / nalet vlaka | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Iztirjenje vlaka | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| Preprečeno trčenje / nalet vlakov | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 5 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| Prevoz glavnega signala | 2 | 5 | 3 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 5 | 9 | 11 | 8 | 6 |
| Prevoz službenega mesta | 3 | 8 | 3 | 4 | 6 | 2 | 4 | 2 | 6 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| Odperte zapornice - ni posledic | 9 | 9 | 11 | 7 | 9 | 8 | 2 | 6 | 8 | 10 | 13 | 7 | 9 |
| Skupaj vseh dogodkov | 20 | 33 | 24 | 18 | 21 | 20 | 14 | 18 | 26 | 25 | 32 | 26 | 26 |

| Leto | 2013 | 2014 |
|-----------------------------------|-----------|-----------|
| Trčenje vlakov / nalet vlaka | 1 | 5 |
| Iztirjenje vlaka | 4 | 2 |
| Preprečeno trčenje / nalet vlakov | 5 | 3 |
| Prevoz glavnega signala | 4 | 5 |
| Prevoz službenega mesta | 3 | 8 |
| Odperte zapornice - ni posledic | 7 | 3 |
| Skupaj vseh dogodkov | 24 | 26 |

Tab. 6-5: Podatki o prevozu nevarnih snovi (NS) - URSZR

| Leto | Prepeljano nevarnih snovi (ton) | Prepeljano blaga, skupno (ton) | Pripomba | Vir |
|------|---------------------------------|--------------------------------|--|------|
| 2006 | 1 494 807 | 18074000 | Največji delež - naftni derivati (»vnetljive tekoče snovi«): 80.83 % | [25] |
| 2009 | 1 924 260 | 18977000 | Največji delež - naftni derivati (»vnetljive tekoče snovi«): 83.58 % | [25] |
| 2012 | 1 904 270 | 16200000 | Največji delež - »vnetljive tekočine«): 89.1 % | [26] |

Referenca [26] (Ocena ogroženosti) navaja tudi »večje izredne dogodke v Sloveniji v zadnjih tridesetih letih« (pri čemer se 30-letno obdobje končuje z letom 2013) in sicer:

- Leta 1984 je na železniški postaji v Divači tovorni vlak naletel na stoječi potniški vlak. V nesreči je 31 ljudi izgubilo življenje, 33 pa je bilo lažje ali težje ranjenih.
- Aprila 1995 sta v Zalogu pri Ljubljani iztirili dve cisterni z motornim bencinom in se prevrnili na bok.
- V Zalogu pri Ljubljani je februarja leta 2011 lokomotiva tovornega vlaka pri premiku zdrsnila v Ljublanico. V nesreči sta bili dve osebi lažje poškodovani. V Ljublanico je izteklo okoli 800 l diesel-goriva.
- Na Jesenicah se je avgusta 2011 pri trčenju potniškega in tovornega vlaka poškodovalo 36 oseb.
- Oktobra 2012 je v Vižmarjah pri Ljubljani prihajajoči mednarodni vlak trčil v stoječi potniški vlak. Pri tem je bilo poškodovanih 29 oseb.

Kot izredni dogodki, ki na srečo niso imeli hujših posledic, se v omenjeni referenci [26] navajajo tudi:

- Na železniški postaji na Jesenicah je septembra 2010 plin propilen iztekal iz vagona - cisterne;
- Na železniški postaji v Kranju je marca 2013 prišlo do požara na vlaku.
- V predoru Hrastovlje je junija 2019 iztekel kerozin po iztiranju šest vagonov.

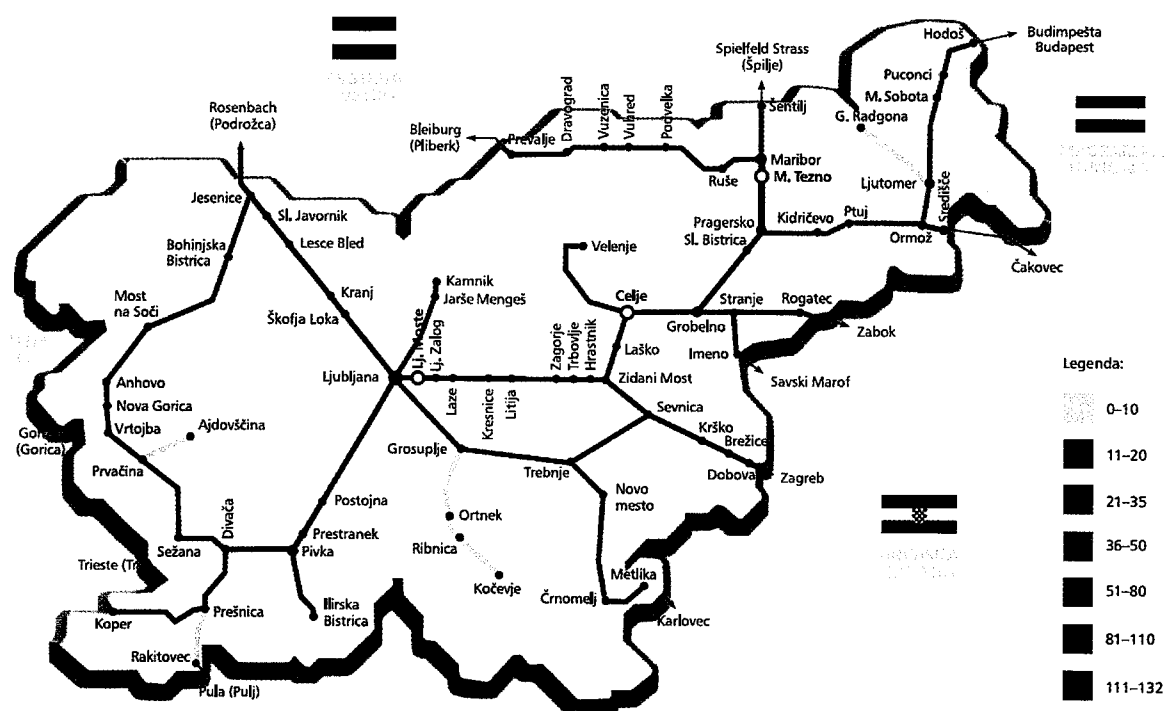
V prilogi k omenjeni referenci [26] se, glede požarne ogroženosti, navaja da je pri obratovanju Slovenskih železnic v obdobju od leta 2008 do 2012 bilo skupaj 18 požarov. Od tega jih je bilo 13 na tovornih vagonih, 3 na potniških vagonih in 2 na diesel-motornih vlakih.

6.4 Podatki iz poročil Slovenskih železnic

Podatki Slovenskih železnic (SŽ) so bili izvlečeni iz letnih poročil, [27], ki so na razpolago na SŽ-jevi spletni strani

(<https://www.slo-zeleznice.si/sl/skupina-slovenske-zeleznice/predstavitev/sz-v-stevilkah/letna-porocila>)

Tab. 6-6, 6-7 in 6-8 prikazujejo podatke o prometnih storitvah SŽ-ja (kot so števila vlakov-kilometrov, prepeljanih potnikov, prepeljanih ton blaga itn) po letih za obdobje 2001 - 2017. Tab. 6-9 in 6-10 podajata podatke glede planiranih tirov in nivojskih prehodov na novi progi in vozlišču Pragersko.



Tab. 6-6: Podatki o prometnih storitvah SŽ-ja za obdobje 2001 - 2007

| Leto | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vlak-km, skupno (1E+03) | 18198 | 17805 | 18126 | 18773 | 18169 | 18793 | 19125 |
| Tovorni vlak-km (1E+03) | 7387 | 7624 | 7755 | 8017 | 7411 | 8024 | 8512 |
| Potniški vlak-km (1E+03) | 10811 | 10181 | 10371 | 10756 | 10758 | 10769 | 10613 |
| Gostota vlakov na dan | 736 | 700 | 702 | 717 | 696 | 702 | 678 |
| Tovorni vlaki | 227 | 226 | 221 | 221 | 207 | 204 | 207 |
| Potniški vlaki | 509 | 474 | 481 | 496 | 489 | 498 | 472 |
| Povprečna hitrost - tovorni vlaki (km/hr) | 34.47 | 33.41 | 31.16 | 31.53 | 29.09 | 29.17 | 30.9 |
| Povprečna hitrost - potniški vlaki (km/hr) | 51.67 | 52.18 | 52.33 | 52.51 | 52.04 | 52.59 | 51.8 |
| Povprečno število potnikov na vlak | 78 | 84 | 86 | 82 | 88 | 89 | 90 |
| Povprečno ton na tovorni vlak - bruto | 753.2 | 780.4 | 811.8 | 817.9 | 900.6 | 916.5 | 928.2 |
| Povprečno ton na tovorni vlak - neto | 384.1 | 403.7 | 422.2 | 431.9 | 482.9 | 486.3 | 489.5 |
| Dolžina prog (km) | - | 1229 | 1229 | 1229 | 1228 | 1228 | 1228 |
| Dolžina tirov na progah (km) | - | - | - | 1560 | 1558 | 1558 | 1558 |

Izračun verjetnosti za nastanek nesreče v železniškem prometu na območju ureditve vozlišča z ureditvijo železniške postaje Pragersko

Tab. 6-7: Podatki o prometnih storitvah SŽ-ja za obdobje 2008 - 2013

| Leto | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vlak-km, skupno (1E+03) v tisočih | 19032 | 17469 | 18843 | 19562 | 18941 | 19004 |
| Tovorni vlak-km (1E+03) | 8442 | 6792 | 8126 | 8798 | 8351 | 8874 |
| Potniški vlak-km (1E+03) | 10590 | 10677 | 10717 | 10764 | 10590 | 10130 |
| Gostota vlakov na dan | 699 | 674 | 708 | 702 | 707 | 678 |
| Tovorni vlaki | 198 | 157 | 194 | 197 | 192 | 197 |
| Potniški vlaki | 501 | 517 | 514 | 505 | 515 | 481 |
| Povprečna hitrost - tovorni vlaki (km/h) | 39.51 | 40.99 | 38.35 | 39.46 | 40.76 | 39.03 |
| Povprečna hitrost - potniški vlaki (km/h) | 53.17 | 53.31 | 53.23 | 53.69 | 53.62 | 53.14 |
| Povprečno število potnikov na vlak | 91 | 87 | 86 | 97 | 71 | 94 |
| Povprečno ton na tovorni vlak - bruto | 914.1 | 906.8 | 930.9 | 926.6 | 907.4 | 925.4 |
| Povprečno ton na tovorni vlak - neto | 485.6 | 475.9 | 460.2 | 462.7 | 452.8 | 467.4 |
| Dolžina prog (km) | 1228 | 1228 | 1228 | 1209 | 1209 | 1209 |
| Dolžina tirov na progah (km) | - | 1558 | 1558 | 1539 | 1539 | 1539 |

Izračun verjetnosti za nastanek nesreče v železniškem prometu na območju ureditve vozlišča z ureditvijo železniške postaje Pragersko

Tab. 6-8: Podatki o prometnih storitvah SŽ-ja za obdobje 2014 - 2017

| Leto | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Vlak-km, skupno (1E+03) v tisočih | 19659 | 19893 | 20592 | 21095 |
| Tovorni vlak-km (1E+03) | 8831 | 8854 | 9592 | 10157 |
| Potniški vlak-km (1E+03) | 10828 | 11039 | 11000 | 10938 |
| Gostota vlakov na dan | 695 | 700 | 652 | 678 |
| Tovorni vlaki | 183 | 182 | 160 | 185 |
| Potniški vlaki | 509 | 518 | 492 | 493 |
| Povprečna hitrost - tovorni vlaki (km/h) | 20.1 | 21.8 | 23.9 | 22.5 |
| Povprečna hitrost - potniški vlaki (km/h) | 49.4 | 50.3 | 51.7 | 50.9 |
| Povprečno število potnikov na vlak | 80 | 77 | 78 | 75 |
| Povprečno ton na tovorni vlak - bruto | 884.1 | 887.1 | 901.0 | 913.3 |
| Povprečno ton na tovorni vlak - neto | 438.6 | 441.5 | 444.3 | 458.6 |
| Dolžina prog (km) | 1208 | 1208 | 1208 | 1208 |
| Dolžina tirov na progah (km) | 1541 | 1541 | 1541 | 1541 |

Izračun verjetnosti za nastanek nesreče v železniškem prometu na območju ureditve vozlišča z ureditvijo železniške postaje Pragersko

Tab. 6-9: Gradnja novih tirov

| Tiri in proge | Dolžina [m] |
|------------------|-------------|
| Nova proga L30 | 365 |
| Nova proga D30 | 435 |
| Novi tir št. 101 | 405 |
| Novi tir št. 102 | 328 |
| Novi tir št. 3 | 446+380 |
| Novi tir št. 104 | 500 |
| Novi tir št. 4 | 380 |
| Novi tir št. 5 | 510 |
| Novi tir št. 201 | 510 |
| Novi tir št. 302 | 510 |
| Novi tir št. 6 | 480 |
| Novi tir št. 203 | 605 |
| Novi tir št. 303 | 605 |
| Novi tir št. 204 | 605 |
| Novi tir št. 304 | 605 |
| Skupaj | 7669 |

Tab. 6-10: Nivojski prehodi

| |
|--|
| NPr 575,0 Pragersko v km 575+010, kjer progo križa lokalna Ptujška cesta: na mestu obstoječega nivojskega prehoda (Ptujška cesta) v km 575+012,12 je predviden nov podvoz A1 |
| Cestni podvoz v km 576+405, kjer progo izvennivojsko križa glavna cesta G1/2: zaradi podaljševanja postajnega območja v smeri proti Mariboru, na obstoječem nadvozu preko obvoznice Pragersko izvede se širitev objekta za 0,75 m. Podvoz je predmet posebnega načrta Na začetku perona v km 574+830 |
| Na začetku perona v km 574+830 se nahaja službeni nivojski prehod, širine 3,60 m. Od nivojskega službenega prehoda do bočnega in otočnega perona so predvidene asfaltirane klančine v nagibu 12 %. Nivojski službeni prehod bo zavarovan (vrata v protuhrupni ograji), da se na ta način prepreči nepooblaščen prehod preko tirov. |