

Naslov:

VODA IN NJEN VPLIV V VOZIŠČU

Avtor:

mag. Dejan HRIBAR, univ. dipl. inž. grad.

Zaposlitev:

Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Dimičeva 12, 1000 Ljubljana

Center za prometnice in infrastrukturo

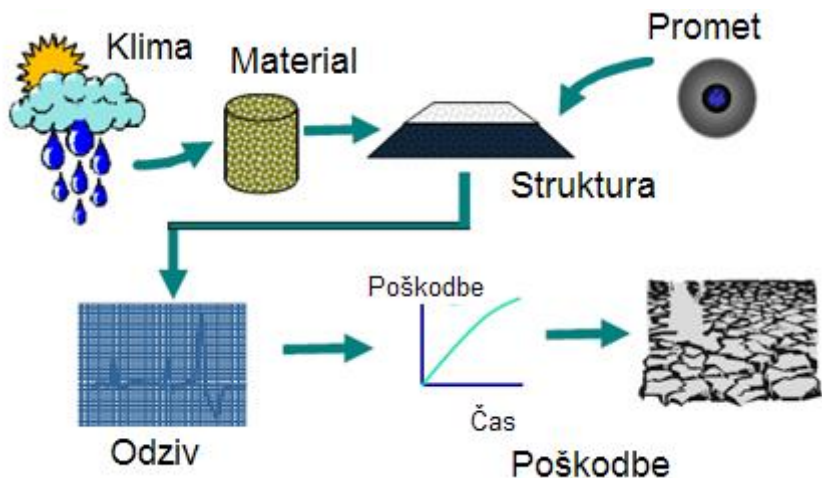
tel: 041-392-458

fax: 01 280 81 91

e-mail: dejan.hribar@gi-zrmk.si

1. UVOD

Prisotnost vode v cestnem telesu ima tako pozitivne kot tudi negativne vplive, zato je poznavanje vplivov vode v cestnem telesu nujno potrebno. Pri gradnji je voda nepogrešljiva, saj s primerno vlažnostjo materialov ustvarjamo pogoje za optimalno vgradnjo in njihovo nadaljnje obnašanje. Nasprotno, pa ima voda tudi veliko zaslug za nastanek poškodb na voziščih, poleg ostalih vplivov kot so: prometne in klimatske obremenitve, lastnosti vgrajenih materialov in podlage (slika 1).



Slika 1: Osnovni elementi za nastanek poškodb (COST 351 - Watmove)

Voda in napetostno staje v materialu vplivata na trdnost, togost in deformabilnost plast in na obnašanje le-teh. Zaradi prisotnosti vode v nevezanih nosilnih plasteh in podlagi nastanejo naslednja dogajanja:

- v zimskem času opazimo proces zmrzovanja in tajanja in z njim nastanek tipičnih zmrzinskih poškodb (slika 2);
- skozi celotno leto poteka migracija finih delcev med plastmi z različno zrnastostno sestavo in posledično spreminjanje lastnosti osnovnega materiala in plasti;
- pri sezonskih nihanjih vlage nastanejo volumske spremembe v obliki nabrekanja/krčenja;
- pri nenadnem povišanju vlage lahko nastane kolaps (porušitev). Omenjeno dogajanje je bilo moč videti ob nedavnih poplavih v Sloveniji (slika 3).



Slika 2: Tipične zmrzlinke poškodbe vozišča (dvigi)



Slika 3: Porušitev vozišča (vir DRSC)

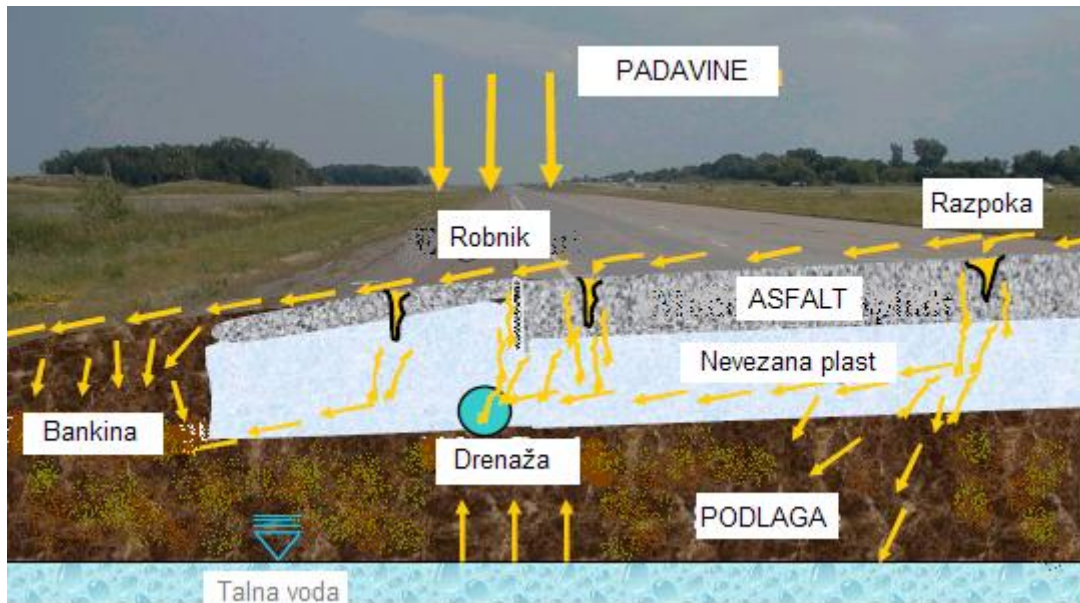
2. VODA V VOZIŠČU

2.1. GIBAJE VODE

Voda v vozišče prodira na različnih mestih. Na sliki 4 vidimo, da je to gibanje vode v vozišču kot posledica:

- pronicanja skozi razpoke v krovni plasti vozišča;

- infiltracija na robu cestišča skozi bankine in berme ter boke nasipov;
- pronicanja podzemne zaledne vode;
- dvigovanje in spuščanje gladine podzemne vode in s tem nastanka kapilarnega dviga;
- izhlapevanje vode v smeri hladnejše plasti.



Slika 4: Prodiranje vode v vozišče (COST 351 - Watmove)

Dejanski vplivi gibanja vode so odvisni od številnih dejavnikov, vezanih na elemente ceste, stanje in sestavo vozišča, debelin in lastnosti materialov, prometnih in klimatskih obremenitev, odvodnjavanja in lastnosti podlage.

Pri gibanju vode znotraj cestnega telesa je potrebno upoštevati načela mehanike nesaturiranih zemljin. Vozišče gradimo na podlago, ki pa je v večini primerov v nezasičenem stanju, v premalo vlažnem. Enako velja za ostale nevezane plasti vozišča. Po izgradnji pa nastopijo spremembe vlage, ki jih razporedimo v tri faze:

- začetna faza, ki nastopi še preden je vozišče predano prometu;
- faza razporeditve ali ekvibracije vlage znotraj plasti vozišča, v odvisnosti od sukcije in gravitacije;
- evaporativna faza, nastane ko vlaga kot vodna para izhlapeva proti hladnejšim pastem, kjer kondenzira in povečuje vlažnost in saturacijo plasti.

Voda v vozišču negativno vpliva na mehanske lastnosti zemljin in kamenih materialov, ki vsebujejo na vodo občutljive vezljive fine delce.

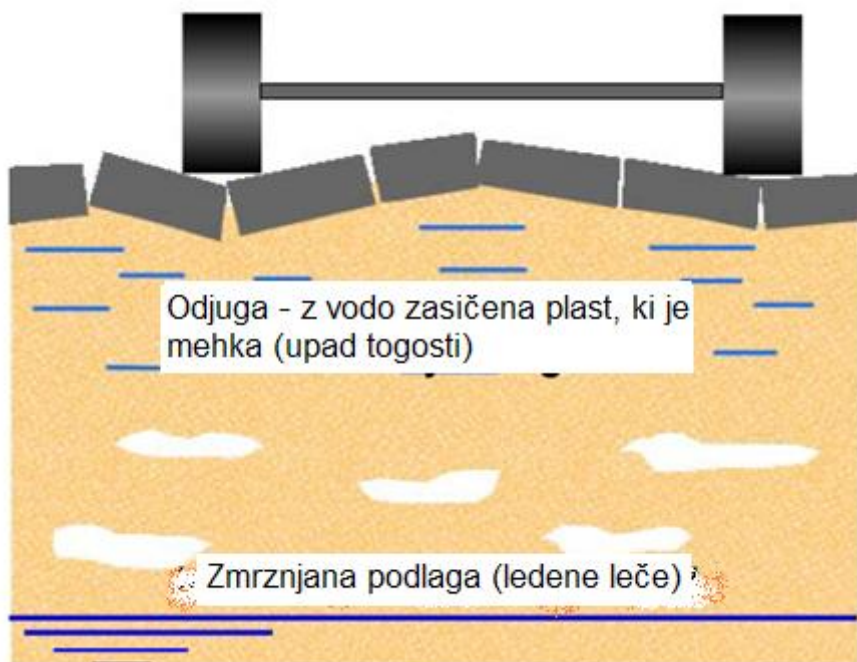
2.2. ZMRZLINSKE POŠKODBE

Poškodbe vozišč, povezane z vlago, delimo na:

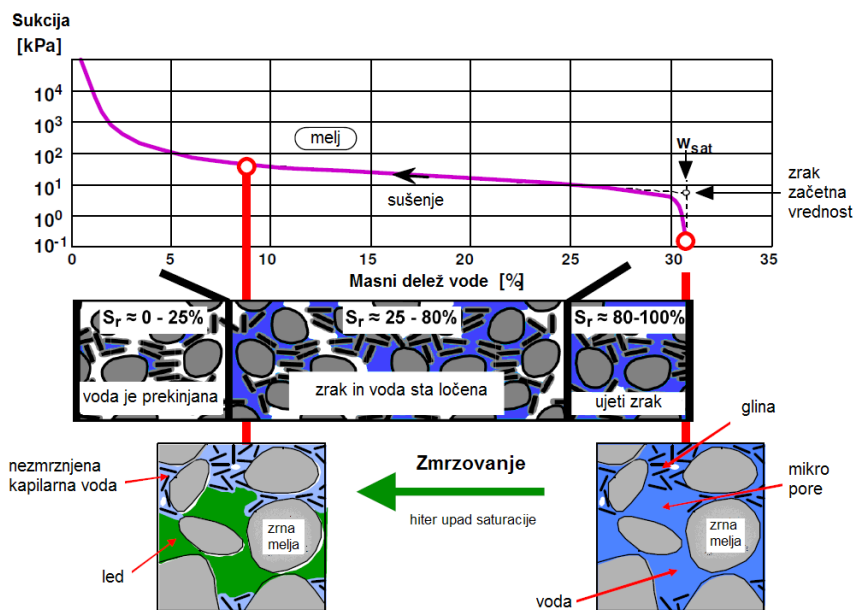
- poškodbe, nastale zaradi sprememb vlage in
- poškodbe, ki se širijo zaradi vode in/ali spremembe tlakov porne vode.

Vozišča izpostavljena zimskemu zmrzovanju predstavlja voda v vozišču kot glavni vzrok za nastanek zmrzlinjskih poškodb vozišča. Te nastanejo zaradi dvigov v času zmrzovanja in upadanja togosti v času odjuge (slika 5). Adhezijsko vezana voda v zmesi zrn pravilo zmrzne homogeno od vrha navzdol. Pri zmrzovanju nastanejo ledeni kristali, ki delno zapolnijo tudi votline v zmesi zrn in tako nastanejo enakomerni zmrzlinjski dvigi. V kolikor, pa je možen kapilarni dvig vode (dodatno napajanje – npr. iz talne vode), se ledene kristali lahko razraščajo v ledene leče – heterogeno zmrzovanje. Poleg dotekajoče vode je delni vzrok za razraščanje ledenih kristalov v temperaturnih procesih pri nastajanju ledu. V fazi odjuge, pa se nepropustna pomrznjena plast začne tajati od vrha navzdol (zmehča) in tako odtekajoča voda zastaja na spodnji nepropustni togi pomrznjeni podlagi.

Efekt zmrzovanja je možno prikazati z značilno krivuljo zemljina-voda, ki je prikazana na sliki 6. V našem primeru imamo melj, ki je na začetku skoraj popolnoma zasičen z vodo. Prične se proces zmrzovanja in iz slike vidimo, da zasičenost pada (posledično tudi delež vode v zemljini) in pričakovano sukcijska narašča, kar pomeni, da nastajajo ledeni kristali.



Slika 5: Efekt upada togosti v času odjuge (Jay, 2002)



Slika 6: Efekt zmrzovanja v karakteristični krivulji zemljina-voda (COST 351 - Watmove)

Med ostale direktne posledice sodijo tudi poškodbe zaradi ekvibracije vlage v podlagah, nabitih pri visokih sukcijah, med posredne pa so poškodbe, ki nastanejo zaradi zmanjšanja funkcionalnosti nevezanih nosilnih plasti zaradi zablavitve (slika 6).

2.3. VODA V VKOPIH

Zaradi zalednih in talnih vod je v vkopih potrebno izvesti dobro dreniranje za zagotavljanje trajne stabilnosti pobočja in vozišča. Iz primerov vemo, da se z višanjem gladine vode na pobočju znižuje stabilnost pobočja. Poseben problem delovanja vode na vkopnih brežinah je vezan na erozijo finih delcev iz pobočja navzdol v smeri berm (slika 6). Fina zrna se skupaj z vodo in ostalimi organskimi primesmi kopičijo na bermah in infiltrirajo skozi kamnito bermo v plast vozišča. Škodljiv učinek je bogatenja nevezane nosilne plasti s škodljivimi finimi delci in vozišče postaja vse bolj manj prepustno in posledično vozišče izgublja na togosti ter na zmrzlini odpornosti.



Slika 6: Zablatena berna in zastajanje vode na njej

2.4. VODA V NASIPIH

Varnost nasipov bi praviloma morala naraščati s časom. Omenjeno drži le v primeru, če nasipi niso temeljeni na pobočjih, če v njih niso vgrajeni materiali, ki so volumsko nestabilni (podvrženi

mehčanju) in če ne pride do dviga podzemne vode. V nasprotnem primeru je potrebno upoštevati splošno znana načela gradnje:

- nasip naj ima kamnito peto;
- ustrezno odvodnjavanje vseh dotekajočih vod;
- nasip naj bo grajen iz dobro propustnih materialov;
- izvaja naj se redno vzdrževanje in monitorig nasipa.

3. ZAKLJUČEK

Krivdo za nastanek poškodb vozišč velikokrat lahko pripišemo ravno vodi v kombinaciji z ostalimi dejavniki. Predvsem v kombinaciji z zmrzovanjem (klimatskimi in hidrološkimi obremenitvami), prometnimi obremenitvami, neustreznim odvodnjavanjem in vzdrževanjem vozišč ter slabim poznavanjem obnašanja materialov v vozišču.

Negativne vplive vode v vozišču lahko bistveno zmanjšamo s pravilnim pristopom ter uporabo sodobnih znanj, tehnologij in materialov, hkrati pa bomo povečali trajnost naših vozišč.

4. LITERATURA

Bebar, M., Trotošek, S. 10. kongres o cestah in prometu, Zbornik referatov 2: Vplivi vode na trajnost cest, Portorož, 2010

Erlingsson, S. International Conference: Advanced Characterisation of Pavement and Soil Engineering Materials, COST Action 351: Transport of moisture and temperature in cold regions, Atene, 2007

Jay, T. Use of Terram to mitigate frost heave: Terram Frost Blanket, 2002

Petkovšek, A. 2009. Odvodnjavanje cest – strokovno posvetovanje: Vplivi ukrepov za odvodnjevanje na mehansko obnašanje, funkcionalnost in trajnost vozišč in spodnjega ustroja, DRC, Ljubljana, 2009

Žmavc, J. 2007. Gradnja cest: Voziš_čne konstrukcije – 2. izdaja. Ljubljana, UL FGG in DRC – Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije