



**15. SLOVENSKI
KONGRES**

**O PROMETU
IN PROMETNI
INFRASTRUKTURI**

TIRING

MIKROSKOPSKI ŽELEZNIŠKI PROMETNI MODEL IN SIMULACIJE

Luka Šošo, TIRING d.o.o.

Optimizacija organizacije železniškega prometa

Potreba po kakovostni organizaciji prometa.
Pravilna organizacija železniškega prometa vpliva na kakovost prevoza in zmanjšanje stroškov, prav tako pa v tesni povezanosti z varnostjo.

razvoj metod, s katerimi se je analiziralo uporabo obstoječe infrastrukture in voznega parka

metode morajo izpolniti določene naloge, odgovoriti na konkretna vprašanja in zagotoviti potrebne odgovore

izvajanje podrobne raziskave poslovnih in organizacijskih dejavnosti

določiti, kako dimenzionirati in izgraditi infrastrukturo, ki bo ustrezala zahtevanem organizacijskem procesu

nov organizacijski proces je treba tudi preveriti in preizkusiti njegovo izvedljivost

ugotoviti, kje so šibke točke ali "ozka grla" sistema, in omogočiti razvoj in gradnjo novega voznega reda

opozarjajo na vpliv in integracijo pri gradnji in priključitvi novih linij k obstoječi mreži ter preučijo stabilnost novega voznega reda

gospodarske in ekonomske prednosti za spremembe v voznem redu

- zmožnosti analiz
- pridobitev dragocenih podatkov in informacij, ki so pomembni za kakovostno organizacijo in optimizacijo železniškega prometa

Metode analize zmogljivosti in optimizacije organiziranosti železniškega prometa

➤ Analitična metoda

- preprosta metoda, katere namen je izdelati model železniškega okolja s pomočjo matematičnih formul ali algebrskih izrazov
- analitične metode se lahko izvaja brez posebne programske opreme, posebej razvite za uporabo v železniškem prometu (Microsoft Excel)

➤ Simulacijska metoda

- simulacija je imitacija delovanja nekega sistema, ki mora biti čim bolj enak svojem realnem svetu
- podatki, ki so potrebni za simulacijo, so podobni kot pri analitični metodi, vendar so običajno bolj detajlni
- več kot je posvečenega časa iskanju in vnašanju podatkov ter izračunom, bolj realen model dobimo
- število izvedenih simulacij mora biti tolikšno, da zagotavlja stabilne rezultate

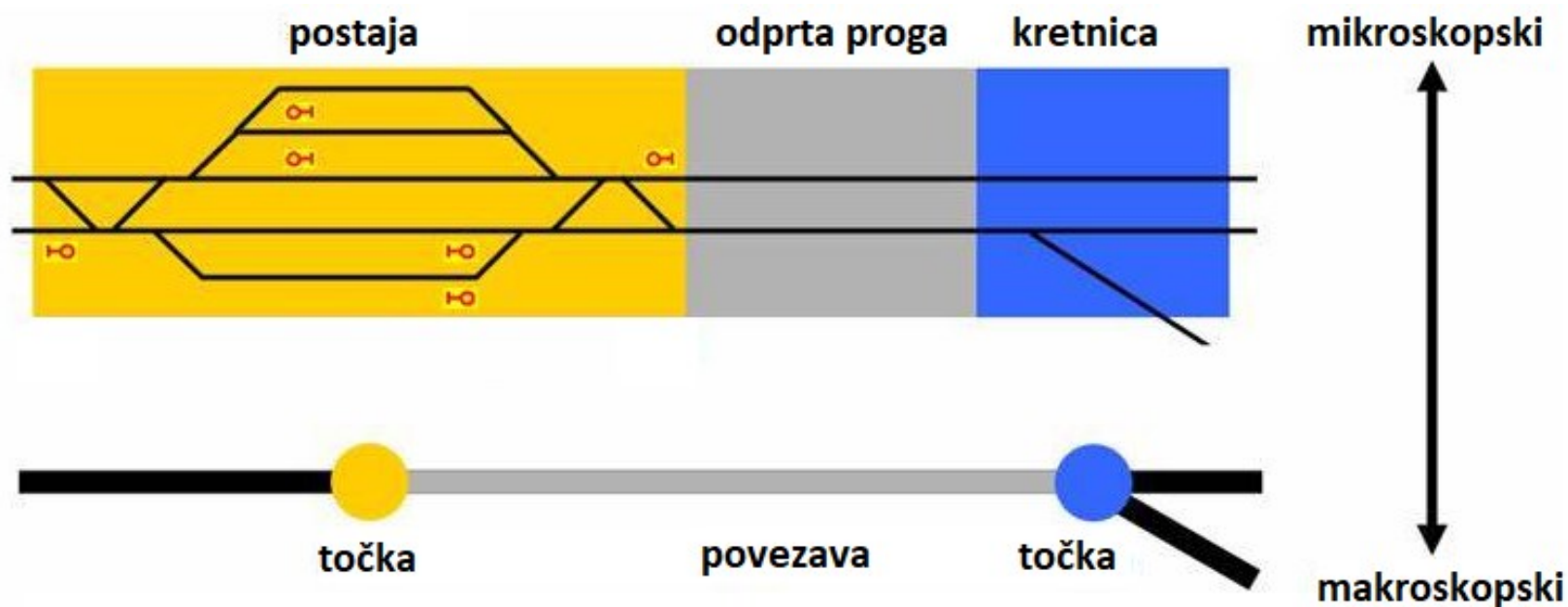
Simulacijska metoda

❖ Makroskopski model

- poenostavljen model železniške infrastrukture
- modeli prikazujejo železniško mrežo in vozni red kot direkten grafični prikaz enostavnih točk in povezav med njimi
- točke v makro modelu predstavljajo železniške postaje, povezave med točkami pa medpostajne odseke

❖ Mikroskopski model

- podroben model železniške infrastrukture
- uporabljajo grafični prikaz, pri čemer pa je vse prikazano bolj detajlno
- lahko se določi smerni in višinski potek trase, tudi postaje so prikazane bolj podrobno, prav tako pa se vidijo vse kretnice in signali
- ti podatki lahko v kombinaciji s tehničnimi karakteristikami voznega parka in podrobnega voznega reda omogočajo podroben realen prikaz voženj vlakov



Železniška simulacijska programska oprema

na podlagi informacij o infrastrukturi, voznem redu, voznem parku in zamudah simulira operacije v železniškem prometu.

Omogoča raziskovanje in vpogled v ogromno različnih karakteristik železniškega sistema:

- dimenzioniranje infrastrukture
- testiranje in vrednotenje infrastrukture
- razvoj novih voznih redov
- povečanje hitrosti določenih vlakov ter raziskovanje učinkov na preostali promet
- učinke uporabe drugih vlečnih vozil
- učinke uporabe različnih signalnovarnostnih naprav
- izdelavo voznih redov za posebne primere
- raziskovanje kakovosti odvijanja prometa kot tudi izvedljivosti planiranega voznega reda
- preverjanje stabilnosti (novega) voznega reda
- vrednotenje koristi načrtovanih izboljšav železniške infrastrukture
- ugotavljanje zamud
- oceno kakovosti prevoznih storitev



testiranje in vrednotenje obratovanja ter optimizacija organizacije železniške mreže in voznih redov

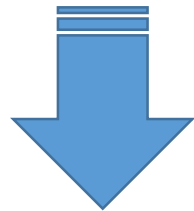
Mikroskopski železniški prometni model

Proces vzpostavitve mikroskopskega železniškega prometnega modela:

- zbiranje podatkov

- izdelava modela

- preveritev modela



- uporaba modela

- analiza rezultatov



izdelava infrastrukturnega modela

izdelava/vnos voznega reda



izvedba simulacij

Mikroskopski železniški prometni model

Izdelava infrastrukturnega modela:

➤ tehnične karakteristike proge

- radiji
- stacionaže pomembnih točk (kretnice,..)
- dolžine odsekov in tirov
- hitrosti
- merodajni nagibi in upori
- definiranje smeri vožnje
- elektrificiranost proge
- drugi podatki (števci osi,..)

➤ tehnične karakteristike železniških postaj

- definiranje postaj
- definiranje mej postaj
- mesta zaustavljanja
- definiranje vozni poti

➤ signalnovarnostni sistemi in naprave

- vrste SV naprav
- nastavitve SV naprav
- signali

➤ blokovni odseki

- področje med dvema signaloma
- več blokovnih odsekov za en signal

Mikroskopski železniški prometni model

Izdelava/vnos voznega reda:

➤ definiranje vlečnih vozil in vlečenih vozil

- maksimalna hitrost
- dolžina vozila
- adhezijska masa
- zaustavitvena masa
- krivulja vlečnih sil
- krivulja kotalnega upora vlaka

➤ vnašanje vlakov

- izbira vlečnega vozila oziroma lokomotiv
- izbira vlečenega vozila oziroma vagonov
- določanje začetne in končne postaje
- čas odhoda in prihoda vlaka
- čas čakanja na postajah
- detajlno definiranje vozne poti



vozni red in simulacije

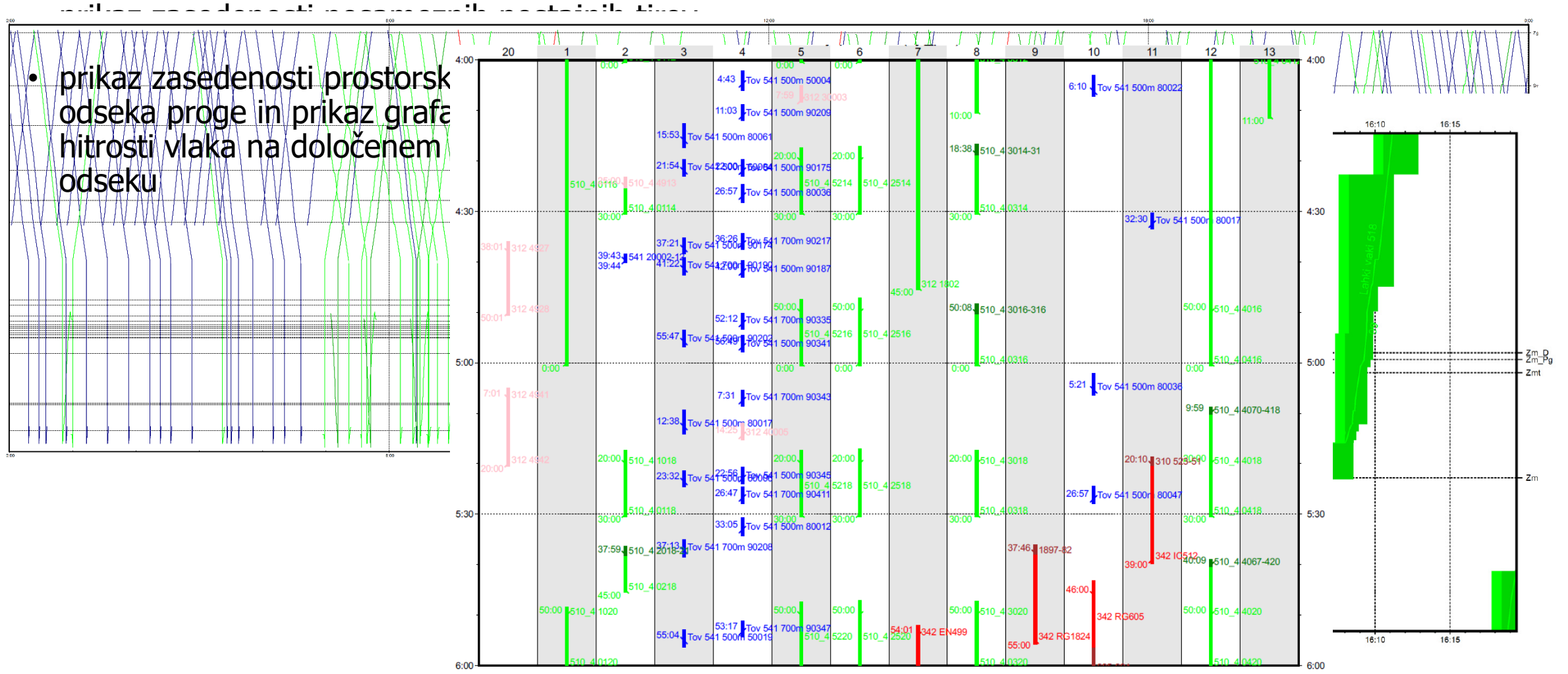


zagotovitev brez konfliktne vožnje vlaka

Mikroskopski železniški prometni model

Prikaz voznega reda:

- grafikon voznega reda

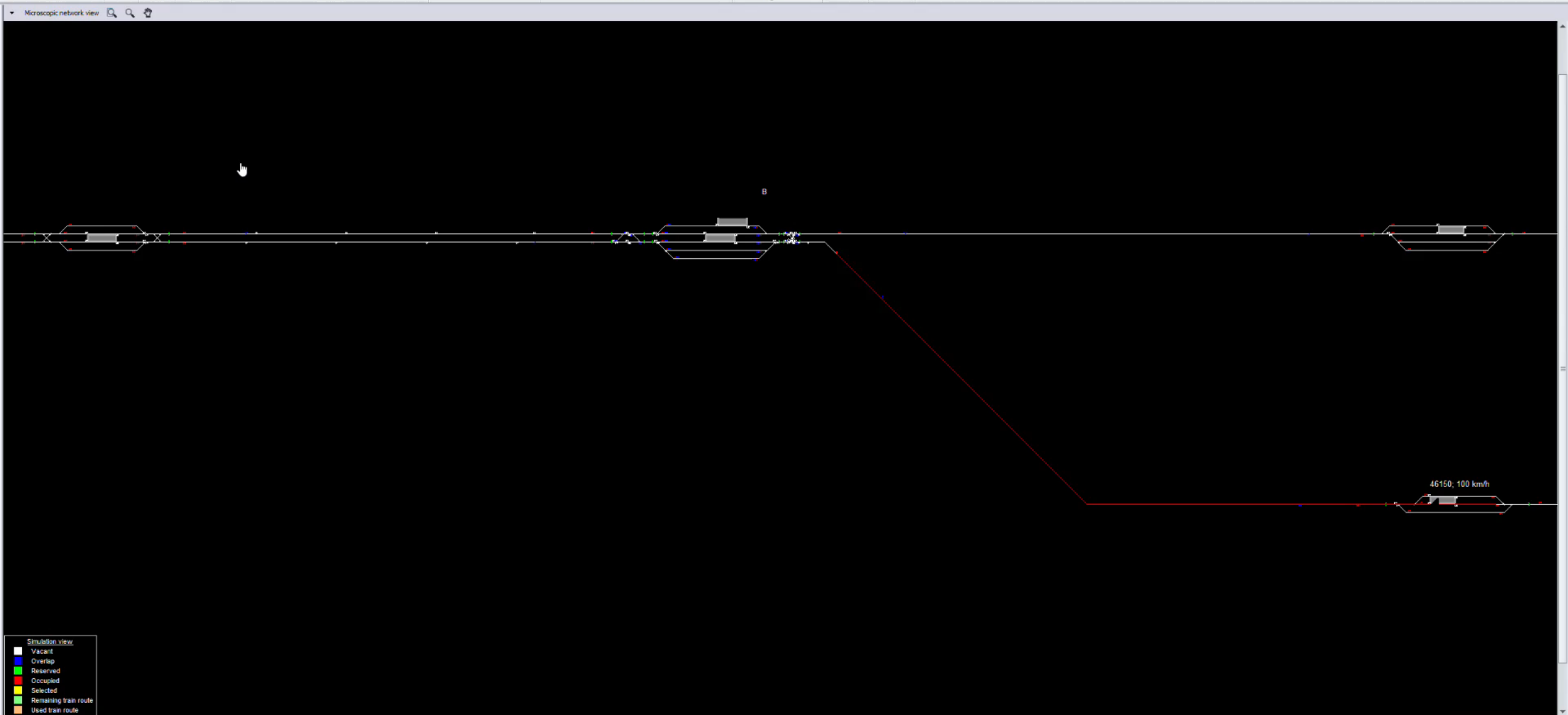


Mikroskopski železniški prometni model

Izvajanje simulacij:

- **enkratne simulacije voznega reda**

- **večkratne simulacije**
 - na podlagi določenih motenj se izdelata stabilen in kakovosten vozni red brez zamud
 - ugotavljanje ali je vozni red verodostojen in izvedljiv v praksi
 - ugotavljanje ali infrastruktura in tehnološki proces zadovoljujeta zahtevam izdelanega voznega reda



Simulation view

- Vacant
- Overlap
- Reserved
- Occupied
- Selected
- Remaining train route
- Used train route

Simulacijska programska oprema



izboljšanje kakovosti in učinkovitosti storitev železniškega prometa ter boljša kontrola organizacije prometa



količina in točnost vnesenih podatkov



vsi podatki o železniški infrastrukturi, voznem parku, voznem redu in ostali potrebni podatki



podroben simulacijski model, ki točno odseva realno stanje in katerega natančnost je zelo velika

Zaradi svoje učinkovitosti in simuliranja realnega stanja se v svetu vse pogosteje uporablja na vseh področjih



upravljavci železniške infrastrukture v različnih državah



HVALA ZA POZORNOST