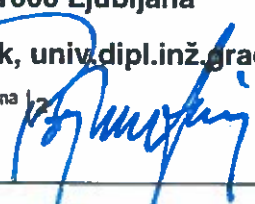
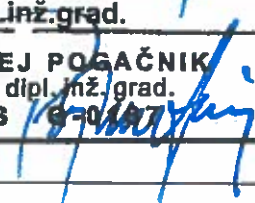


1

NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI O ELABORATU

ELABORAT DIMENZIONIRANJA VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

Investitor:	Luka Koper d.d., Vojkovo nabrežje 38, 6501 Koper
Objekt:	Ureditev kontejnerskega terminala v Luki Koper – premik skladiščnih blokov (III. in IV. faza)
Vrsta projektne dokumentacije:	PZI
Za gradnjo:	nova gradnja
Projektant:	ELEA iC d.o.o., Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana Odgovorna oseba: Andrej Pogačnik, univ.dipl.inž.grad. Žig in podpis:  Elea iC, d.o.o., Ljubljana Dunajska cesta 21 
Odgovorni izdelovalec:	Andrej Pogačnik, univ.dipl.inž.grad. G-0187 Žig in podpis:  
Številka načrta:	331140163-III-IV-EVK
Številka projekta:	331140163-III-IV
Številka izvoda:	1 2 3 4 5 6 7 ARHIV
Kraj in datum:	Ljubljana, julij 2018

2	KAZALO VSEBINE ELABORATA VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE
----------	---

1	NASLOVNA STRAN
2	KAZALO VSEBINE ELABORATA
3	DOKUMENTACIJA O PREGLEDU ELABORTA
4	TEHNIČNO POROČILO

3	DOKUMENTACIJA O PREGLEDU ELABORTA
----------	--

- Priloga 1 Poročilo o pregledu elaborata voziščne konstrukcije za ureditev kontejnerskega terminala v Luki Koper - premik skladiščnih blokov (III. in IV. faza), izdelal: Sloman d.o.o., številka: 107-27/2018, datum: 5.9.2018
- Priloga 2 Poročilo o preveritvi voziščne konstrukcije za ureditev kontejnerskega terminala v Luki Koper - premik skladiščnih blokov (III. in IV. faza) z računalniškim programom za dimenzioniranje »PaDesTo«, izdelal: Sloman d.o.o., številka: 107-27/2018, datum: 19.10.2018

Datum: 5. 9. 2018
Številka: 107-27/2018

POROČILO O PREGLEDU

Elaborata voziščne konstrukcije za ureditev kontejnerskega terminala v Luki Koper – premik skladiščnih blokov (III. in IV. Faza)

Odgovorni izdelovalec: Andrej Pogačnik, univ.dipl.inž.grad., ELEA iC

Številka načrta: 331140163-III-IV-EVK

Številka projekta: 331140163-III-IV

Kraj in datum: Ljubljana, julij 2018

Izdelava poročila:

Luka Matjaž, univ.dipl.inž.vki.

mag. Slovenko Henigman, univ.dipl.inž.grad.

mag. Slovenko Henigman
direktor



SLOMAN
Družba za svetovanje
in inženiring, d.o.o.
Brvace 25, SI-1290 Grosuplje

Kazalo Vsebine

OBRAZLOŽITEV PREGLEDA	3
PREGLED ELABORATA	3
1 Smernice in standardi	3
2 Splošno	3
3 Projektni podatki za dimenzioniranje voziščne konstrukcije	4
3.1 Povzetek poročila o izvedbi raziskav	4
3.2 Hidrološki in klimatski pogoji	4
3.3 Podatki o obstoječih voziščnih konstrukcijah	4
3.4 Prometne obremenitve	4
3.4.1 Obratovalni pas dvigala RTG oziroma transtejnerske poti	4
3.4.2 Vozni pasovi – vzdolžne ceste (Manipulativne površine vlačilcev s prikolico)	5
3.4.3 Vozni pasovi – prečne ceste (Manipulativne površine vlačilcev s prikolico)	5
4 Dimenzioniranje voziščne konstrukcije	5
4.1 Obratovalni pas dvigala RTG (transtejnerske poti) – nadgradnja z zamenjavo obstoječe VK	5
4.2 Obratovalni pas dvigala RTG (transtejnerske poti) – nadgradnja z ohranitvijo obstoječe VK	6
4.3 Vozni pasovi – vzdolžne ceste – nadgradnja z zamenjavo obstoječe VK – ni cementne stabilizacije (Manipulativne površine vlačilcev s prikolico)	7
4.4 Vozni pasovi – vzdolžne ceste – območje navezave na zaledno konstrukcijo 7. VEZ (Manipulativne površine vlačilcev s prikolico)	7
4.5 Vozni pasovi – vzdolžne ceste – območje navezave na skladiščne površine RO-RO (Manipulativne površine vlačilcev s prikolico)	8
4.6 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev – nadgradnja z zamenjavo obstoječe VK – ni CS	8
4.7 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev – nadgradnja z ohranitvijo obstoječe VK – je CS – B5	9
5 Predlog ukrepov za ureditev obstoječega vozišča	9
6 Zahteve za vgradnjo voziščne konstrukcije	10
ZAKLJUČNO MNENJE	10
DODATNE UGOTOVITVE IN PRIPOROČILA	12
a. Temeljna tla	12
b. Projektna doba	12
c. Cementna stabilizacija in sondažni razkopi za 1. in 2. fazo	12
d. Betonski tlakovci	12
e. Izvedba nove obrabne plasti (poltoga plast).	12
f. Zahteve pri oddaji del	13

OBRAZLOŽITEV PREGLEDA

V poročilu je analiziran elaborat dimenzioniranja voziščne konstrukcije – ureditev kontejnerskega terminala v Luki Koper – premik skladiščnih blokov (III. in IV. Faza), ki je bil s strani podjetja ELEA iC izdelan v juliju 2018.

Ker so bile za izdelavo elaborata poleg uveljavljenih postopkov dimenzioniranja uporabljeni tudi postopki, ki pri nas niso običajni, smo v teh primerih vhodne podatke, uporabljene metodologije in izračune, podrobno prikazali in preverili. Poročilo je izdelano v enakem zaporedju, kot je predstavljeno v elaboratu (po kazalu). Vsaka oznaka poglavja v elaboratu ima enako oznako tudi v pregledu.

Poleg analize izračunov so v zaključku poročila navedeni tudi nekateri naši predlogi.

PREGLED ELABORATA

1 Smernice in standardi

Upoštevane so veljavne slovenske tehnične specifikacije za dimenzioniranje in za asfaltne zmesi ter spodnje nosilne plasti s hidravličnimi vezivi.

Navedena je avstrijska tehnična smernica RVS z zahtevami za poltoge obrabne plasti in skripta za dimenzioniranje vozišč v pristaniščih in industrijskih obratih (Port And Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, ICPI, Knapton, 2012 (v nadaljevanju: Port and Industrial Pavers, 2012)).

Upoštevani so slovenski nacionalni dodatki za asfalte, vendar brez osnovnih standardov za asfaltne zmesi SIST EN 13108, ki jih je za vse uporabljene zmesi v elaboratu potrebno dodati.

2 Splošno

Podan je opis predmeta elaborata dimenzioniranja, ki ločeno zajema tri glavne sklope površin:

- Obratovalni pas dvigala RTG oziroma transtejnerske poti
- Manipulativne površine vlačilcev s prikolico
- Skladiščne površine.

Poleg navodil investitorja je izdelovalec uporabil tudi Poročilo o izvedbi raziskav in strokovne ocene voziščne konstrukcije, IGMAT, d.d. št. 130-POA-18, z dne 26.4.2018 (v nadaljevanju: Poročilo IGMAT, d.d., 2018).

3 Projektni podatki za dimenzioniranje voziščne konstrukcije

3.1 Povzetek poročila o izvedbi raziskav

Kot izhodišča so uporabljeni podatki in dokumentacija, kot sledi:

- Podatki naročnika
- Poročilo IGMAT, d.d., 2018
- Tehnično poročilo Ureditev kontejnerskega terminala v Luki Koper - premik skladiščnih blokov (I. in II. faza), ELEA iC, november 2015

3.2 Hidrološki in klimatski pogoji

Upoštevani so naslednji hidrološki in klimatski pogoji:

- Iz karte prodiranja mraza v TSC 06.511:2009 je določena globina zmrzovanja 30 cm
- Uporabljen je hidrološki faktor 0,8 (glej prilogo)
- Izračunana je bila najmanjša debelina plasti odpornih proti mrazu: $30 \cdot 0,8 = 24$ cm.

3.3 Podatki o obstoječih voziščnih konstrukcijah

Podatki o obstoječih voziščnih konstrukcijah so bili pridobljeni s strani investitorja.

3.4 Prometne obremenitve

Upoštevana je planska doba 10 let, s privzeto stopnjo rasti 1%.

3.4.1 Obratovalni pas dvigala RTG oziroma transtejnerske poti

- Določitev ekvivalentne osne obremenitve
 - Uporabljena je bil enačba in faktorji iz TSC 06.511:2009.
 - Vhodni podatek je število prehodov dvigal RTG, ki je 300. Ta podatek je bil podan že v elaboratu iz leta 2015.
 - Za vhodni podatek - L_{stat} (osna obremenitev) je bila uporabljena vrednost 334 KN. Na osnovi dodatnega pojasnila projektanta je ugotovljeno, da je bil podatek privzet iz specifikacije obremenitev dvigala, ki vsebuje težo dvigala in povprečno težo tovora, ob upoštevanju vetra – priloga 1.
 - Izračunana je bila vrednost faktorja ekvivalentnega vpliva dejanske osne obremenitve 26,41 NOO₁₀₀ KN, ki pomeni osnovo za določitev prometnih obremenitev.

- Določitev ekvivalentne dnevne obremenitve
- Uporabljena je bila enačba in faktorji iz TSC 06.511:2009
- FEv je izračunan v prejšnjem razdelku.
- Td je bil izračunan in znaša 7923 NOO_{100 kN}.
- Določena je prometno obremenitev $T_{10} = 6,87 \cdot 10^7$ NOO_{100 kN}, ki po TSC 06.511:2009 pomeni **izredno težko PO**

Izračun je ustrezen in ga potrjujemo.

3.4.2 Vozni pasovi – vzdolžne ceste (Manipulativne površine vlačilcev s prikolico)

- Določitev ekvivalentne dnevne obremenitve
- Za povprečni faktor ekvivalentnosti je bil uporabljen faktor 1,6 (težko tovorno vozilo s prikolico).
- Uporabljen je bil tudi podatek iz elaborata 2015, da znaša $n = 1680$ prehodov NOO_{100kN}
- $T_d = 2688$ NOO_{100kN}
- Določena je prometno obremenitev $T_{10} = 6,41 \cdot 10^6$ NOO_{100kN}, ki po TSC 06.511:2009 pomeni **zelo težko PO**.

Izračun je ustrezen in ga potrjujemo.

3.4.3 Vozni pasovi – prečne ceste (Manipulativne površine vlačilcev s prikolico)

- Upoštevali so enake vhodne podatke kot pri 3.4.2. Obremenitve so bile izenačene z vzdolžnimi cestami. $T_{10} = 6,41 \cdot 10^6$ NOO_{100kN}, ki po TSC 06.511:2009 pomeni **zelo težko PO**.

Izračun je ustrezen in ga potrjujemo.

4 Dimenzioniranje voziščne konstrukcije

Podatek CBR = 46% je pridobljen na podlagi raziskav iz Poročila IGMAT, d.d., 2018. Preiskave so bile izvedene na osnovi 10. jeder in 3. sondažnih jaškov.

4.1 Obratovalni pas dvigala RTG (transtejnarske poti) – nadgradnja z zamenjavo obstoječe VK

- Dimenzioniranje s cementom stabilizirane spodnje vezne nosilne plasti

- Privzet je faktor dinamične obremenitve $f_d = 1,5$. Merodajna obremenitev nastopi ob zaviranju RTG dvigala, zato je privzeto povečanje za $\pm 50\%$.
- Vpliv prometne obremenitve v globino je bil določen po enačbi iz Port and Industrial Pavers, 2012, (Chapter 5 - design example).
- Izračunana je efektivna globina 1272 mm (effective depth oziroma v nadaljevanju: ED) .
- Iz rezultata ED in razdalje med sprednjima dvema osema (2100 mm) je iz tabele 9 (Port and Industrial Pavers, 2012) interpoliran faktor vpliva koles.
- Pripravljeni so bili podatki za izračun osnih obremenitev RTG dvigala na posamezno kolo. Podatki so izračunani iz razdalj koles do osi dvigala.
- Efektivna osna obremenitev vozila je določena z $334 \text{ kN} \cdot \text{faktor vpliva koles} (1,03) = 344 \text{ kN}$.

Za določitev debeline s cementom stabiliziranega drobljenca je bila na podlagi Port and Industrial Pavers, 2012 določena obremenitev skladiščnih površin z RTG dvigali.

- Število prehodov dvigala RTG v 10 letih

- Seštevek rezultatov pomeni ekvivalentno število prehodov posamezne osi v odvisnosti od sprednje osi
 $1,67 \cdot 300 \cdot 365 \cdot 10 = 1,83 \cdot 10^6 \text{ NOO}_{100\text{kN}}$

- Max osna obremenitev sprednje osi = 516 kN
- Iz teh dveh podatkov je bila iz grafa 8 Port and Industrial Pavers, 2012 odčitana debelina s cementom stabiliziranega drobljenca 56 cm.

Za določitev debeline asfaltnih plasti je bila uporabljena TSC 06.520:2009 in prometna obremenitev izračunana v 3.4.1 kot sledi:

- Debelina asfaltne plasti glede na računano število prehodov obremenitve $\text{NOO}_{100\text{kN}}$, je bila odčitana iz grafa in znaša 33 cm.
- Potreben debelinski indeks asfaltnih krovnih plasti znaša 12,54 cm.
- Odčitani debelinski indeks, ki je bil manjši od projektiranega, je ustrezen.

Oba izračuna sta po našem mnenju ustrezna in ju potrjujemo.

Predlagana je bila naslednja voziščna konstrukcija

	di (cm)	ai	aidi (cm)
Nova Obrabno plast	6	0,42	2,52
Nova nosilna plast	10	0,35	3,5
Nova CS	60	0,2	12
Obstoječi tamponski drobljenec 0/32			0
vsota			18,02

4.2 Obratovalni pas dvigala RTG (transtejnarske poti) – nadgradnja z ohranitvijo obstoječe VK

- Postopek je enak kot pri 4.1. vse do določitve vrste plasti.
- CS = 56 cm odčitano iz grafa 8 Port and Industrial Pavers, 2012.

- Ker se bo ohranila obstoječa VK, je bila CS zmanjšana na 10,2 cm.
- Obstoječa voziščna konstrukcija je bila ovrednotena glede na stanje poškodovanosti. Dobljen je bil rezultat 45,8 cm. Za toliko je bila na tem delu zmanjšana debelina cimente stabilizacije.
- Asfaltna plast 33 cm je bila odčitana iz grafa TSC 06.520:2009
- Odčitani debelinski indeks, ki je bil manjši od projektiranega, je ustrezen.

Predlagana je bila naslednja voziščna konstrukcija:

	di (cm)	ai	ku	aidi (cm)
Nova obrabna plast (poltoga plast)	6	0,42	1	2,52
Nova nosilna plast	10	0,35	1	3,5
Nova CS	15	0,2	1	3
Obstoječa obrabna plast AC 11 surf	4	0,42	0,8	1,344
Obstoječa nosilna plast AC 32 base	12	0,35	0,8	3,36
Obstoječa CS	30	0,2	0,9	5,4
Obstoječi tamponski drobljenec 0/32	10			0
Obstoječi kamniti nasipni material 0/63				0
vsota				19,124

4.3 Vozni pasovi – vzdolžne ceste – nadgradnja z zamenjavo obstoječe VK – ni cementne stabilizacije (Manipulativne površine vlačilcev s prikolico)

- Prometna obremenitev je že izračunana v 3.4.2
- Debelina asfalta iz grafa v TSC 06.520:2009 znaša 20 cm
- Preveritev debelinskega indeksa – ustreza
- Predlagano je bilo, da se izvede debelina CS 60 cm, zato, da se ohrani niveleta
- Odčitani debelinski indeks, ki je bil manjši od projektiranega, je ustrezen.

Predlagana je bila naslednja voziščna konstrukcija:

	di (cm)	ai	aidi (cm)
Nova obrabna plast	4	0,42	1,68
Nova nosilna plast	12	0,35	4,2
Nova CS	15 (60)	0,2	3
Obstoječi tamponski drobljenec 0/32 mm			0
Obstoječi kamniti nasipni material 0/63 mm			0
vsota			8,88

4.4 Vozni pasovi – vzdolžne ceste – območje navezave na zaledno konstrukcijo 7. VEZ (Manipulativne površine vlačilcev s prikolico)

- po enakem postopku kot 4.3. Razlika je v plasteh VK
- debelina asfalta iz grafa TSC 06.520:2009 znaša 20 cm.
- Odčitani debelinski indeks, ki je bil manjši od projektiranega, je ustrezen.

Predlagana je bila naslednja voziščna konstrukcija:

	di (cm)	ai	ku	aidi (cm)
Nova obrabna plast	4	0,42	1	1,68
Nova nosilna (vezna) plast	8	0,35	1	2,8
Obstoječa nosilna plast AC 32 base	10	0,35	0,65	2,275
Obstoječa CS	18	0,2	0,7	2,52
Obstoječi tamponski drobljenec 0/32 mm	25			0
Obstoječi kamniti nasipni material 0/63 mm				0
vsota				9,275

4.5 Vozni pasovi – vzdolžne ceste – območje navezave na skladiščne površine RO-RO (Manipulativne površine vlačilcev s prikolico)

- po enakem postopku kot 4.3. Razlika je v plasteh VK
- debelina asfalta iz grafa v TSC 06.520:2009 znaša 20 cm
- Odčitani debelinski indeks, ki je bil manjši od projektiranega, je ustrezen.

Predlagana je bila naslednja voziščna konstrukcija:

	di (cm)	ai	ku	aidi 8cm)
Nova obrabna plast	4	0,42	1	1,68
Nova nosilna (vezna) plast	8	0,35	1	2,8
Nova nosilna plast	7	0,35	1	2,45
Nova nosilna plast	12	0,35	1	4,2
Obstoječa nosilna plast AC 32 base	2	0,35	0,65	0,455
Obstoječi tamponski drobljenec 0/32 mm	30			0
Obstoječi kamniti nasipni material 0/63 mm				0
vsota				11,585

4.6 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev – nadgradnja z zamenjavo obstoječe VK – ni CS

- Obremenitev na točki ležišča 1097KN. Podatek pridobljen iz tabele 8 Port and Industrial Pavers, 2012
- Predlagana je bila debelina cementne stabilizacije v debelini 60 cm (iz grafa 8 Port and Industrial Pavers, 2012)
- Predlagana je izvedba 4 cm debele podlage iz peska zrnivosti 0/4 mm + 12 cm debele betonske tlakovce z minimalno tlačno trdnostjo 55 MPa (Port and Industrial Pavers, 2012, str. 30).
- V Port and Industrial Pavers, 2012, str. 34, je predlagana debelina podložnega peska 25 mm z odstopanjem do največ 6mm. V elaboratu je navedeno, da predlagajo izvedbo debelejši (ni navedeno za koliko) plasti peska, ker bo prišlo do posedka zaradi vgradnje (kompaktiranja) tlakovcev. Tako, da je debelina podlage iz peska v debelini 4 cm po naši oceni ustrezna.

4.7 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev – nadgradnja z ohranitvijo obstoječe VK – je CS – B5

- Obremenitev na točki ležišča 1097 kN
- Predlagana je bila debelina cementne stabilizacije v debelini 60 cm (iz grafa 8 Port and Industrial Pavers, 2012)
- Predlagajo betonske tlakovce v debelini 12 cm + 4 cm peska z minimalno tlačna trdnost 55 MPa (Port and Industrial Pavers, 2012, str. 30).
- Predlagano je bilo naj se na obstoječo VK vgradi CS v debelini 15 cm, z morebitno izravnavo (nadgradnja nivelete do + 46cm), ki se jo naredi iz tamponskega drobljenca v debelini minimalno 15 cm.

5 Predlog ukrepov za ureditev obstoječega vozišča

V nadaljevanju povzemamo predloge ukrepov, ki jih je predvidel projektant za ureditev obravnavanih platojev:

5.1 Obratovalni pas dvigala RTG

Razen območja B5 se na območjih, kjer ni evidentirana cementna stabilizacija, odstranijo obstoječe asfaltne plasti in voziščna konstrukcija do globine 76 cm, glede na končno niveleto platoja transtejnerske poti. Na ustrezno pripravljen planum temeljnih tal se v treh plasteh po 20 cm vgradi s cementom stabilizirana (CS) spodnja vezana nosilna plast, skupne debeline 60 cm. Na CS se položi ojačitvena mreža za preprečitev nastanka kolesnic. Nato pa se vgradi dve asfaltni plasti in sicer:

- AC 32 base B50/70 A1/A2 v debelini 12 cm in
- AC 11 surf PmB 45/80-65 A2 – dodatek bitumenskega veziva za povečanje odpornosti na vpliv visokih temperatur in tvorjenja kolesnic v debelini 4 cm.

Pred vgradnjo poltoge obrabne plasti se predhodno vgrajene asfaltne plasti odrezka v debelini 6 cm, na pripravljeno podlago se položi ojačitvena mreža za preprečitev nastanka kolesnic. Izvede se nova obrabna plast (poltoga plast).

Na območju B5 je predvidena izravnavana z cementno stabilizacijo (do največ 30 cm debeline) do končne nivelete +46.

5.2 Vozni pas

Obstoječe asfaltne plasti se na območjih, kjer ni evidentirana cementna stabilizacija, odstranijo oziroma odrezkajo v debelini okoli 11 cm, da se odstranita obstoječi obrabna in nosilna asfaltna plast. Odstrani se tudi del nevezane nosilne plasti do globine 76 cm glede na končno niveleto. Na ustrezno pripravljen planum temeljnih tal se v treh plasteh debeline po 20 cm vgradi s cementom stabilizirana (CS) spodnja vezana nosilna plast, skupne debeline 60 cm. Na CS se položi ojačitvena mreža za preprečitev nastanka kolesnic. Nato pa se vgradi dve asfaltni plasti in sicer:

- AC 32 base B50/70 A1/A2 v debelini 12 cm in
- AC 11 surf PmB 45/80-65 A2 – dodatek bitumenskega veziva za povečanje odpornosti na vpliv visokih temperatur in tvorjenja kolesnic v debelini 4 cm.

Na območju 7.VEZ in RO-RO je predvidena izravnana z AC 32 base B50/70 A1/A2 (glej načrte G131.2 in G151.1).

5.3 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev

Obstoječe asfaltne plasti se na območjih, kjer ni evidentirana cementna stabilizacija, odstranijo oziroma odrezkajo v debelini okoli 11 cm, da se odstranita obstoječi obrabna in nosilna asfaltna plast. Odstrani se tudi del nevezane nosilne plasti do globine 76 cm glede na končno nivoeto. Na ustrezno pripravljen planum temeljnih tal se v treh 20 cm plasteh vgradi s cementom stabilizirana (CS) spodnja vezana nosilna plast, skupne debeline 60 cm.

Namesto vgradnje asfaltnih plasti, ki se po navedbi iz elaborata »pod težo kontejnerjev v zelo kratkem času porušijo«, se položijo betonski tlakovci debeline 12 cm, ki se polagajo na predhodno pripravljeno podlago iz peska v debelini 4 cm. Rege med betonskimi tlakovci se zapolnijo s polnilom na osnovi uretana.

6 Zahteve za vgradnjo voziščne konstrukcije

Podan je opis nekaterih zahtev iz slovenske tehnične regulative in RVS za poltoge obrabne plasti.

ZAKLJUČNO MNENJE

Ugotovljeno je, da je postopek izračunov v Elaboratu voziščne konstrukcije za ureditev kontejnerskega terminala v Luki Koper – premik skladiščnih blokov (III. in IV. Faza), izveden v skladu s Slovenskimi tehničnimi specifikacijami. Izračun debeline cementne stabilizacije je ustrezno povzet po mednarodni skripti za dimenzioniranje vozišč v pristaniščih in industrijskih obratih (Port and Industrial Pavers, 2012). Debelino CS bi bilo možno zmanjšati iz določenih 60 cm na vsaj minimalno potrebnih 56 cm. Pregled in preveritev vseh izvedenih postopkov ni pokazal nepravilnosti. Seveda pa navedeno velja ob upoštevanju mednarodne skripte za dimenzioniranje vozišč v pristaniščih in industrijskih obratih, ki jo do sedaj pri nas nismo nikoli uporabljali.

Ob sočasnem upoštevanju slovenskih tehničnih specifikacij za asfaltne voziščne konstrukcije in mednarodne skripte za dimenzioniranje vozišč v pristaniščih in industrijskih obratih, pa se nam pojavljajo določena vprašanja kot sledi:

Izračunane prometne obremenitve zahtevajo debelino asfaltne voziščne konstrukcije 33 cm. V predlogu ukrepov pa je ob določeni debelini s cementom stabilizirane plasti 60 cm načrtovana debelina asfaltnih plasti 16 cm. Kljub temu, da je dobljen izrazito velik (prekomeren) debelinski indeks $D_{dej.}=18,02$ cm, ob minimalno zahtevanemu $D_{potr.}=12,54$ cm, je asfaltni del voziščne konstrukcije poddimenzioniran, zaradi česar ni možno pričakovati, da bo dovolj uspešno prevzel svoj del obremenitev. Na drugi strani menimo, da je debelina s cementom stabilizirane plasti (60 oziroma 56 cm) prekomerna in tehnološko zahtevna za izvedbo (problem stikov med plastmi).

Prav tako po našem mnenju ni uravnotežena izbira materialov, saj je pod obrabnozaprno plastjo predlagana izvedba nosilne asfaltne plasti z uporabo cestogradbenega bitumna. Ocenjujemo, da tovrstni bitumen ni primeren za tako velike obremenitve.

Predlagana je voziščna konstrukcija, kot sledi:

- AC 11 surf PmB 45/80-65 A2 – dodatek bitumenskega veziva za povečanje odpornosti na vpliv visokih temperatur in tvorjenja kolesnic v debelini 4 cm oziroma 6 cm (v elaboratu sta navedeni obe debelini)
- AC 32 base B50/70 A1/A2 v debelini 12 cm in
- CS 32 – 60 cm.

V območju transtejnerskih poti se uporabita ojačitveni mreži tako med CS in BD kot med AC 32 base in novo poltogo asfaltno plast, ki se izvede po odrezkanju obrabnozaprne in deloma nosilne plasti v debelini 2 cm. Postopek naknadne zamenjave obrabne plasti je nakazan, vendar ni dovolj podrobno opisan. Prav tako ni podanih zahtev za ojačitveno mrežo in načinov pritrjevanja na spodnje plasti.

Glede na zgornji opis predlagamo, da se pripravljen elaborat dopolni z naslednjim:

Predlagamo, da se med obrabno in nosilno asfaltno plastjo doda vezno asfaltno plast AC bin 22, debeline 8 cm, z uporabo polimernega bitumna PmB 25/55-65 ali enakovrednega veziva, kot je npr. vezivo z gumo in/ali naravnim bitumnom. Predlagamo tudi, da se izvede samo ena ojačitvena mreža, med nosilno in vezno plastjo. Debelina s cementom stabilizirane plasti naj se ustrezno zmanjša in prilagodi.

Utemeljitev:

Načrtovanje vezanih in nevezanih materialov v voziščni konstrukciji je pogojevano od zahtev prometnih obremenitev in potrebnih debelinskih indeksov. Ob izbiri materialov je potrebno uravnoteženo upoštevati tako asfaltne kot hidravlične materiale. Grafikoni v tehničnih specifikacijah za asfaltne (fleksibilne in poltoge) voziščne konstrukcije predvidevajo določeno razmerje med enimi in drugimi. S tem se zagotavlja ustrezen raznos prometnih obremenitev v spodnje plasti. Ob temu je potrebno upoštevati, da so največje rezultirajoče sile v voziščni konstrukciji med 8 in 10 cm pod površjem. Zato je potrebno v tem območju zagotoviti plast, ki bo v stanju preprečiti prehiter nastanek poškodb. Za težke in težje prometne obremenitve je v ta namen predvidena vezna plast, za katero veljajo tudi ostrejšje zahteve proti nastanku deformacij in utrujanja.

V ta namen na voziščnih konstrukcijah z asfaltnim voziščem predlagamo dodatno asfaltno plast AC bin 22, z uporabo modificiranega veziva. Na trgu je veliko število polimernih veziv, dodatkov naravnih bitumnov ali bitumna z gumo, ki dajejo odlične rezultate in ki so enakovredni polimerom.

Z vgradnjo dodatnega sloja se zmanjša debelina CS za 8 cm, zaradi povečane debeline iz tehnoloških razlogov se lahko CS zmanjša tudi za 12 cm, kar bi omogočilo tudi vgrajevanje v dveh plasteh, kar je ugodnejše. Ni poznanih vplivov dveh ojačitvenih mrež, zato predlagamo, da se ena vsekakor opusti.

DODATNE UGOTOVITVE IN PRIPOROČILA

a. Temeljna tla

Temeljna tla so ugotovljena na globini okoli 70 cm in sestojijo iz zaglinjenega in muljatega grušča, ob močno povišani vlagi. Po oceni geologov in geomehanikov se bo proces posedanja nadaljeval v obsegu okoli 1 cm na leto.

b. Projektna doba

Ocenjujemo, da je določena 10 letna projektna doba primerna za pogoje ekstremno velikih in ponavljajočih se prometnih obremenitev. Na drugi strani pa koncept izbire razmeroma toge in masivne voziščne konstrukcije z izbiro vezanih materialov vse do globine 70 cm (Long Life Pavement ali Perpetum Pavement), narekuje potrebo, da se izvede voziščno konstrukcijo v takšni kakovosti, da bo po 10 letni projektni dobi ali morda že celo prej, zadostovala izvedba manjših ukrepov, kot npr. samo zamenjava obrabno-zaporne plasti oziroma v najslabšem primeru obrabno-zaporne in vezne plasti.

c. Cementna stabilizacija in sondažni razkopi za 1. in 2. fazo

Na osnovi mednarodne brošure o voziščnih konstrukcijah v pristaniščih ali industrijskih kompleksih je določena skupna debelina cementne stabilizacije 56-60 cm. Pri izvedbi del v I. in II. fazi projekta je bila debelina vgrajena cementne stabilizacije v povprečju 46,5 cm, debelina asfaltnih plasti pa so v povprečju dosegale 14,6 cm. Ob navedenih debelinah so nekoliko nenavadne neenakomerne debeline vseh v konstrukcijo vgrajenih plasti, kar ni ugodno vplivalo na kakovost voziščnih konstrukcij.

Ob treh sondažnih razkopih se je pokazalo, da je CS v dobrem stanju, v enem primeru je ugotovljeno razslojevanje. V 3. in 4. fazi izvedbe voziščnih konstrukcij je potrebno okrepiti zagotavljanje in kontrolo kakovosti del in geodetskih meritev.

d. Betonski tlakovci

Projektant predlaga izvedbo skladiščne površine kontejnerjev, površine okoli 42.000 m², z betonskimi tlakovci. S tovrstno tehnologijo je po nam znanih podatkih manj izkušenj, zato menimo, da je potrebno zagotoviti izvedbo poskusnega polja, kjer se tehnologija preveri.

e. Izvedba nove obrabne plasti (poltoga plast).

Ocenjujemo, da je potrebno navedenemu konceptu posvetiti posebno pozornost. Na osnovi preverjanj (Hamburg, Dunaj, Graz) smo prišli do spoznanja, da so z navedeno tehnologijo samo deloma zadovoljni. Povsod so nas opozorili, da se razmeroma kmalu pojavijo poškodbe v obliki razpok.

Če se bo naročnik vseeno odločil za uporabo te tehnologije, predlagamo, da se uporabi asfaltno zmes PA 16 surf PmB 45/80-65 A2 – ali enakovredno vezivo, ki bo izkazovalo najboljše dinamične lastnosti. Plast se izvede v debelini 6 cm. Posebno pozornost je potrebno nameniti cementnobetonski malti, s katero se zapolnijo pore v drenažnem asfaltu. Vse detajle izvedbe je potrebno opisati v TE.

f. Zahteve pri oddaji del

Predlagamo, da se za vse predvidene materiale, ki se bodo vgrajevale v voziščno konstrukcijo, določijo funkcionalne zahteve oziroma kakovostne parametre. Za asfaltne zmesi je potrebno zahtevati odpornost na tvorbo kolesnic, utrujanje in togost. Za ojačitveno mrežo je potrebno podati zahteve za natezne trdnosti, načine vpetja in drugo. Enako je potrebno posebno pozornost nameniti uporabi veziv, tako bitumenskih kot cementnih in drugih.

Za vse pomembnejše konstrukcije predlagamo izvedbo poskusnih polj, neposredno pred samo izvedbo pa dokazno vgrajevanje, na katerem se preskusi celoten delovni proces. Od izvajalca je potrebno zahtevati pripravo kakovostnega tehnološkega elaborata z vsemi sestavnimi deli.

Datum: 19. 10. 2018
Številka: 107-27/2018

POROČILO O PREVERITVI

**voziščne konstrukcije za ureditev kontejnerskega terminala v Luki Koper
– premik skladiščnih blokov(III. in IV. Faza)**

z računalniškim Program za dimenzioniranje »PaDesTo«

Odgovorni izdelovalec: Andrej Pogačnik, univ.dipl.inž.grad., ELEA iC

Številka načrta: 331140163-III-IV-EVK

Številka projekta: 331140163-III-IV

Kraj in datum: Ljubljana, julij 2018

Izdelava poročila:

Alexander Kiehne, univ.dipl.inž.grad.

Luka Matjaž, univ.dipl.inž.vki.

mag. Slovenko Henigman, univ.dipl.inž.grad.

mag. Slovenko Henigman

direktor

Priloga1 :

- Pavement Design for "Luka Koper", "PaDesTo" software



SLOMAN
Družba za svetovanje
in inženiring, d.o.o.
Brvace 25, SI-1290 Grosuplje

Kazalo Vsebine

OBRAZLOŽITEV DELA	3
OPIS PROGRAMA PADESTO IN IZRAČUNI	3
1 Računalniški Program za dimenzioniranje »PaDesTo«	3
2 Sklopi površin, ki se določajo	5
3 Projektni podatki za dimenzioniranje voziščne konstrukcije	5
3.1 Povzetek poročila o izvedbi raziskav	5
3.2 Hidrološki in klimatski pogoji	5
3.3 Podatki o obstoječih voziščnih konstrukcijah	8
3.4 Prometne obremenitve	8
3.4.1 Obratovalni pas dvigala RTG oziroma transtejnerske poti	8
3.4.2 Vozni pasovi – vzdolžne ceste	10
4 Določitev voziščnih konstrukcij	11
4.1 Obratovalni pas dvigala RTG oziroma transtejnerske poti	11
4.2 Vozni pasovi – vzdolžne ceste	11
4.3 Skladiščne površine	12
ZAKLJUČNO MNENJE	12

OBRAZLOŽITEV DELA

Dne 5.9.2018 smo izdelali Poročilo o pregledu elaborata voziščne konstrukcije za ureditev kontejnerskega terminala v Luki Koper – premik skladiščnih blokov (III. in IV. Faza), ki je bil s strani podjetja ELEA iC izdelan v juliju 2018.

Ker so bile za izdelavo elaborata poleg uveljavljenih postopkov dimenzioniranja uporabljeni tudi postopki, ki pri nas niso običajni, smo naročniku predlagali, da izvedemo preveritev z računalniškim programom PaDesTo - Pavement Design Tool, ki je standardiziran program v Nemčiji.

OPIS PROGRAMA PADESTO IN IZRAČUNI

1 Računalniški Program za dimenzioniranje »PaDesTo«

Program za dimenzioniranje voziščnih konstrukcij »PaDesTo« je izdelan na osnovi nemških smernic za računsko dimenzioniranje voziščnih konstrukcij z asfaltnimi utrditvami (RDO Asphalt 09).

S programom PaDesTo se izračunava asfaltne utrditve voziščnih konstrukcij z upoštevanjem lastnosti uporabljenih materialov. S to programsko opremo, sledimo smernicam za računsko dimenzioniranje zgornjega ustroja prometnih površin z asfaltnim ustrojem (RDO Asphalt 09) in smernicam za standardiziranje zgornjega ustroja prometnih površin (RStO 12) Društva za raziskave cest in prometa (FGSV).

Metoda računskega dimenzioniranja omogoča izračun zahtevane debeline asfaltnih plasti za dano prometno obremenitev. Izračun se izvede upoštevajoč izbrano zaporedje plasti, kakovost materialov, ki se uporabljajo in glede na klimatske pogoje. S tem je omogočena optimalna prilagoditev voziščne konstrukcije glede na potrebne zahteve.

Področje uporabe

RDO asfalt 09 je bil uveden s strani Zveznega Ministrstva za promet, gradnjo in razvoj mest v avgustu 2009. Programska oprema PaDesTo je na ta način dopuščena za dimenzioniranje novih gradenj ali obnov v naslednjih vrstah pogodb:

- A in F modeli
- drugi cestni projekti javno-zasebnega partnerstva
- funkcionalne gradbene pogodbe
- RStO 12, ki presegajo prometne obremenitve za razred prometne obremenitve BK 100

- Poleg tega se PaDesTo lahko uporabljajo v običajnih gradbenih pogodb za oblikovanje alternativnih ponudb.

Koristi

Koristi naročnika so predvsem v zmanjšanju stroškov z optimalno izrabo uporabljenih materialov. Program zagotavlja prilagoditev dimenzioniranja z uporabo obstoječih materialov.

Lastnosti in Prometne obremenitve

- Izračun vhodnih podatkov po RStO 01 in RStO 12 ob upoštevanju podrobnih podatkov o distribuciji prometa (upoštevanje dejanskih osnih obremenitev in dejanskih prehodov osnih obremenitev), ki jih na osnovi podatkov določi uporabnik.
- Dana je možnost izračunov posebnih prevozov.
- Način za izračun povečanja prometnih obremenitev in scenarijev.

Klima in temperature

- Za izračun temperaturne so v RDO Asfalt 09 v naprej določene cone (v Nemčiji), ki se lahko izberejo samo po imenu, v danem primeru smo na osnovi pridobljenih podatkov iz Luke Koper izdelali temperaturni model za območje Luke Koper.
- Določene so uporabniške definicije temperaturne pogostosti.
- Določene so minimalne debeline zmrzali po RStO 01 in RStO 12, lahko pa se te vrednosti tudi ročno nastavi in uporabi pri izračunu.

Konstrukcijska nadgradnja

- Strukturno zasnovo lahko opredelimo z več sloji asfalta, opsijsko tudi z hidravlično vezano plastjo in eno ali dvema nevezanih plasti - nevezano nosilno plast in/ali zmrzlinško odporno plast (posteljico).
- Za asfaltne plasti so na voljo tri bistvene materialne opredelitve (kalibracijski materiali: 1x AC-S, 1 x AC-B, 1xAC-B)
- Debelina plasti za vsak sloj se lahko nastavi individualno v razponu velikosti 0,1 cm.
- Pri hidravlično vezani plasti se lahko nastavi modul plasti.
- Za nevezane lastnosti plasti se lahko nastavi vrednosti Ev2 na površini plasti.
- Preostale plasti v konstrukciji se lahko upoštevajo pri izračunu.

Banka podatkov elastičnih modulov za uporabljene materiale (Enterprise Edition)

- V banki podatkov so v posameznih izdajah programa na voljo podatki o lastnostih materialov za asfaltne zmesi.
- Eksperimentalni rezultati temeljijo na preskusih AL-SP 09 / TP in so na voljo za rezultate togosti in utrujenosti.
- Obstoječe asfaltne plasti v voziščni konstrukciji se lahko analizirajo v laboratoriju, in ovrednotijo po 09 / TP-asfalt do AL-SP ali po veljavnih slovenskih in evropskih standardih in so nato shranjene v bazi podatkov.

Izračun in ocena

- Na koncu življenjske dobe voziščne konstrukcije se opredeli stanje utrujenosti za asfaltne plasti in za hidravlično vezano plast (če je vključena v konstrukcijo) in pričakovani potek utrujenosti asfaltne konstrukcije v obdobju uporabe, ki je grafično predstavljeno na sliki.
- Za občutljivost nastanka kolesnic se izvede rangiranje posameznih variant.

2 Sklopi površin, ki se določajo

Podan je opis predmeta elaborata dimenzioniranja, ki ločeno zajema tri glavne sklope površin:

- Obratovalni pas dvigala RTG oziroma transtejnerske poti
- Manipulativne površine vlačilcev s prikolico
- Skladiščne površine.

Poleg navodil investitorja je izdelovalec uporabil tudi Poročilo o izvedbi raziskav in strokovne ocene voziščne konstrukcije, IGMAT, d.d. št. 130-POA-18, z dne 26.4.2018 (v nadaljevanju: Poročilo IGMAT, d.d., 2018).

3 Projektni podatki za dimenzioniranje voziščne konstrukcije

3.1 Povzetek poročila o izvedbi raziskav

Kot izhodišča so uporabljeni podatki in dokumentacija, kot sledi:

- Podatki naročnika
- Poročilo IGMAT, d.d., 2018
- Tehnično poročilo Ureditev kontejnerskega terminala v Luki Koper - premik skladiščnih blokov (I. in II. faza), ELEA iC, november 2015

3.2 Hidrološki in klimatski pogoji

Upoštevani so naslednji hidrološki in klimatski pogoji, ki smo jih 3.10.2018 prejeli s strani naročnika Luke Koper, d.d. kot sledi:

Jan
Wind/max/min/mean 12.71 , 0.01 , 1.744794
Temp/max/min/mean 16.29 , -6.46 , 4.533865
Humi/max/min/mean 99.99 , 15.06 , 67.68398

Feb
Wind/max/min/mean 13.66 , 0.01 , 2.084818
Temp/max/min/mean 16.8 , -3.38 , 7.53626
Humi/max/min/mean 99.99 , 24.58 , 74.35595

Mar
Wind/max/min/mean 10.43 , 0.01 , 1.929327
Temp/max/min/mean 24.46 , 1.04 , 10.36227
Humi/max/min/mean 99.98 , 15.24 , 65.51015

Apr
Wind/max/min/mean 8.54 , 0.01 , 1.721519
Temp/max/min/mean 26.83 , 0.22 , 13.31133
Humi/max/min/mean 99.99 , 15.01 , 65.85845

May
Wind/max/min/mean 6.9 , 0.01 , 1.468253
Temp/max/min/mean 29.74 , 5.17 , 17.74389
Humi/max/min/mean 99.99 , 22.27 , 66.06899

Jun
Wind/max/min/mean 6.66 , 0.03 , 1.579694
Temp/max/min/mean 34.61 , 12.56 , 22.45812
Humi/max/min/mean 99.99 , 16.11 , 60.56731

Jul
Wind/max/min/mean 6.79 , 0.03 , 1.55205
Temp/max/min/mean 37.25 , 12.05 , 25.16749
Humi/max/min/mean 87.77 , 19.69 , 53.647

Aug
Wind/max/min/mean 6.67 , 0.03 , 1.526661
Temp/max/min/mean 38.97 , 12.51 , 24.38496
Humi/max/min/mean 91.92 , 18.85 , 52.32009

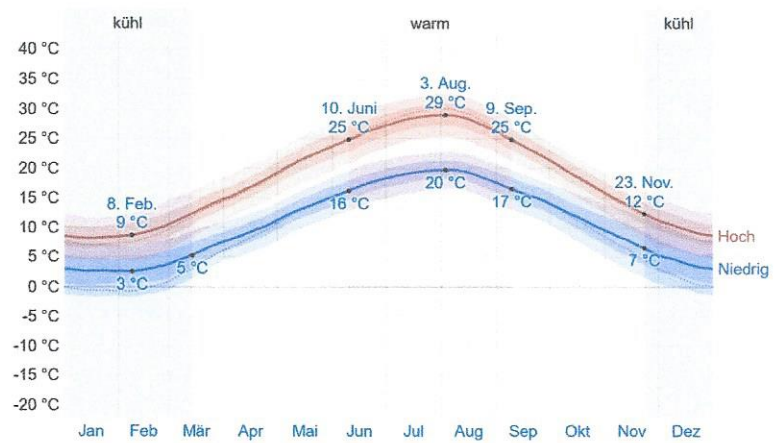
Sep
Wind/max/min/mean 8.09 , 0.02 , 1.638237
Temp/max/min/mean 33.31 , 7.24 , 19.87798
Humi/max/min/mean 95.49 , 19.92 , 63.74304

Oct
Wind/max/min/mean 7.46 , 0.01 , 1.244561
Temp/max/min/mean 26.37 , 2.91 , 14.36342
Humi/max/min/mean 99.64 , 19.01 , 68.97172

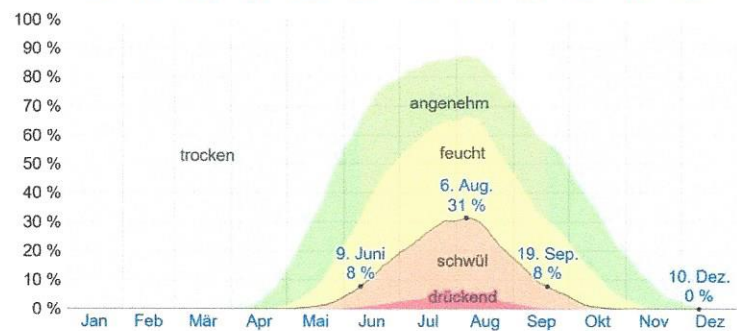
Nov
Wind/max/min/mean 8.35 , 0.01 , 1.433837
Temp/max/min/mean 21.6 , -2.94 , 9.947321
Humi/max/min/mean 99.81 , 22.84 , 70.00389

Dec
Wind/max/min/mean 8.52 , 0.01 , 1.123097
Temp/max/min/mean 15.77 , -4.15 , 5.997054
Humi/max/min/mean 99.99 , 19.02 , 73.34894

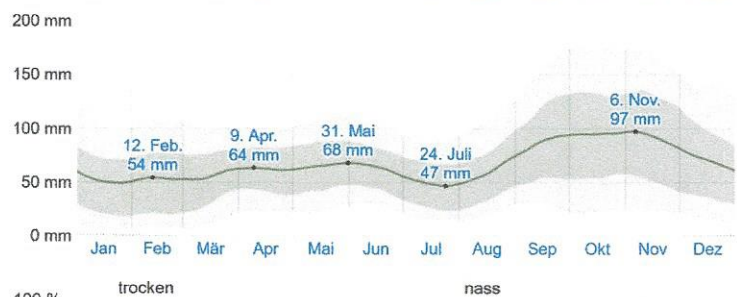
Temperatura



Vlaga



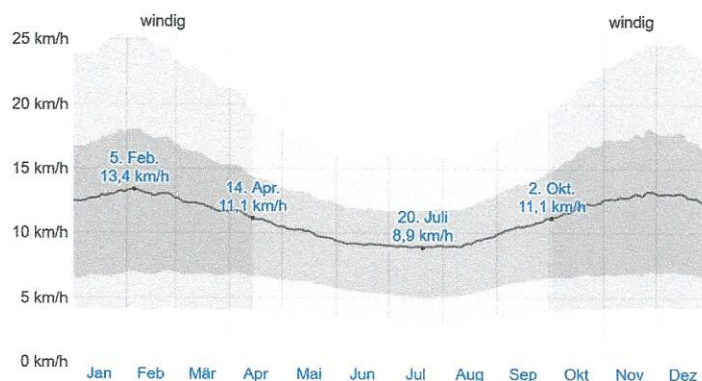
Obseg padavin



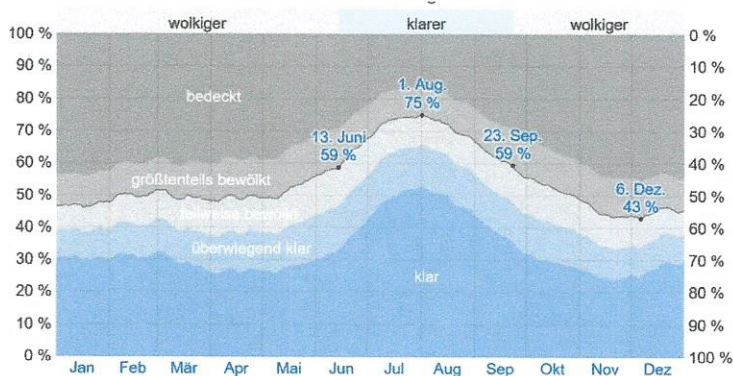
Verjetnost padavin



Hitrost vetra



Vremenska slika



3.3 Podatki o obstoječih voziščnih konstrukcijah

Podatki o obstoječih voziščnih konstrukcijah so bili pridobljeni s strani investitorja.

3.4 Prometne obremenitve

Upoštevana je podana prometna obremenitev za vsako skupino prometnega sredstva in planska doba 10 let, s privzeto stopnjo rasti 1%.

3.4.1 Obratovalni pas dvigala RTG oziroma transtejnerske poti

- Določitev prometnih obremenitev

Prometne obremenitve so bile določene na osnovi podanih podatkov. Upoštevani so bili dejanski prehodi posameznih osi.

Prometne obremenitve – KONECRANES RTG CABLE REEL G 1853, 16 koles

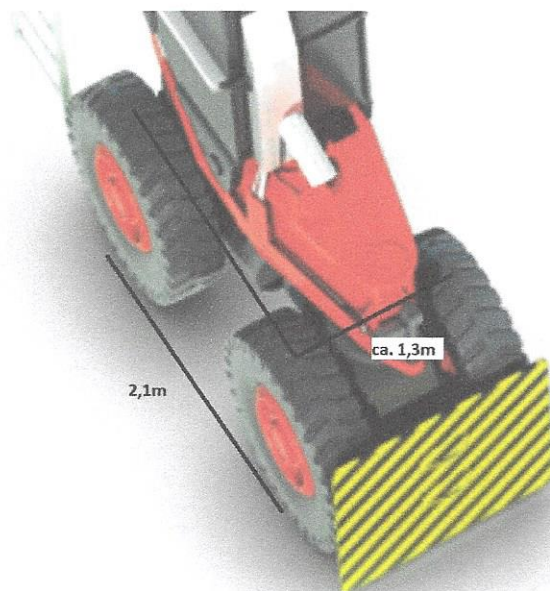
Vhodni podatki – za RTG	Vrednost
Obdobje načrtovanja	10 let
Rast obremenitev	1% na leto
Max obremenitev	167 kN/kolo
ERTG – število koles	16 (4*2 na vsako stran)
Število dnevnih prehodov RTG na dan	300
Razdalja med prvo in drugo osjo	2,1 m
Razdalja med drugo in tretjo osjo	6,4 m

→ 6 prometnih razredov

Prometni razredi	kontejner	veter	Obtežba kolesa	razmerje
1	Brez	ne	11,1 t	16,67 %
2	Povprečje	ne	15,3 t	16,67 %
3	Max	ne	15,6 t	16,67 %
4	Brez	da (20 m/s)	12,6 t	16,67 %
5	Povprečje	da (20 m/s)	16,7 t	16,67 %
6	Max	da (20 m/s)	17,1 t	16,67 %

Dnevni promet: 300 RTG prehodov → 4 osi → $300 \cdot 4 = 1200$ prehodov na dan

Veter (20 m/s → 72 km/h)



3.4.2 Vozni pasovi – vzdolžne ceste

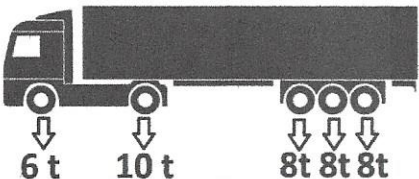
- Določitev prometnih obremenitev

Prometne obremenitve so bile določene na osnovi podanih podatkov. Upoštevani so bili dejanski prehodi posameznih osi cestnih vlačilcev s prikolico in terminalskega vlačilca MAFI MT25 30 YT TVL 31-38.

Vhodni podatki – za ceste	Vrednost
Obdobje načrtovanja	10 let
Rast obremenitev	1% na leto
Število prehodov vozil na dan	1680
Tip vozila	Vlačilec in MAFI kamion

Izbira vozila:

Po dogovoru z Luko Koper smo predpostavili 50 % cestnih vlačilcev in 50 % posebnih luških kamionov (MAFI kamion MT 25/30 YT s prikolico – 12,5 ton + tovor 40 ton),

Cestni vlačilec	Teža brez tovara	Teža s tovorom
	approx. 12,5 t – 15 t	max. 40 t

Predpostavka da je → 50% polno obteženih, 50% je praznih

Prazen luški kamion (12,5 t) s povprečnim kontejnerjem (37,5 t) → 50 t

Predpostavili smo, da je 90% kamionov MAFI polno obremenjenih in 10% praznih.

→ 6 prometnih razredov

Prometni razredi		osi	Norm max. Osne obremenitve	Prometni razredi +osne obremenitve	Razmerje
S tovorom	1	1	6 t	7,0	10 %
	2	2	10 t	13,0	10 %
	3	3	8 t	10,0	30 %
		4	8 t	10,0	
		5	8 t	10,0	
Brez tovora	4	1	-/-	4,0	10 %
	5	2		5,0	10 %
	6	3		2,0	30 %
		4		2,0	
		5		2,0	

1680 skupnih prehodov → 1680 * 4,5 osi → 7560 osnih prehodov na dan.

4 Določitev voziških konstrukcij

4.1 Obratovalni pas dvigala RTG oziroma transtejnerske poti

Izračunane so naslednje potrebne debeline voziških konstrukcij in kakovosti materialov:

	Vrsta zmesi	Debelina (cm)	Lastnosti materiala
Obrabno-zaporna asfaltna plast	AC 8, AC 11, ali SMA	4 cm	PmB (*)
Vezna asfaltna plast	AC bin 16 ali 22	7 cm	PmB ali/in naravni bitumen (*)
Nosilna asfaltna plast	AC base 22 ali 32	10 cm	naravni bitumen (*)
S cementom stabilizirani tamponski drobljenec	CS 32	30 cm	TT = 5 MPa
Obstoječi kamniti nasipni material	D 63		
vsota	skupaj	51 cm	

(*) asfaltne zmesi visokih E modulov

Potrebno je zagotoviti ustrezno togost asfaltnih zmesi (E modul), odpornost proti utrujanju in medsebojno zlepljenost plasti. Če slednje ni zagotovljeno, se občutno zniža življenjska doba voziške konstrukcije (tudi do 70%).

4.2 Vozni pasovi – vzdolžne ceste

Izračunane so naslednje potrebne debeline voziških konstrukcij in kakovosti materialov:

	Vrsta zmesi	Debelina (cm)	Lastnosti materiala
Obrabno-zaporna asfaltna plast	AC 8, AC 11, ali SMA	4 cm	PmB (*)
Vezna asfaltna plast	AC bin 16 ali 22	8 cm	PmB ali/in naravni bitumen (*)
Nosilna asfaltna plast	AC base 22 ali 32	12 cm	naravni bitumen (*)
S cementom stabilizirani tamponski drobljenec	CS 32	25 cm	TT = 5 MPa
Obstoječi kamniti nasipni material	D 63		
vsota	skupaj	49 cm	

(*) asfaltne zmesi visokih E modulov

Potrebno je zagotoviti ustrežno togost asfaltnih zmesi (E modul), odpornost proti utrujanju in medsebojno zlepljenost plasti. Če slednje ni zagotovljeno, se občutno zniža življenjska doba voziščne konstrukcije (tudi do 70%).

4.3 Skladiščne površine

Program PaDeSto se uporablja za dimenzioniranje površin z dinamičnimi obremenitvami. Skladiščne površine so obremenjene s statičnimi obremenitvami, zato jih z obravnavanim programom nismo mogli ovrednotiti.

ZAKLJUČNO MNENJE

Na osnovi izvedenih analiz s programom PaDesTo ugotavljamo, da je tako za transtejnerske poti kot za vzdolžne ceste možno izvesti poltoge voziščne konstrukcije, tako s cementom stabilizirano plastjo in asfaltno nadgradnjo z uravnoteženim paketom asfaltnih plasti.

Vse v voziščno konstrukcijo vgrajene plasti morajo biti v najvišjem kakovostnem redu, z uporabo najboljših veziv in kamenih materialov. Izračun je izveden na predpostavki, ustreznih zlepljenosti med plastmi.

Za asfaltne zmesi je predhodno potrebno pripraviti predhodne asfaltne zmesi z več alternativami in jih preveriti v usposobljenem akreditiranem laboratoriju. Na tej osnovi naj se izdelajo poskusna polja. Priporočamo, da se v obrabno-zaporni asfaltni fazi preveri uporabo svetlih kamenih agregatov, saj je na ta način možno znatno znižati temperaturo vozne površine in s tem zmanjšati nevarnost deformiranja plasti. Možna je tudi alternativna uporaba poltoge obrabnozaporne plasti z drenažnim asfaltom, z zapolnjenimi votlinami s cementno malto.

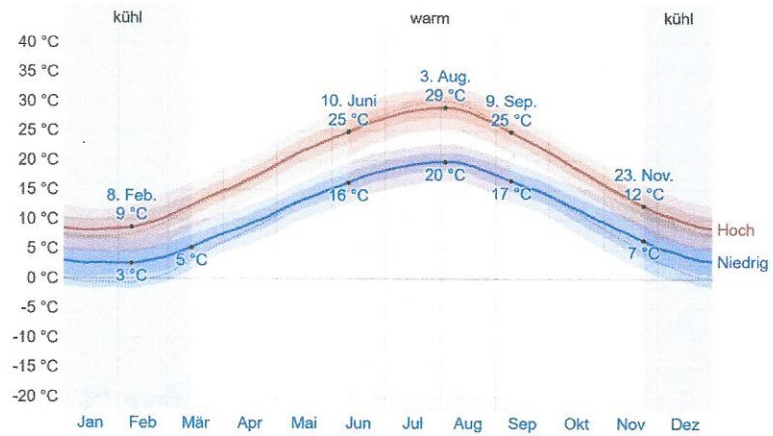
Posebno pozornost je potrebno nameniti stalnemu nadzoru vseh faz izvedbe del, posebno pozornost pa je treba nameniti sami kakovosti materialov in preverjanju v laboratoriju.

Pavement Design for “Luka Koper” “PaDesTo” software

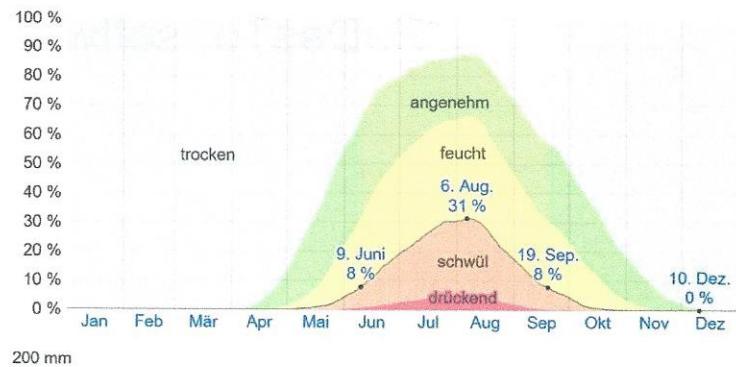
1. Climatic conditions

Required are the annual courses of:

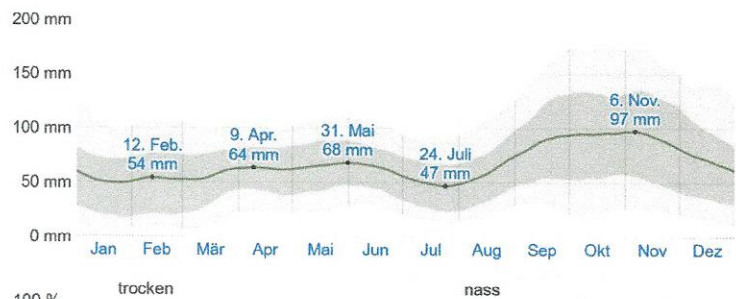
air temperature



rel. Humidity



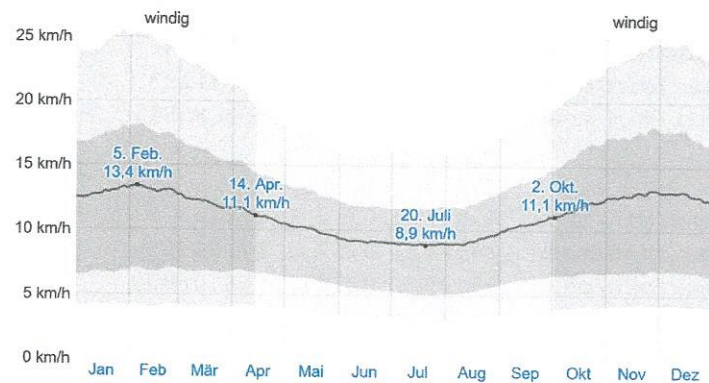
amount of rain



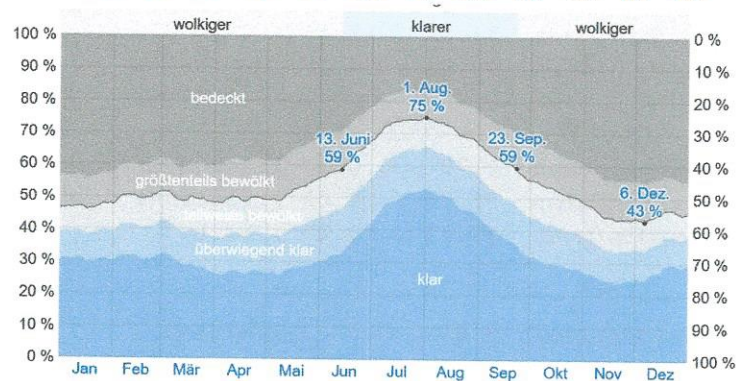
probability of rain



wind speed



cloud cover



The model is based on the frequency distribution of asphalt surface temperatures. These must be derived from the data described above.

Currently, all results are based on an initial simple data analysis, but this needs to be refined by a more detailed analysis. The time required for this is considerably higher and therefore the results were first calculated with the evaluation of the simple analysis.

Important: A more precise evaluation of the climate data can lead to a significantly different distribution of the temperature frequencies. This can also have considerable effects on the calculated structure and the results achieved.

LUKA KOPER DATA

Jan

Wind/max/min/mean 12.71 , 0.01 , 1.744794
Temp/max/min/mean 16.29 , -6.46 , 4.533865
Humi/max/min/mean 99.99 , 15.06 , 67.68398

Feb

Wind/max/min/mean 13.66 , 0.01 , 2.084818
Temp/max/min/mean 16.8 , -3.38 , 7.53626
Humi/max/min/mean 99.99 , 24.58 , 74.35595

Mar

Wind/max/min/mean 10.43 , 0.01 , 1.929327
Temp/max/min/mean 24.46 , 1.04 , 10.36227
Humi/max/min/mean 99.98 , 15.24 , 65.51015

"Port Koper" - Dimensioning of pavement structures

Apr

Wind/max/min/mean 8.54 , 0.01 , 1.721519
Temp/max/min/mean 26.83 , 0.22 , 13.31133
Humi/max/min/mean 99.99 , 15.01 , 65.85845

May

Wind/max/min/mean 6.9 , 0.01 , 1.468253
Temp/max/min/mean 29.74 , 5.17 , 17.74389
Humi/max/min/mean 99.99 , 22.27 , 66.06899

Jun

Wind/max/min/mean 6.66 , 0.03 , 1.579694
Temp/max/min/mean 34.61 , 12.56 , 22.45812
Humi/max/min/mean 99.99 , 16.11 , 60.56731

Jul

Wind/max/min/mean 6.79 , 0.03 , 1.55205
Temp/max/min/mean 37.25 , 12.05 , 25.16749
Humi/max/min/mean 87.77 , 19.69 , 53.647

Aug

Wind/max/min/mean 6.67 , 0.03 , 1.526661
Temp/max/min/mean 38.97 , 12.51 , 24.38496
Humi/max/min/mean 91.92 , 18.85 , 52.32009

Sep

Wind/max/min/mean 8.09 , 0.02 , 1.638237
Temp/max/min/mean 33.31 , 7.24 , 19.87798
Humi/max/min/mean 95.49 , 19.92 , 63.74304

Oct

Wind/max/min/mean 7.46 , 0.01 , 1.244561
Temp/max/min/mean 26.37 , 2.91 , 14.36342
Humi/max/min/mean 99.64 , 19.01 , 68.97172

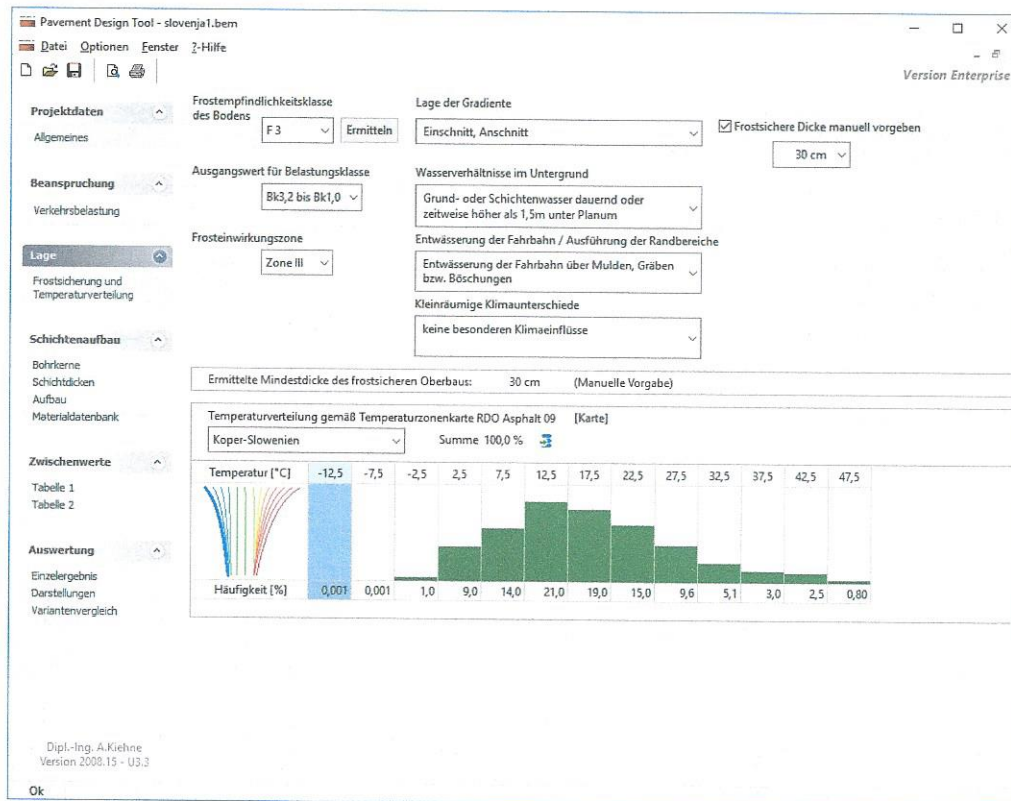
Nov

Wind/max/min/mean 8.35 , 0.01 , 1.433837
Temp/max/min/mean 21.6 , -2.94 , 9.947321
Humi/max/min/mean 99.81 , 22.84 , 70.00389

Dec

Wind/max/min/mean 8.52 , 0.01 , 1.123097
Temp/max/min/mean 15.77 , -4.15 , 5.997054
Humi/max/min/mean 99.99 , 19.02 , 73.34894

Temperature definition:



Especially the high temperatures have a big influence. As already written, an even more intensive analysis and a simulation run with our software tool is necessary in order to be able to estimate these temperatures more precisely. The effort for this is quite high, but this is only necessary once per region. Afterwards these data can be used for all further calculations.

2. Crane area

a) Traffic loads - KONECRANES RTG CABLE REEL G 1853 16 Wheels

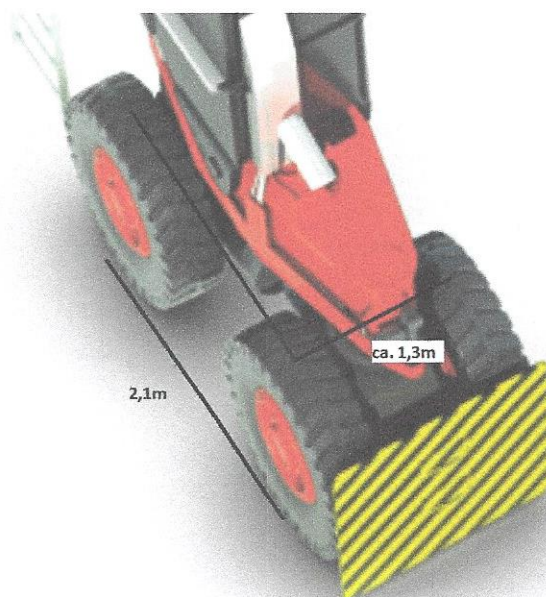
INPUT DATA – FOR CRAIN RTG	VALUE
Design life	10 years
Traffic load increase	1% per year
Maximum wheel load	167 KN/wheel
ERTG – number of wheels	16 (4*2 on each side)
number of passes of RTG crane per day	300
distance between the first and second axis	2,1 m
distance between the second and third axis	6,4 m

→ 6 load classes

Load class	Container	Wind	Wheel load	Quota
1	No	No	11,1 t	16,67 %
2	Average	No	15,3 t	16,67 %
3	Max	No	15,6 t	16,67 %
4	No	Yes (20 m/s)	12,6 t	16,67 %
5	Average	Yes (20 m/s)	16,7 t	16,67 %
6	Max	Yes (20 m/s)	17,1 t	16,67 %

Daily traffic: 300 RTG passes per Day → 4 axles per side → $300 \cdot 4 = 1200$ axles per day

Wind (20 m/s → 72 km/h): With the above definition of the load classes the probability of winds ≥ 20 m/s is 50 %. This value can possibly be reduced. (see wind speed chart)



Definition of the load classes:

Pavement Design Tool - Port Koper-RTG-Krane-With-LayerBond-LJ.bem

DEBUG - Version Enterprise

Projektdaten

B-Zahl nach: RStO 12

Nutzungszeitraum: 10 Jahre

Anzahl vom DTV erfasster Fahrstreifen: 1 Fahrstreifen erfasst

Straßenklasse: Bundesautobahnen

Beanspruchung

Verkehrsbelastung: 300 Kfz / 24h

SV-Anteil: 100 %

Mittlere jährliche Verkehrssteigerung: 1,0 %

☒ Verkehrszunahme im ersten Jahr

Achszahlfaktor: Den Wert selbst wählen 4,0

Lastkollektivquotient zur Ermittlung der B-Zahl: Entsprechend Straßenklasse 0,33

B-Zahl (nach RStO 12): 1.527.330 [10t-AÜ]

Belastungsklasse (nach RStO 12): Bk 1,8

Schichtenaufbau

Bohrkerne

Schichtdicken

Aufbau

Materialdatenbank

Zwischenwerte

Tabelle 1

Tabelle 2

Auswertung

Einzelergebnis

Darstellungen

Variantenvergleich

Entwicklung

Serienrechnungen

Dipl.-Ing. A. Kiehne
Version 2008.15 - U3.3

Verkehrsverteilung

KONECrane RTG

qb = 84,719 Summe 100,0 %

Verkehrssteigerung

Wert der RStO übernehmen

☒ für alle Lastklassen gleich

Szenario

	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6
Anteil [%]	16,667	16,667	16,667	16,667	16,667	16,667
Achsen als Einzelachsen [%]	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
zugeordnete Last [kN]	222,000	306,000	312,000	252,000	334,000	342,000
vorhandene AÜ	73.731	73.731	73.731	73.731	73.731	73.731
Zunahme im Jahr 1 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 2 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 3 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 4 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 5 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 6 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 7 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 8 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 9 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 10 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Prognostizierte AÜ	779.108	779.108	779.108	779.108	779.108	779.108

Ok

11:40:25 Ok (241s)

Definition of the loads itself:

Lastdefinitionen bearbeiten

Liste der vorhandenen Definitionen (26)

Definition hinzufügen

20 - LKW2 60,440t-Achslast (60,440t) (Last:604 kN Radius:225,72 mm)

21 - KONE RTG 171kN (Last:342 kN Radius:246,12 mm)

22 - KONE RTG 167kN (Last:334 kN Radius:243,91 mm)

23 - KONE RTG 126kN (Last:252 kN Radius:215,06 mm)

24 - KONE RTG 156kN (Last:312 kN Radius:236,35 mm)

25 - KONE RTG 153kN (Last:306 kN Radius:234,05 mm)

26 - KONE RTG 111kN (Last:222 kN Radius:203,81 mm)

Ausgewählte Definition

Kopieren Löschen

Bezeichnung: KONE RTG 171kN

Radius: 246,12 mm Fläche 190302,146 mm²

Achslast: 342,0000 kN = 34,20 t

Radlast: 171,0000 kN

Spannung: 0,898571 N/mm²

Übernehmen Abbrechen

b) Construction

INPUT DATA – FOR CRANE RTG	VALUE
CBR	46%

Required value is the resilient modulus of the concrete base stabilization 0/32.

According to AASHTO 1993: $M_R(\text{MPa}) = 10 \cdot \text{CBR} (\%)$

→ resilient modulus set to $\approx 500 \text{ MPa}$ (Value for the model)

Unbound layer set to $E_{v2} = 45 \text{ MPa}$ (Plate bearing test result)

Pavement Design Tool - Port-Koper-RTG-Krane-With-LayerBond-LJ.bem

DEBUG - Version Enterprise

Projektdaten

Allgemeines

Beanspruchung

Verkehrsbelastung

Lage

Frostsicherung und Temperaturverteilung

Schichtenaufbau

Bohrkerne
Schichtdicken
Aufbau
Materialdatenbank

Zwischenwerte

Tabelle 1
Tabelle 2

Auswertung

Einzelergbnis
Darstellungen
Variantenvergleich

Entwicklung

Serienrechnungen

Dipl.-Ing. A.Kiehne
Version 2008.15 - U3.3

Asphaltschichten

Aufbau aus den RStO wählen...

Start	Schichtdicken	Schichten-verbund
1	4,0 cm	100 %
2	8,0 cm	100 %
3	10,0 cm	

Gesamtdicke Asphalt: 22,0 cm

7 ☒ **Hydr. gebundene Tragschicht / Verfestigung**

Schichtmodul: 500 N/mm²

Hydraulisch gebundene Tragschicht

☒ Verbund zur darüberliegenden Schicht

8 ☐ **Tragschicht(en) ohne Bindemittel**

Ev2-Wert: N/mm²

9 ☒ **Planum**

Ev2-Wert: 45 N/mm²

52,0 cm (30,0 cm + 22,0 cm)

Darstellung des gewählten Aufbaus

4,0 cm
8,0 cm
10,0 cm
30,0 cm

Ok 11:40:25 Ok (241s)

Calculation 1: With layer bond between asphalt base layer and stabilization.

Calculation 2: Without layer bond between asphalt base layer and stabilization.

Result

Calculation 1: With layer bond between asphalt base layer and stabilization.

Pavement Design Tool - Port Koper RTG-Krane-With-LayerBond-LJ.bem

DEBUI - Version Enterprise

Projektdatei

- Allgemeines
- Beanspruchung
- Verkehrsbelastung
- Lage
- Frostsicherung und Temperaturverteilung
- Schichtenaufbau
- Bohrkerne
- Schichtdicken
- Aufbau
- Materialdatenbank
- Zwischenwerte
- Tabelle 1
- Tabelle 2
- Auswertung
- Einzelergbnis
- Darstellungen
- Variantenvergleich
- Entwicklung
- Serienrechnungen

Berechnete Konstruktion

Dimensionierung nach RDO

Sicherheitsbedürfnis: Benutzerdefiniertes Sicherheitsniveau

Zuordnung nach RDO 09: Hoch

Sicherheitsbeiwert

γ Asphaltpaket: 2,10

$F = 0,60$

γ HGT: 1,00

Sicherheitsbeiwert

γ ToB: 1,50

γ Untergrund: 2,50

Ermüdungsstatus

Asph.: 96,8 %

ND: 10,0 Jahre

HGT: 0,0 %

Kriterium max. Druckspannung

ToB: -/-

Planum: 1000,0 %

Empfindlichkeitsindex - Spurrinne

AC 8 D 5 25/55: 0,153 N/mm²

AC 16 B 5: 0,020 N/mm²

Progn. Spurrinnentiefe: -/-

Berechnung starten **Anpassung starten**

Ok

11:40:25 Ok (241s)

Pavement Design Tool - Port Koper RTG-Krane-With-LayerBond-LJ.bem

DEBUI - Version Enterprise

Projektdatei

- Allgemeines
- Beanspruchung
- Verkehrsbelastung
- Lage
- Frostsicherung und Temperaturverteilung
- Schichtenaufbau
- Bohrkerne
- Schichtdicken
- Aufbau
- Materialdatenbank
- Zwischenwerte
- Tabelle 1
- Tabelle 2
- Auswertung
- Einzelergbnis
- Darstellungen
- Variantenvergleich
- Entwicklung
- Serienrechnungen

Aktuell generierter Schichtenaufbau

Zwischenwerte für Lastklasse

5

anzeigen

Tiefe	T.1: -12,5°	T.2: -7,5°	T.3: -2,5°	T.4: 2,5°	T.5: 7,5°	T.6: 12,5°	T.7: 17,5°	T.8: 22,5°	T.9: 27,5°	T.10: 32,5°	T.11: 37,5°	T.12: 42,5°	T.13: 47,5°
10 mm	-1,7803	-1,2109	-0,4189	-1,1388	-0,9038	-0,7223	-0,5245	-0,3463	-0,1896	-0,0591	0,1463	0,3057	0,4805
20 mm	-1,3716	-0,9316	-0,3071	-0,8879	-0,6879	-0,5152	-0,3601	-0,2104	-0,0811	0,0425	0,2337	0,4026	0,5325
30 mm	-1,0625	-0,6314	-0,2373	-0,6800	-0,4830	-0,3492	-0,2147	-0,0942	0,0244	0,1492	0,3173	0,4773	0,6173
40 mm	-0,8970	-0,5185	-0,1724	-0,5043	-0,3519	-0,2218	-0,1018	0,0146	0,1343	0,2527	0,3927	0,5173	0,6273
50 mm	-0,8212	-0,4626	-0,1500	-0,4604	-0,3152	-0,1918	-0,0714	0,0446	0,1543	0,2627	0,3927	0,5173	0,6273
60 mm	-0,7656	-0,4062	-0,1231	-0,4062	-0,2707	-0,1512	-0,0318	0,0846	0,1843	0,2827	0,3927	0,5173	0,6273
70 mm	-0,7198	-0,3602	-0,0884	-0,3602	-0,2307	-0,1112	-0,0018	0,1046	0,2043	0,3027	0,3927	0,5173	0,6273
80 mm	-0,6835	-0,3211	-0,0584	-0,3211	-0,1912	-0,0718	-0,0018	0,1243	0,2243	0,3227	0,3927	0,5173	0,6273
90 mm	-0,6570	-0,2821	-0,0284	-0,2821	-0,1512	-0,0318	-0,0018	0,1443	0,2443	0,3427	0,3927	0,5173	0,6273
100 mm	-0,6311	-0,2431	-0,0084	-0,2431	-0,1112	-0,0018	-0,0018	0,1643	0,2643	0,3627	0,3927	0,5173	0,6273
110 mm	-0,6056	-0,2041	-0,0084	-0,2041	-0,0718	-0,0018	-0,0018	0,1843	0,2843	0,3827	0,3927	0,5173	0,6273
120 mm	-0,5801	-0,1651	-0,0084	-0,1651	-0,0318	-0,0018	-0,0018	0,2043	0,3043	0,4027	0,3927	0,5173	0,6273
130 mm	-0,5546	-0,1261	-0,0084	-0,1261	-0,0018	-0,0018	-0,0018	0,2243	0,3243	0,4227	0,3927	0,5173	0,6273
140 mm	-0,5291	-0,0871	-0,0084	-0,0871	0,0000	0,0000	0,0000	0,2443	0,3443	0,4427	0,3927	0,5173	0,6273
150 mm	-0,5036	-0,0481	-0,0084	-0,0481	0,0000	0,0000	0,0000	0,2643	0,3643	0,4627	0,3927	0,5173	0,6273
160 mm	-0,4781	-0,0091	-0,0084	-0,0091	0,0000	0,0000	0,0000	0,2843	0,3843	0,4827	0,3927	0,5173	0,6273
170 mm	-0,4526	0,0301	-0,0084	0,0301	0,0000	0,0000	0,0000	0,3043	0,4043	0,5027	0,3927	0,5173	0,6273
180 mm	-0,4271	0,0691	-0,0084	0,0691	0,0000	0,0000	0,0000	0,3243	0,4243	0,5227	0,3927	0,5173	0,6273
190 mm	-0,4016	0,1081	-0,0084	0,1081	0,0000	0,0000	0,0000	0,3443	0,4443	0,5427	0,3927	0,5173	0,6273
200 mm	-0,3761	0,1471	-0,0084	0,1471	0,0000	0,0000	0,0000	0,3643	0,4643	0,5627	0,3927	0,5173	0,6273
210 mm	-0,3506	0,1861	-0,0084	0,1861	0,0000	0,0000	0,0000	0,3843	0,4843	0,5827	0,3927	0,5173	0,6273
220 mm	-0,3251	0,2251	-0,0084	0,2251	0,0000	0,0000	0,0000	0,4043	0,5043	0,6027	0,3927	0,5173	0,6273
520 mm	0,1292	0,1339	0,1396	0,1479	0,1599	0,1774	0,1917	0,2194	0,2412	0,2654	0,2910	0,3177	0,3302
520 mm	-0,0250	-0,0250	-0,0256	-0,0262	-0,0269	-0,0275	-0,0281	-0,0287	-0,0293	-0,0299	-0,0305	-0,0311	-0,0317

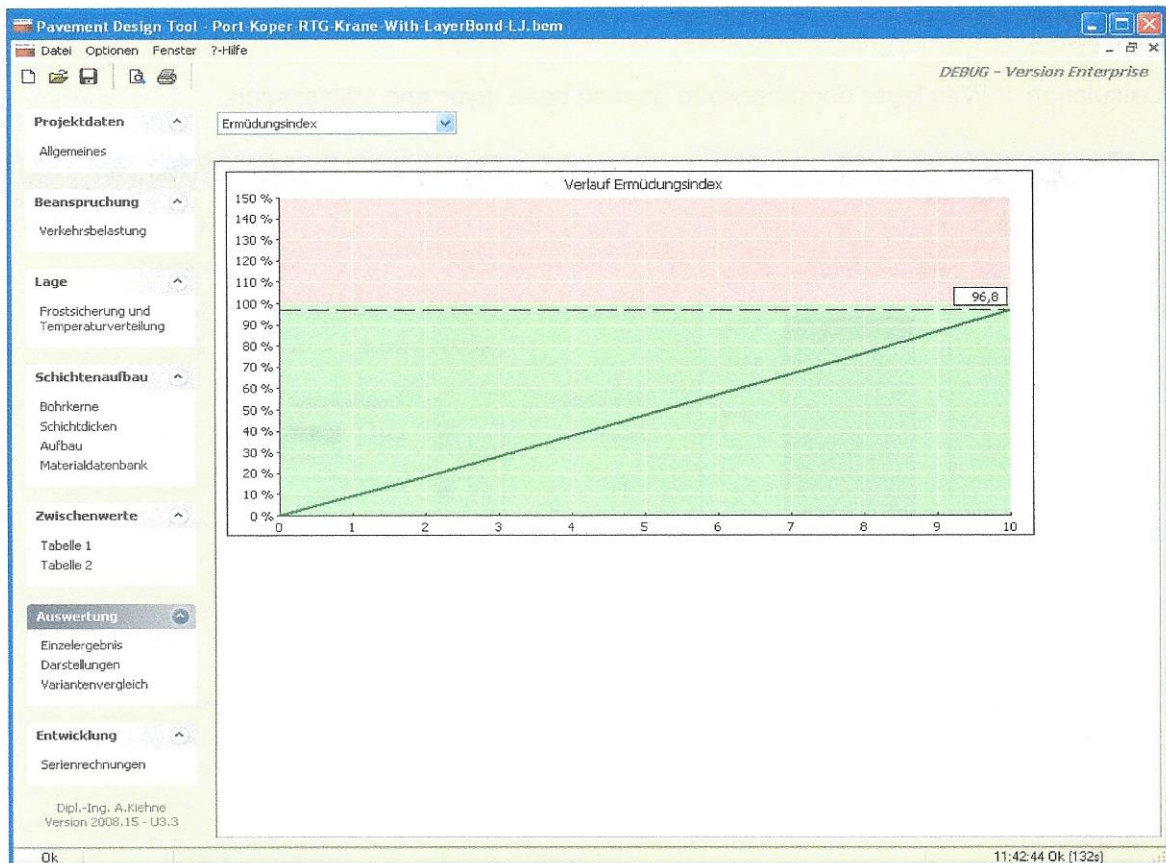
Als Excel-Datei speichern...

Export model

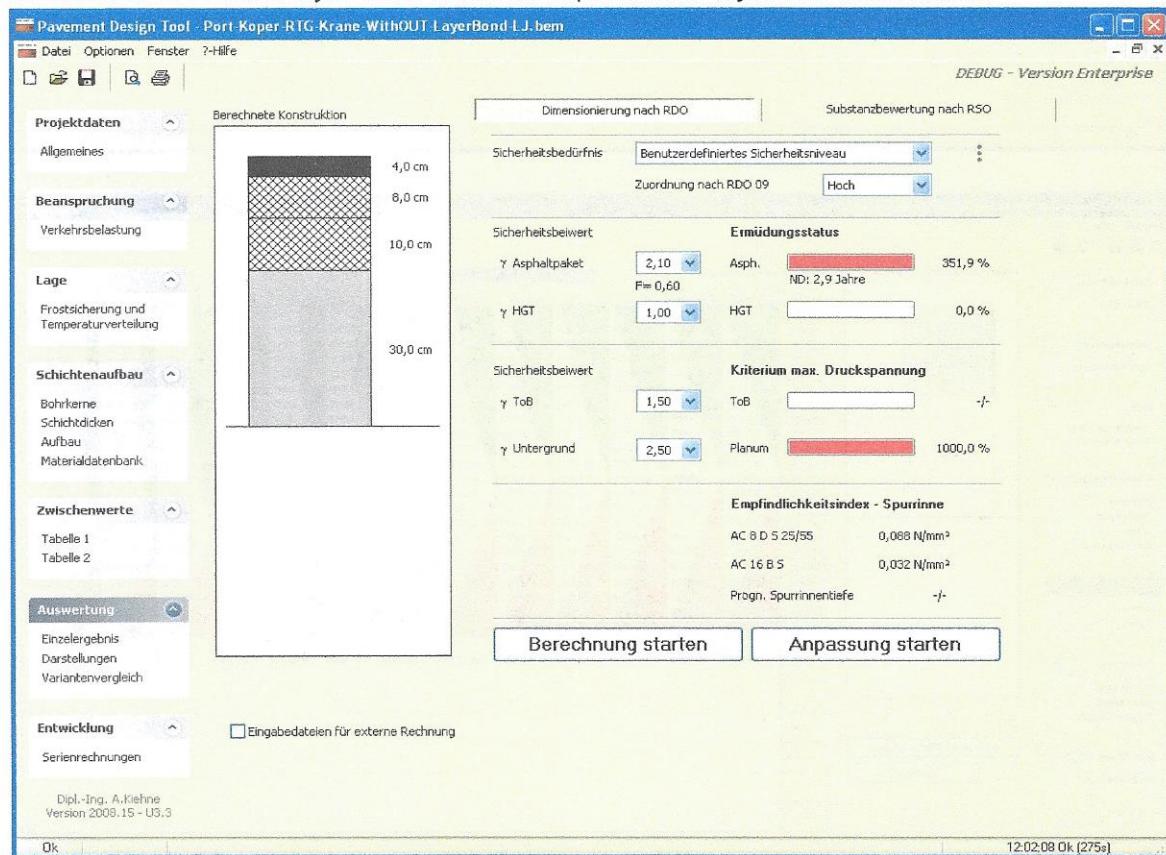
Ok

11:52:49 Ok (262s)

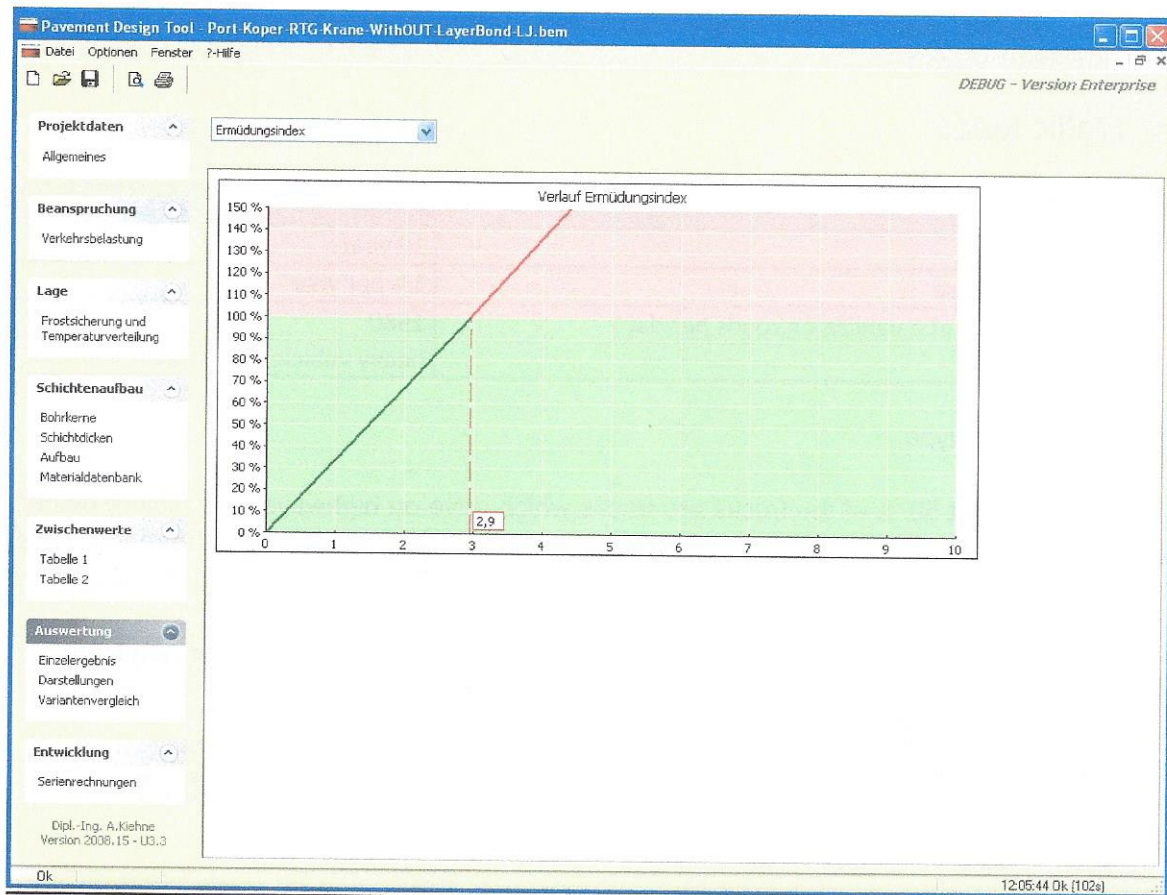
“Port Koper” - Dimensioning of pavement structures



Calculation 2: Without layer bond between asphalt base layer and stabilization.



"Port Koper" - Dimensioning of pavement structures



Pavement Design Tool - Port Koper RTG Krane-Without-LayerBond-LJ.bem

DEBUG - Version Enterprise

Projektdatei: Allgemein

Beanspruchung: Verkehrsbelastung

Lage: Frostsicherung und Temperaturverteilung

Schichtenaufbau: Bohrkern, Schichtdicken, Aufbau, Materialdatenbank

Zwischenwerte: Tabelle 1, Tabelle 2

Auswertung: Einzelergebnis, Darstellungen, Variantenvergleich

Entwicklung: Serienrechnungen

Dipl.-Ing. A.Kishine
Version 2008.15 - U3.3

Aktuell generierter Schichtenaufbau

500

Zwischenwerte für Lastklasse

Signa X

anzeigen

Tiefe	T.1: 12,5°	T.2: 2,5°	T.3: 2,5°	T.4: 2,5°	T.5: 7,5°	T.6: 12,5°	T.7: 17,5°	T.8: 22,5°	T.9: 27,5°	T.10: 32,5°	T.11: 37,5°	T.12: 42,5°	T.13: 47,5°
10 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
20 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
30 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
40 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
50 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
60 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
70 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
80 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
90 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
100 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
110 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
120 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
130 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
140 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
150 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
160 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
170 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
180 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
190 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
200 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
210 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
220 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
230 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
240 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
250 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
260 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
270 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
280 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
290 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
300 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
310 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
320 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
330 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
340 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
350 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
360 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
370 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
380 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
390 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
400 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
410 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
420 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
430 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
440 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
450 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
460 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
470 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
480 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
490 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759
500 mm	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759	-0,1759

Als Excel-Datei speichern...

Export model

12:05:44 Ok [102s]

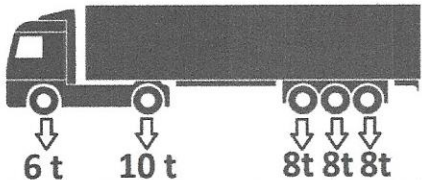
3. "Truck" area

a) Traffic loads

INPUT DATA – FOR ROADS	VALUE
Design life	10 years
Traffic load increase	1% per year
number of passes of a vehicle on roads per day	1680
Type of vehicle	heavy vehicle with trailer

Selected vehicle type:

We assumed that 50 % of the trucks are trucks which drive on highways (see picture below), 50 % of trucks are special (MAFI trac MT 25/30 YT with trailer – own weight 7,5 tons + trailer weight 10 tons + load weight 40 tons), which are only used in the port area of Luka Koper.

Norm values	Weight without load	Weight with load
	approx. 12,5 t – 15 t	max. 40 t

Assuming truck arrives empty and leaves with container → 50% with load.

Empty Truck (12,5 t) with average container (37,5 t) → 50 t (overload?)

We assumed that MAFI trac is with trailer, and is 90% fully loaded and 10 % is empty (only own weight of truck and trailer).

→ 6 load classes

Load class		Axle	Norm max. axle load	Load class axle load	Quota
with load	1	1	6 t	7,0	10 %
	2	2	10 t	13,0	10 %
	3	3	8 t	10,0	30 %
		4	8 t	10,0	
		5	8 t	10,0	
without load	4	1	-/-	4,0	10 %
	5	2		5,0	10 %
	6	3		2,0	30 %
		4		2,0	
		5		2,0	

1680 vehicle passes → 1680 * 4,5 axles → 7560 axles per day.

Pavement Design Tool - Port Koper - Truck Area With LayerBond-L.J.bem

DEBUG - Version Enterprise

Projektdateien

Allgemeines

Beanspruchung

Verkehrsbelastung

Lage

Frostsicherung und Temperaturverteilung

Schichtenaufbau

Bohrkerne
Schichtdicken
Aufbau
Materialdatenbank

Zwischenwerte

Tabelle 1
Tabelle 2

Auswertung

Einzelerggebnis
Darstellungen
Variantenvergleich

Entwicklung

Serienrechnungen

Dipl.-Ing. A. Klehne
Version 2008.15 - U3.3

Asphaltschichten

Aufbau aus den RStO wählen...

1	2	3	4	5	6
DS	AC 8 D 5 25/55	4,0 cm	100 %		
BS	AC 16 B S	8,0 cm	100 %		
TS	AC 22 TS	12,0 cm			

Gesamtdicke Asphalt: 24,0 cm

7 ☒ **Hydr. gebundene Tragschicht / Verfestigung**

Schichtmodell: Hydraulisch gebundene Tragschicht, 500 N/mm², 25,0 cm

☒ Verbund zur darüberliegenden Schicht

8 ☐ **Tragschicht(en) ohne Bindemittel**

Ev2-Wert: N/mm²

9 ☒ **Planum**

Ev2-Wert: 45 N/mm²

49,0 cm (30,0 cm + 19,0 cm)

Darstellung des gewählten Aufbaus

4,0 cm
8,0 cm
12,0 cm
25,0 cm

Ok 11:26:49 Ok (236s)

b) Construction

INPUT DATA – FOR ROADS	VALUE
CBR	46%

Required value is the resilient modulus of the concrete base stabilization 0/32.
According to AASHTO 1993: $M_R(\text{MPa}) = 10 \cdot \text{CBR} (\%)$

→ resilient modulus set to $\approx 500 \text{ MPa}$ (Value for the model)

Unbound layer set to $E_{V2} = 45 \text{ MPa}$ (Plate bearing test result)

Projektdateien

B-Zahl nach: RStO 12

Nutzungszeitraum: 10 Jahre

Beanspruchung

DTV: 1680 Kfz / 24h

SY-Anteil: 100 %

Mittlere jährliche Verkehrssteigerung: 1,0 %

☒ Verkehrszunahme im ersten Jahr

Lage

Frostsicherung und Temperaturverteilung

Schichtenaufbau

Bohrkerne

Schichtdicken

Aufbau

Materialdatenbank

Zwischenwerte

Tabelle 1

Tabelle 2

Auswertung

Einzelergbnis

Darstellungen

Variantenvergleich

Entwicklung

Serienrechnungen

Dipl.-Ing. A.Klehn
Version 2008.15 - U3.3

Verkehrsverteilung

Koper Truck Area

qb = 8,918 Summe 100,0 %

Verkehrssteigerung

Wert der RStO übernehmen

☒ für alle Lastklassen gleich

Szenario

Kein Szenario

	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8	LK 9	LK 10
Anteil [%]	5,000	5,000	15,000	5,000	5,000	15,000	12,500	12,500	2,500	22,500
Achsen als Einzelachsen [%]	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
zugeordnete Last [kN]	60,000	100,000	80,000	40,000	50,000	20,000	40,000	25,000	50,000	250,000
vorhandene AÜ	139,350	139,350	418,049	139,350	139,350	418,049	348,374	348,374	69,675	627,074
Zunahme im Jahr 1 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 2 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 3 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 4 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 5 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 6 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 7 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 8 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 9 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Zunahme im Jahr 10 [%]	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Prognostizierte AÜ	1.472.485	1.472.485	4.417.456	1.472.485	1.472.485	4.417.456	3.681.213	3.681.213	736.243	6.626.184

Ok

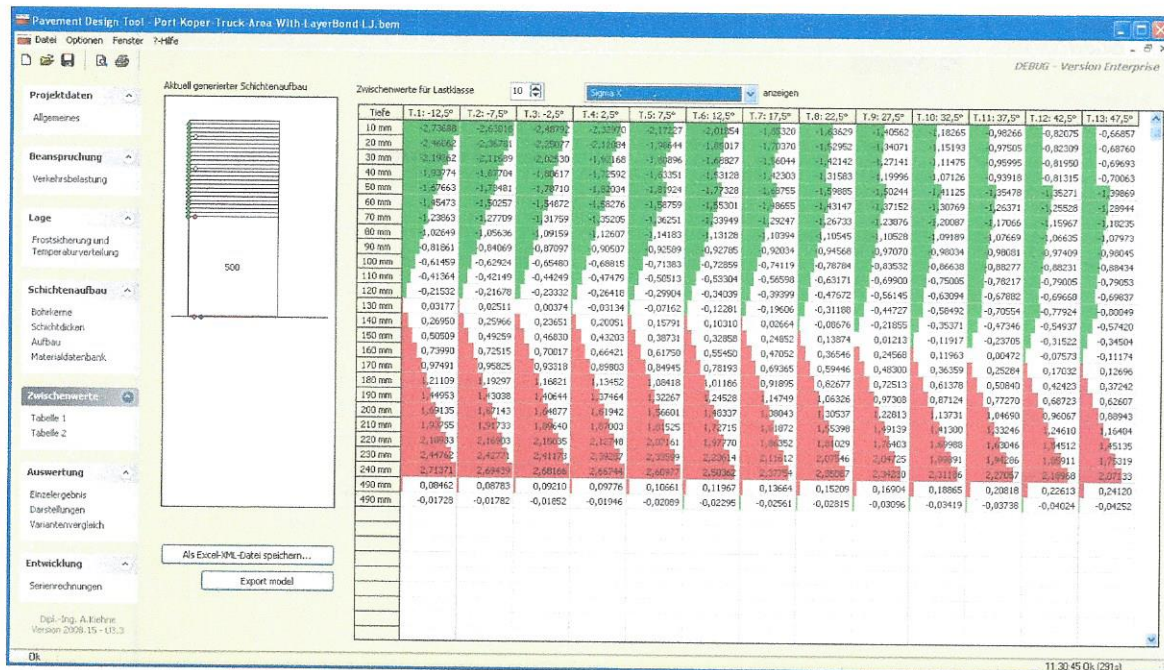
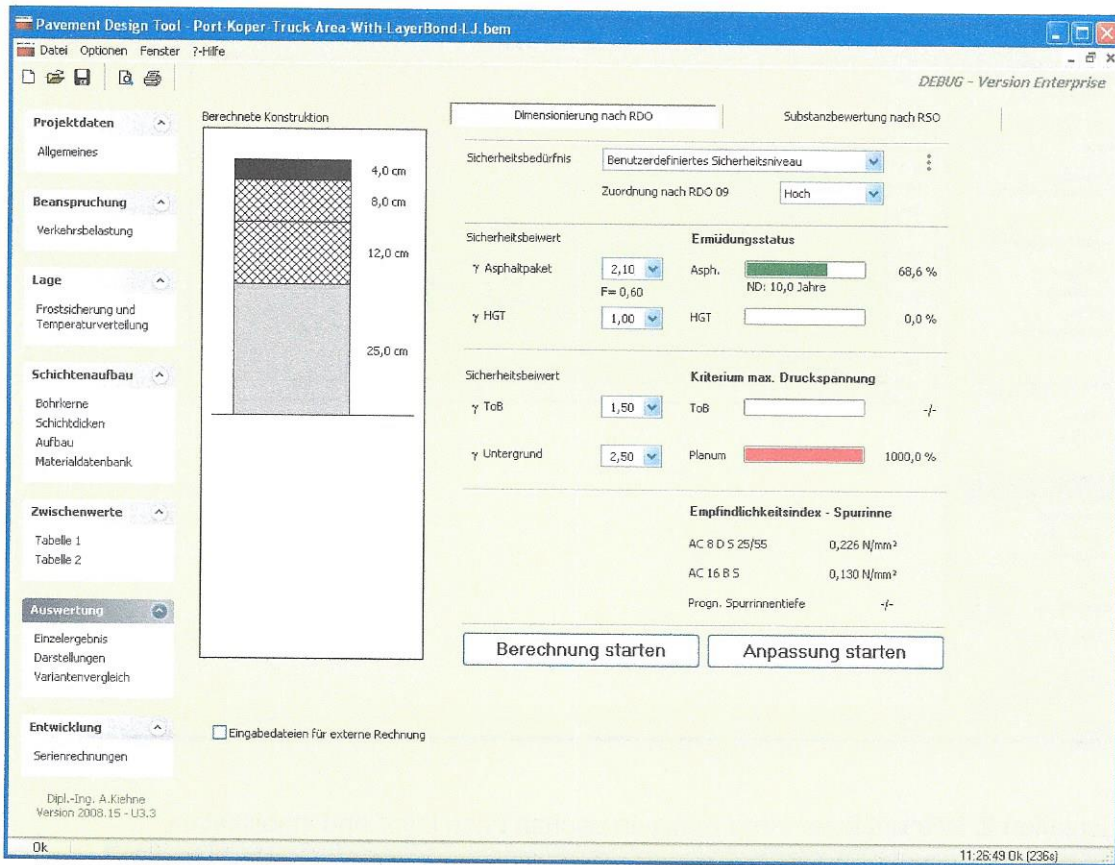
11:22:52 Ok (237s)

Calculation 1: With layer bond between asphalt base layer and stabilization.

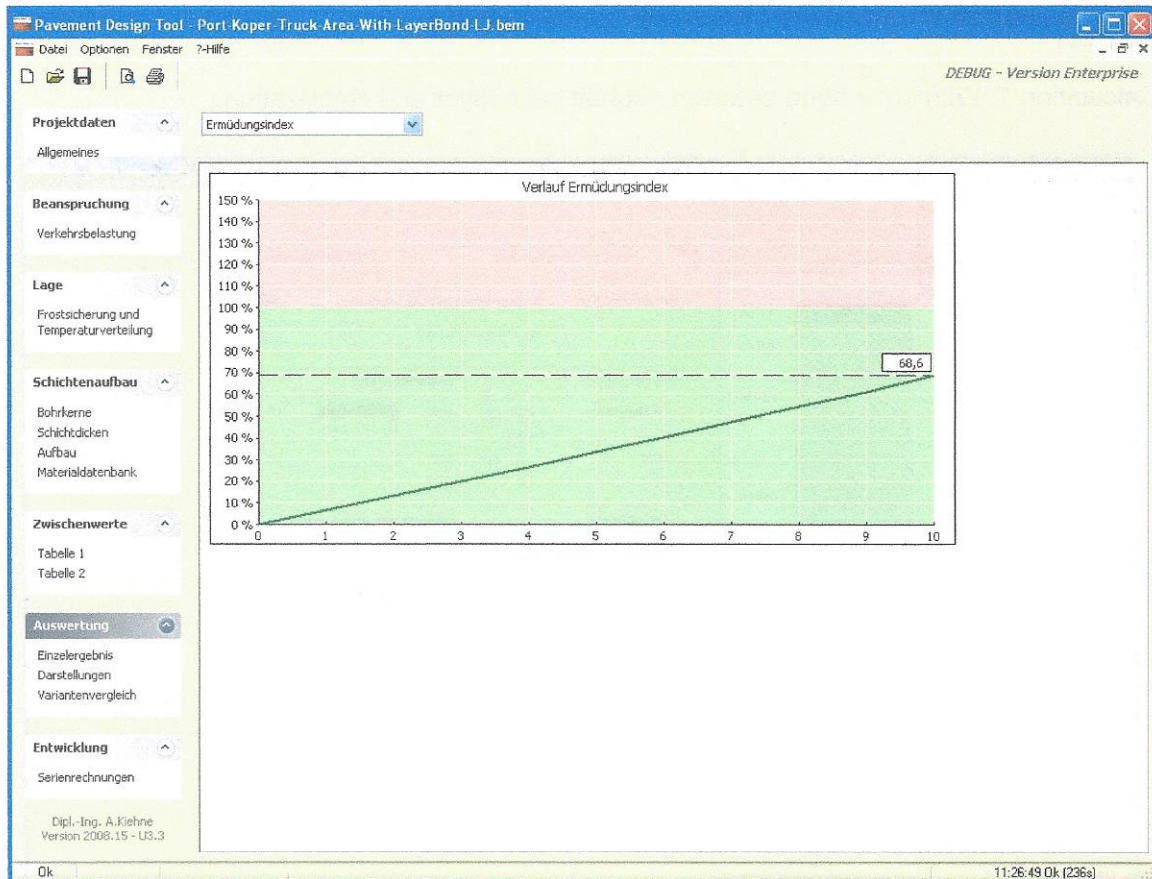
Calculation 2: Without layer bond between asphalt base layer and stabilization.

Result

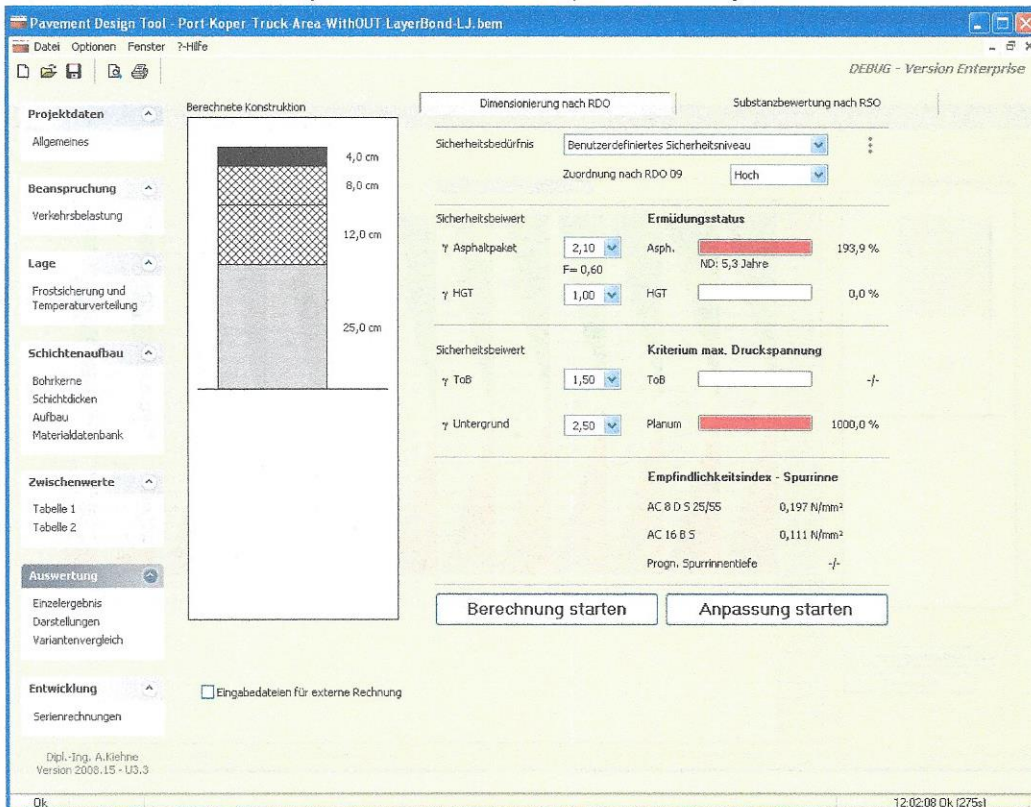
Calculation 1: With layer bond between asphalt base layer and stabilization.



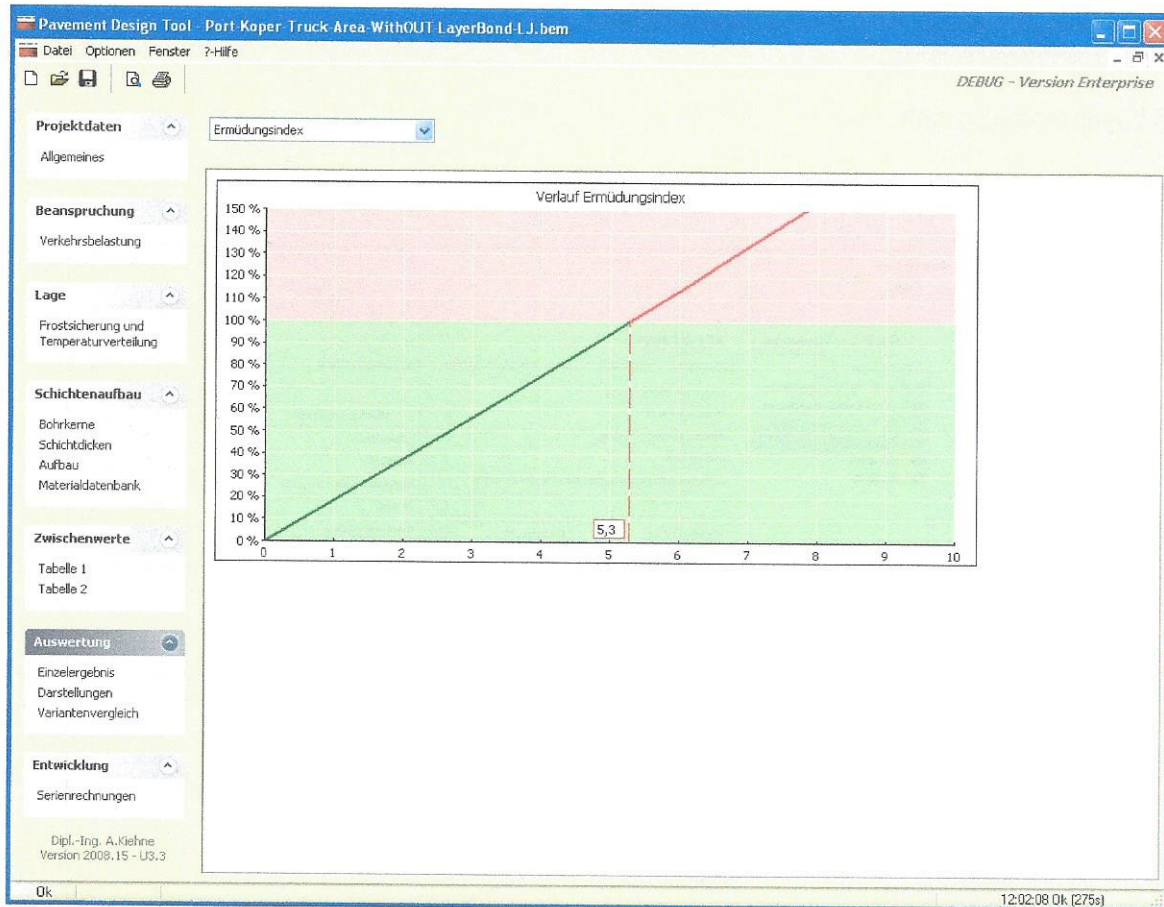
"Port Koper" - Dimensioning of pavement structures



Calculation 2: Without layer bond between asphalt base layer and stabilization.



"Port Koper" - Dimensioning of pavement structures



Pavement Design Tool - Port Koper Truck Area-Without LayerBond-LJ.bem

DEBUG - Version Enterprise

Projektdatei: Allgemein

Beanspruchung: Verkehrsbelastung

Lage: Frostsicherung und Temperaturverteilung

Schichtenaufbau: Bohrkern, Schichtdicken, Aufbau, Materialdatenbank

Zwischenwerte: Tabelle 1, Tabelle 2

Auswertung: Einzelergebnis, Darstellungen, Variantenvergleich

Entwicklung: Serienrechnungen

Dipl.-Ing. A. Kiehne
Version 2008.15 - U3.3

Aktueller generierter Schichtenaufbau

500

Zwischenwerte für Lastklasse 10

Signa X

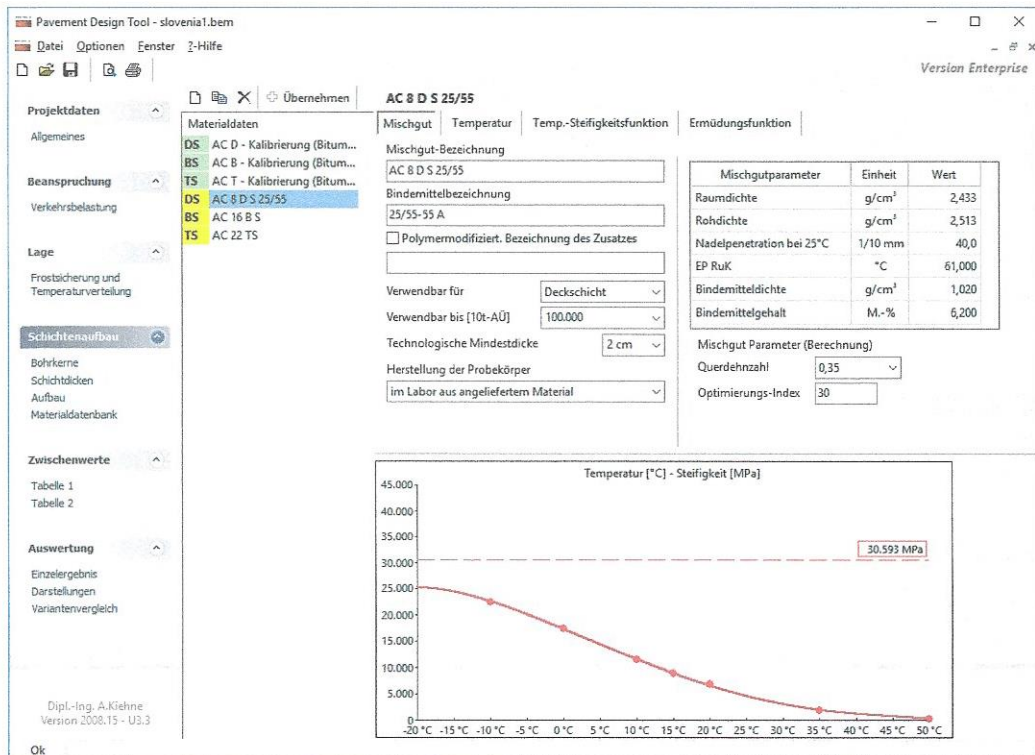
Tiefe	T.1: -12,5°	T.2: -7,5°	T.3: -2,5°	T.4: 2,5°	T.5: 7,5°	T.6: 12,5°	T.7: 17,5°	T.8: 22,5°	T.9: 27,5°	T.10: 32,5°	T.11: 37,5°	T.12: 42,5°	T.13: 47,5°
10 mm	-0,91382	-2,00187	-2,64819	-3,59807	-4,38941	-5,08336	-5,71779	-6,32340	-6,89644	-7,43728	-7,95112	-8,43902	-8,90333
20 mm	-0,41959	-1,52278	-2,14644	-2,82793	-3,41259	-3,93118	-4,39557	-4,80816	-5,16940	-5,48228	-5,75053	-6,00002	-6,23500
30 mm	-0,33369	-1,20678	-1,71709	-2,21432	-2,61492	-2,93157	-3,17136	-3,33953	-3,43578	-3,46854	-3,43854	-3,35672	-3,22747
40 mm	-0,24695	-1,08679	-1,49672	-1,83785	-2,11483	-2,33247	-2,50117	-2,62141	-2,69364	-2,72728	-2,73264	-2,71002	-2,66233
50 mm	-0,16300	-0,82966	-1,13180	-1,33586	-1,49750	-1,61950	-1,69450	-1,73578	-1,74815	-1,73712	-1,70112	-1,64102	-1,55903
60 mm	-0,10090	-0,57542	-0,82965	-1,07294	-1,26883	-1,41183	-1,50621	-1,54930	-1,53630	-1,46667	-1,33533	-1,13935	-0,87500
70 mm	-0,06497	-0,32039	-0,53534	-0,71747	-0,86662	-1,02350	-1,18352	-1,33738	-1,48387	-1,62153	-1,74002	-1,82935	-1,88500
80 mm	-0,05302	-0,10820	-0,12613	-0,11666	-0,08919	-0,05597	-0,01612	0,01847	0,04939	0,07675	0,09910	0,11605	0,12743
90 mm	-0,02539	-0,04920	-0,08254	-0,12105	-0,16462	-0,21372	-0,26791	-0,32604	-0,38760	-0,45200	-0,51963	-0,58982	-0,66166
100 mm	-0,01617	-0,03162	-0,04353	-0,05195	-0,05709	-0,05932	-0,05832	-0,05421	-0,04601	-0,03422	-0,01942	0,00002	0,01403
110 mm	-0,01017	-0,01761	-0,02484	-0,03171	-0,03722	-0,04152	-0,04457	-0,04624	-0,04650	-0,04542	-0,04282	-0,03882	-0,03363
120 mm	-0,00698	-0,01169	-0,01645	-0,02125	-0,02609	-0,03087	-0,03560	-0,04028	-0,04481	-0,04918	-0,05340	-0,05748	-0,06143
130 mm	0,01148	0,01107	0,00974	0,00754	0,00473	0,00228	0,00051	-0,00181	-0,00414	-0,00650	-0,00887	-0,01125	-0,01363
140 mm	0,03750	0,06895	0,10604	0,14869	0,19691	0,24972	0,30712	0,36912	0,43572	0,50692	0,58272	0,66312	0,74812
150 mm	0,06486	0,13238	0,20645	0,28615	0,37145	0,46235	0,55885	0,66095	0,76865	0,88195	0,99995	1,12265	1,25005
160 mm	0,09317	0,18338	0,27645	0,37235	0,47005	0,56945	0,67055	0,77335	0,87785	0,98405	1,09195	1,20155	1,31285
170 mm	0,12187	0,23408	0,34915	0,46605	0,58475	0,70525	0,82755	0,95165	1,07755	1,20525	1,33475	1,46605	1,59915
180 mm	0,15197	0,28408	0,41815	0,55425	0,69135	0,82945	0,96855	1,10865	1,24975	1,39185	1,53495	1,67905	1,82415
190 mm	0,18466	0,34055	0,49660	0,65275	0,80905	0,96535	1,12165	1,27795	1,43425	1,59055	1,74685	1,90315	2,05945
200 mm	0,21911	0,39039	0,56165	0,73295	0,90425	1,07555	1,24685	1,41815	1,58945	1,76075	1,93205	2,10335	2,27465
210 mm	0,25239	0,44261	0,63285	0,82315	1,01345	1,20375	1,39405	1,58435	1,77465	1,96495	2,15525	2,34555	2,53585
220 mm	0,28499	0,49521	0,70545	0,91575	1,12605	1,33635	1,54665	1,75695	1,96725	2,17755	2,38785	2,59815	2,80845
230 mm	0,31749	0,54771	0,77795	1,00825	1,23855	1,46885	1,69915	1,92945	2,15975	2,38995	2,62025	2,85055	3,08085
240 mm	0,35000	0,59022	0,83045	1,07075	1,31105	1,55135	1,79165	2,03195	2,27225	2,51255	2,75285	2,99315	3,23345
250 mm	0,38250	0,63272	0,88305	1,13335	1,38365	1,63395	1,88425	2,13455	2,38485	2,63515	2,88545	3,13575	3,38605
260 mm	0,41500	0,67522	0,92555	1,17585	1,42615	1,67645	1,92675	2,17705	2,42735	2,67765	2,92795	3,17825	3,42855
270 mm	0,44750	0,71772	0,96805	1,21835	1,46865	1,71895	1,96925	2,21955	2,46985	2,72015	2,97045	3,22075	3,47105
280 mm	0,48000	0,75992	1,01025	1,26055	1,51085	1,76115	1,99145	2,22175	2,45205	2,68235	2,91265	3,14295	3,37325
290 mm	0,51250	0,80222	1,05255	1,30285	1,55315	1,80345	2,03375	2,26405	2,49435	2,72465	2,95495	3,18525	3,41555
300 mm	0,54500	0,84452	1,09485	1,34515	1,59545	1,84575	2,07605	2,30635	2,53665	2,76695	2,99725	3,22755	3,45785
310 mm	0,57750	0,88682	1,13715	1,38745	1,63775	1,88805	2,11835	2,34865	2,57895	2,80925	3,03955	3,26985	3,49995
320 mm	0,61000	0,92912	1,17945	1,42975	1,67995	1,93025	2,16055	2,39085	2,62115	2,85145	3,08175	3,31205	3,54235
330 mm	0,64250	0,97142	1,22175	1,47205	1,72225	1,97255	2,20285	2,43315	2,66345	2,89375	3,12405	3,35435	3,58465
340 mm	0,67500	1,01372	1,26405	1,51435	1,76465	2,01495	2,24525	2,47555	2,70585	2,93615	3,16645	3,39675	3,62695
350 mm	0,70750	1,05602	1,30635	1,55665	1,80695	2,05725	2,28755	2,51785	2,74815	2,97845	3,20875	3,43905	3,66925
360 mm	0,74000	1,09832	1,34865	1,59895	1,84925	2,09955	2,32985	2,56015	2,79045	3,02075	3,25105	3,48135	3,71155
370 mm	0,77250	1,14062	1,39095	1,64125	1,89155	2,14185	2,37215	2,60245	2,83275	3,06305	3,29335	3,52365	3,75395
380 mm	0,80500	1,18292	1,43325	1,68355	1,93385	2,18415	2,41445	2,64475	2,87505	3,10535	3,33565	3,56595	3,79625
390 mm	0,83750	1,22522	1,47555	1,72585	1,97615	2,22645	2,45675	2,68705	2,91735	3,14765	3,37795	3,60825	3,83855
400 mm	0,87000	1,26752	1,51785	1,76815	2,01845	2,26875	2,49905	2,72935	2,95965	3,18995	3,42025	3,65055	3,88085
410 mm	0,90250	1,30982	1,56015	1,81045	2,06075	2,31105	2,54135	2,77165	2,99195	3,22225	3,45255	3,68285	3,91315
420 mm	0,93500	1,35212	1,60245	1,85275	2,10305	2,35335	2,58365	2,81395	3,04425	3,27455	3,50485	3,73515	3,96545
430 mm	0,96750	1,39442	1,64475	1,89505	2,14535	2,39565	2,62595	2,85625	3,08655	3,31685	3,54715	3,77745	4,00775
440 mm	1,00000	1,43672	1,68705	1,93735	2,18765	2,43795	2,66825	2,89855	3,12885	3,35915	3,58945	3,81975	4,04995
450 mm	1,03250	1,47902	1,72935	1,97965	2,22995	2,48025	2,71055	2,94085	3,17115	3,40145	3,63175	3,86205	4,09225
460 mm	1,06500	1,52132	1,77165	2,02195	2,27225	2,52255	2,75285	2,98315	3,21345	3,44375	3,67405	3,90435	4,13455
470 mm	1,09750	1,56362	1,81395	2,06425	2,31455	2,56485	2,79515	3,02545	3,25575	3,48605	3,71635	3,94665	4,17685
480 mm	1,13000	1,60592	1,85625	2,10655	2,35685	2,60715	2,83745	3,06775	3,29805	3,52835	3,75865	3,98895	4,21915
490 mm	1,16250	1,64822	1,89855	2,14885	2,39915	2,64945	2,87975	3,11005	3,34035	3,57065	3,80095	4,03125	4,26145

12:01:15 0k (286s)

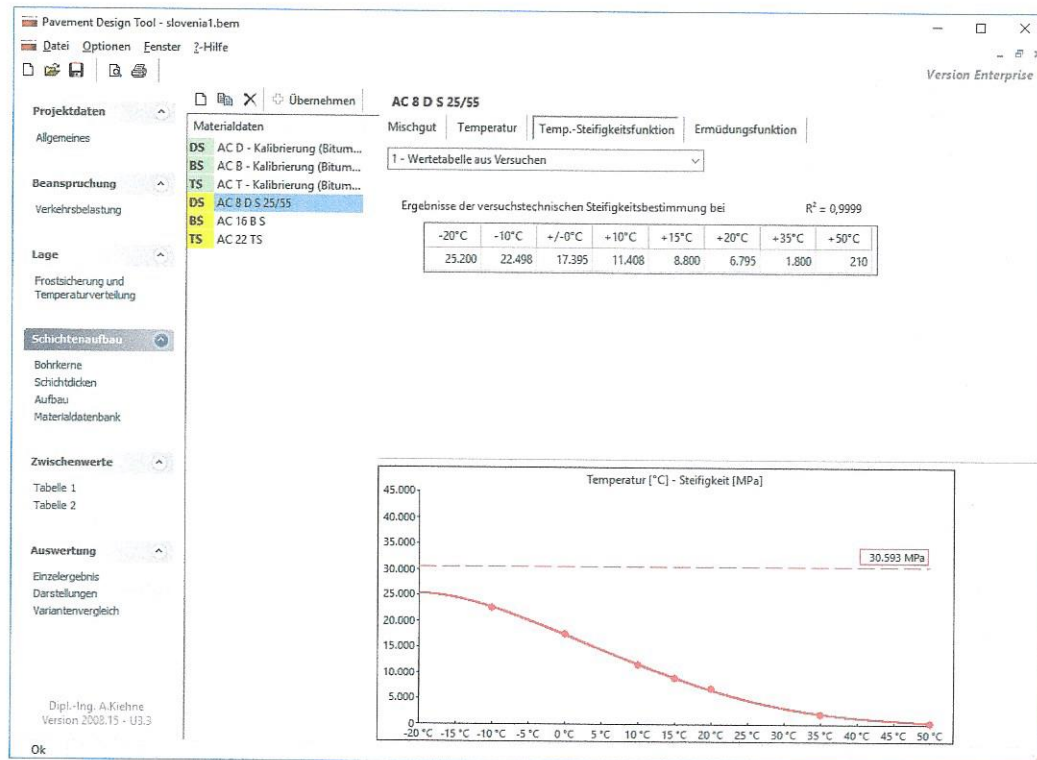
4. Materialdata

3 Layer structure with

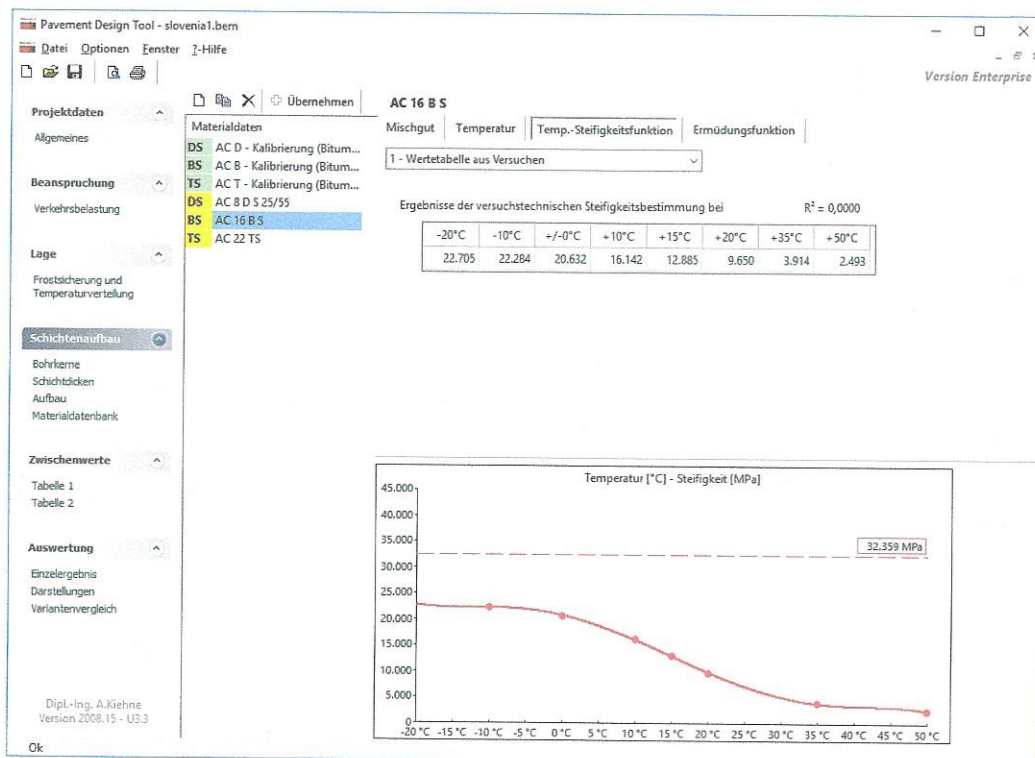
AC 8 D S (25/55 A)



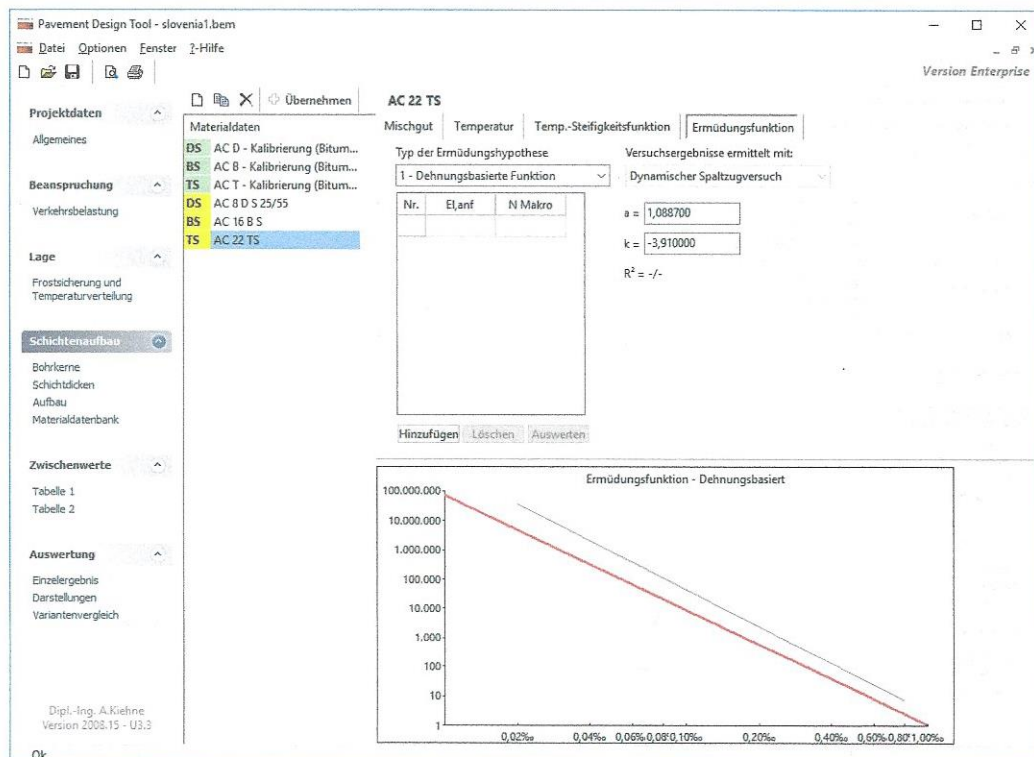
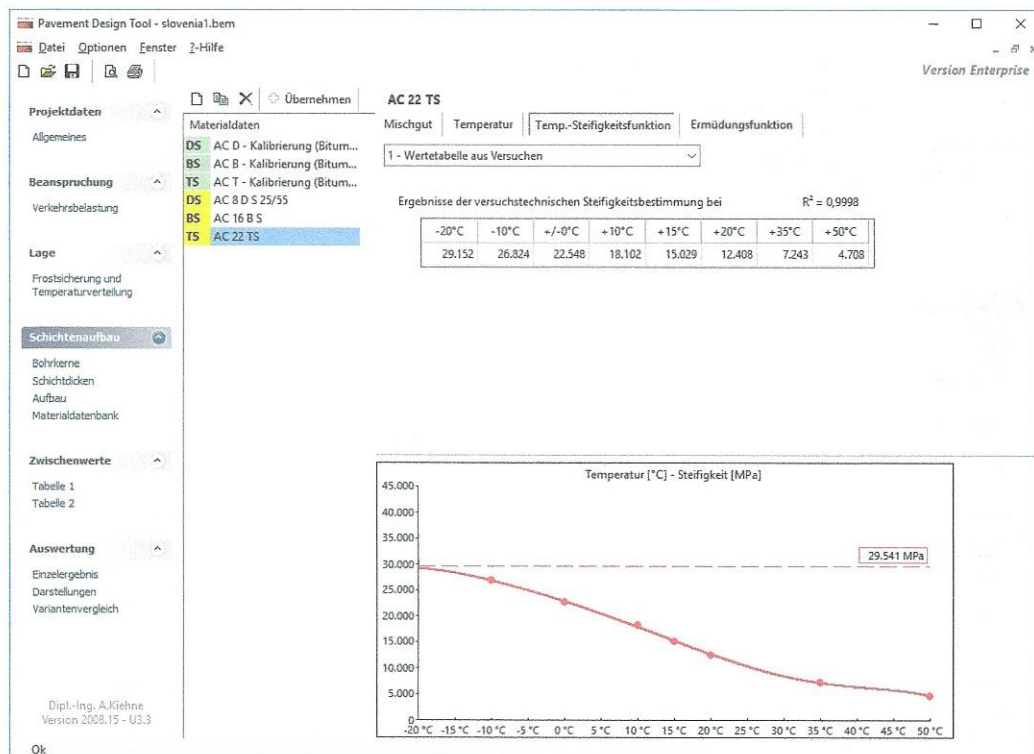
"Port Koper" - Dimensioning of pavement structures



AC 16 B S



AC 22 TS



The level of the safety coefficients almost corresponds to the "high" level of the guidelines in Germany. Adjustments could be made here by mutual agreement.

There is no more precise information on the binder for the materials. Ultimately, all materials with comparable stiffness and fatigue resistance will fit. The corresponding curves are shown.

We do not have material parameters for porous asphalt concrete with cement-filling cavities, which is why we cannot calculate a variant with this surface course. However, the influence of this layer should in any case be more on the deformation resistance and not so much on the fatigue resistance. For the latter, I wouldn't expect any major changes when choosing a different topcoat. The order of magnitude for this also depends strongly on the temperature distribution, especially on the proportion of high temperatures.

In general, it should be noted in the dimensioning calculations with software PaDesTo that the calculation is carried out with an asphalt tested in the laboratory, which is then also used for construction work.

If, as with this dimensioning, material characteristics from the database are used for a dimensioning, this results in the condition that the asphalt actually used must at least reach the values used in the calculation in the areas of stiffness behaviour and fatigue resistance.

4	TEHNIČNO POROČILO
----------	--------------------------

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	1
1 SMERNICE IN STANDARDI	2
2 SPLOŠNO	3
3 PROJEKTNI PODATKI ZA DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE	4
3.1 Povzetek Poročila o izvedbi raziskav in strokovna ocena voziščne konstrukcije na objektu Ureditev kontejnerskega terminala – premik skladiščnih blokov, 1. in 2. faza – Transtejnerske poti	4
3.2 Hidrološki in klimatski pogoji	4
3.3 Podatki o obstoječi voziščni konstrukciji	5
3.4 Prometne obremenitve	5
3.4.1 Obratovalni pas dvigala RTG	5
3.4.2 Vozni pasovi – vzdolžne ceste	6
3.4.3 Vozni pasovi – prečne ceste	7
4 DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE	8
4.1 Obratovalni pas dvigala RTG – nadgradnja z zamenjavo obst. VK (območje kjer ni obst. cementne stabilizacije)	8
4.2 Obratovalni pas dvigala RTG – nadgradnja z ohranitvijo obst. VK (območje obst. cementne stabilizacije – B5)	9
4.3 Vozni pas – vzdolžne ceste – nadgradnja z zamenjavo obst. VK (območje kjer ni obst. cementne stabilizacije)	11
4.4 Vozni pas – vzdolžne ceste (območje navezave na zaledno konst. 7.VEZ)	12
4.5 Vozni pas – vzdolžne ceste (območje navezave na skladiščne površine RO-RO)	12
4.6 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev – nadgradnja z zamenjavo obst. VK (območje kjer ni obst. cementne stabilizacije)	13
4.7 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev – nadgradnja z ohranitvijo obst. VK (območje obst. cementne stabilizacije – B5)	13
5 PREDLOG UKREPOV ZA UREDITEV OBSTOJEČEGA VOZIŠČA	15
5.1 Obratovalni pas dvigala RTG	15
5.2 Vozni pas	15
5.3 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev	16
6 ZAHTEVE ZA VGRADNJO VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE	17

1 SMERNICE IN STANDARDI

Elaborat dimenzioniranja voziščne konstrukcije je bil pripravljen skladno z naslednjimi standardi in smernicami:

- *TSC 06.511:2009 Prometne obremenitve, določitev in razvrstitev;*
- *TSC 06.512:2009 Projektiranje, klimatski in hidrološki pogoji;*
- *TSC 06.520:2009 Projektiranje, dimenzioniranje novih asfaltnih vozišč;*
- *TSC 06.541:2009 Projektiranje, dimenzioniranje ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij;*
- *TSC 06.300/06.410:2009 Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih plasti;*
- *TSC 06.200:2003 Nevezane nosilne in obrabne plasti;*
- *TSC 06.320:2001 Vezane spodnje nosilne plasti s hidravličnimi vezivi*
- *SIST 1038-1, SIST 1038-5, SIST 1038-7;*
- *RVS 08.16.03 Anforderungen an halbstarre Deckschichten (HSD)*
- *Knapton, J. 2012. Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, ICPI;*
- *Posebni tehnični pogoji, Skupnost za ceste Slovenije, Ljubljana, 1989, dopolnilna knjiga IV;*
- *Žmavc, J. 1997. Gradnja cest: voziščne konstrukcije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG, DRC, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije;*

2 SPLOŠNO

Predmet tega elaborata voziščne konstrukcije je nadgradnja voziščne konstrukcije kontejnerskega terminala v Luki Koper. Izračuni in rezultati tega elaborata se nanašajo na Fazo III in Fazo IV omenjene projektne dokumentacije. Zaradi nemotenega dela na kontejnerskem terminalu se bo gradnja znotraj posamezne faze delila na več sklopov, organizacija gradbišča se zato izdela za vsako fazo posebej skladno z zahtevami investitorja in se bo določila tik pred vzpostavitvijo posameznega sklopa.

Dela vezana na preureditev vhoda na kontejnerski terminal niso predmet te projektne dokumentacije.

Osnova za izdelavo tega elaborata so navodila investitorja in Poročilo o izvedbi raziskav in strokovna ocena voziščne konstrukcije na objektu Ureditev kontejnerskega terminala – premik skladiščnih blokov, 1. in 2. faza – Transtejnerske poti, št.: 130-POA-18, datum: 26.04.2018, ki ga je izdelal IGMAT d.d., Polje 351 C, 1260 Ljubljana-Polje.

V tem elaboratu je podan predlog voziščne konstrukcije ločeno za skladiščne površine, obratovalni pas dvigala RTG in manipulativne (vozne) površine vlačilcev s prikolico.

3 PROJEKTNI PODATKI ZA DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

3.1 Povzetek Poročila o izvedbi raziskav in strokovna ocena voziščne konstrukcije na objektu Ureditev kontejnerskega terminala – premik skladiščnih blokov, 1. in 2. faza – Transtejnerske poti

Splošno:

Preiskave so bile izdelane na podlagi 13 vzetih vzorcev na obratovalnem oziroma voznem pasu dvigala RTG na območju izvedene 1. in 2. faze. Odvzetih je bilo 10 jeder in 3 sondažni jaški. Preostale površine v poročilu niso bile zajete.

Opis poškodb voziščne konstrukcije:

Na vgrajeni poltogi plasti transtejnerskih poti so vidne prečne, vzdolžne in mrežaste razpoke. Prečne razpoke so posledica krčenja cementnega veziva in neustrezne nege. Vidne so samo v poltogi obrabni plasti in se ne nadaljujejo v spodnjo nosilno plast. Vzdolžne razpoke ob kolesnicah so v večji meri posledica porušitve spodnjih plasti in pomeni, da toga cementna matrica ne sledi plastičnim deformacijam spodnjih plasti. Mrežaste razpoke na površine so posledica neustrezne nege (prehitro izsuševanje površine). Na pojav mrežastih razpok ima velik vpliv vremenske razmere med vgrajevanjem in takoj po vgrajevanju zalivne mase na osnovi hidravličnega veziva. Nastale so tudi kolesnice, ki so posledica velike obtežbe dvigala RTG in deformabilnosti asfaltnih nosilnih plasti. Vzrok za nastanek kolesnic je lahko nepopolna zapolnitev por v asfaltni obrabni plasti ali neustrezna kakovost cementne malte in prezgodnje obremenjevanje poltoge plasti.

Sestava obstoječe voziščne konstrukcije (povprečne debeline):

- poltoga obrabna plast 0/11; d=5,0 cm;
- nosilna asfaltna plast AC 32 base B50/70 A2; d=9,6 cm;
- cementna stabilizacija; d=46,5 cm;

Opomba: Na vzorcih izmerjena debelina poltoge obrabne plasti izkazuje veliko odstopanje od projektirane debeline (50 mm), in sicer od 43 do 60 mm. Veliko odstopanje nosilne asfaltna plasti je posledica višine planuma cementne stabilizacije in vgrajevanja s finišejem, brez predhodno višinsko nastavljenih vodil.

3.2 Hidrološki in klimatski pogoji

Klimatske razmere oz. obremenitve s slabo odpornostjo materiala (zameljen grušč) pod voziščno konstrukcijo proti učinkom zmrzovanja in odtajevanja in v neugodnih hidroloških pogojih po razpredelnici 4 v TSC 06.520:2009 narekujejo izvedbo utrditve obstojne na mrazu in odporne proti preoblikovanju do globine najmanj:

$$h_{\min} = 0,8 \times h_m = 0,8 \times 30 \text{ cm} = 24 \text{ cm}$$

3.3 Podatki o obstoječi voziščni konstrukciji

Karakteristična voziščna konstrukcija je na podlagi prejetih podatkov s strani investitorja na obravnavanem območju naslednja:

Osrednji del kontejnerskega terminala:

- asfaltbeton; d=3,0 cm;
- bitudrobir; d=8,0 cm;
- tamponski drobljenec; d=30 cm;

Zaledna konst. 7.VEZ (izvedeno leta 2014):

- AC 11 surf PmB 45/80-65 A2; d=4,0 cm;
- AC 32 base PmB 45/80-65 A2; d=14,0 cm;
- cementna stabilizacija; d=18 cm;
- tamponski drobljenec; d=25 cm;

Območje B5 (izvedeno leta 2016):

- AC 11 surf PmB 45/80-65 A2; d=4,0 cm;
- AC 32 base PmB 45/80-65 A2; d=12,0 cm;
- cementna stabilizacija; d=30 cm;
- tamponski drobljenec; d=10 cm;

Blok 2000 - območje ob žerjavni progi RMG (izvedeno leta 2015):

- AC 11 surf PmB 45/80-65 A2; d=4,0 cm;
- AC 32 base PmB 45/80-65 A2; d=12,0 cm;
- cementna stabilizacija; d=20 cm;
- tamponski drobljenec; d=15 cm;
- geosintetična mreža;
- tamponski drobljenec; d=15 cm;

3.4 Prometne obremenitve

Določitev letne rasti prometa:

Po dogovoru z naročnikom je v nadaljnjih izračunih za 10-letno plansko obdobje privzeta letna stopnja rasti 1 %.

3.4.1 Obratovalni pas dvigala RTG

Določitev ekvivalentne osne obremenitve:

Faktor ekvivalentne vpliva dejanske osne obremenitev je določena po enačbi (1):

$$FE_{naz} = 10^{-8} \times f_o \times (f_k \times L_{stat})^4; \quad \text{Enačba (1), kjer je:}$$

f_o faktor razporeditve osi na vozilu
 f_k faktor razporeditve koles na osi vozila
 L_{stat} osna obremenitev motornega vozila

$$FE_{naz} = 10^{-8} \times f_o \times (f_k \times L_{stat})^4$$

$$FE_{naz} = 10^{-8} \times 0,3235 \times (0,9 \times 334)^4 = 26,41$$

Določitev ekvivalentne dnevne obremenitve:

Ekvivalentna dnevna obremenitev je določena po enačbi (2):

$$T_d = \sum FE_v \times n_v; \quad \text{Enačba (2), kjer je:}$$

FE_v faktor ekvivalentnosti reprezentativnega motornega vozila

n_v število motornih reprezentativnih vozil določene vrste na dan na začetku uporabe ceste

$$T_d = 26,41 \times 300 = 7923$$

Določitev merodajne prometne obremenitve **voznega pasu** v planski dobi z upoštevanjem letne rasti:

Merodajna prometna obremenitev je določena po enačbi (3):

$$T_n = 365 \times T_d \times f_{pp} \times f_{sp} \times f_{nn} \times f_{dv} \times f_{tp}; \quad \text{Enačba (3), kjer je:}$$

T_d ekvivalentna dnevna obremenitev = 7923

f_{pp} faktor prečnega prereza vozišča = 1,0

f_{sp} faktor širine prometnih pasov = 2,0

f_{nn} faktor vzdolžnega nagiba nivelete = 1,0

f_{dv} faktor dodatnih dinamičnih vplivov = 1,08

f_{tp} faktor povečanja prometne obremenitve zaradi rasti prometa v dobi trajanja = 11

$$T_{10} = 365 \times 7923 \times 1,0 \times 2,0 \times 1,0 \times 1,08 \times 11 = \underline{6,87 \times 10^7} \rightarrow \text{izredno težka prometna obremenitev}$$

3.4.2 Vozni pasovi – vzdolžne cesteDoločitev merodajne prometne obremenitve **voznih pasov** v planski dobi z upoštevanjem letne rasti:

Glede na to, da je bila pri izračunu voziščne konstrukcije na obratovalnem pasu dvigala RTG upoštevana planska doba 10 let, je planska doba 10 let v nadaljevanju upoštevana tudi pri določitvi merodajne prometne obremenitve na voznih pasovih za težko tovorno vozilo s prikolico.

Določitev ekvivalentne dnevne obremenitve:

Ekvivalentna dnevna obremenitev je določena po enačbi (2):

$$T_d = \sum FE_v \times n_v; \quad \text{Enačba (2), kjer je:}$$

FE_v faktor ekvivalentnosti reprezentativnega motornega vozila

n_v število motornih reprezentativnih vozil določene vrste na dan na začetku uporabe ceste

$$T_d = 1,60 \times 1680 = 2688$$

Določitev merodajne prometne obremenitve **voznega pasu** v planski dobi z upoštevanjem letne rasti:

Merodajna prometna obremenitev je določena po enačbi (3):

$$T_n = 365 \times T_d \times f_{pp} \times f_{sp} \times f_{nn} \times f_{dv} \times f_{tp}; \quad \text{Enačba (3), kjer je:}$$

T_d	ekvivalentna dnevna obremenitev = 2688
f_{pp}	faktor prečnega prereza vozišča = 0,5
f_{sp}	faktor širine prometnih pasov = 1,10
f_{nn}	faktor vzdolžnega nagiba nivelete = 1,0
f_{dv}	faktor dodatnih dinamičnih vplivov = 1,08
f_{tp}	faktor povečanja prometne obremenitve zaradi rasti prometa v dobi trajanja = 11

$$T_{10} = 365 \times 2688 \times 0,5 \times 1,10 \times 1,0 \times 1,08 \times 11 = \underline{6,41 \times 10^6} \rightarrow \text{zelo težka prometna obremenitev}$$

3.4.3 Vozni pasovi – prečne ceste

Glede na to, da je pri izračunu voziščne konstrukcije na vzdolžnih in prečnih cestah upoštevana enaka ekvivalentna dnevna obremenitev, in da je faktor vpliva širine prometnih pasov 1,0 (širina prometnega pasu 4,50 m), je privzeta merodajna prometna obremenitev $\underline{T_{10} = 6,41 \times 10^6} \rightarrow \text{zelo težka prometna obremenitev.}$

4 DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

Pri dimenzioniranju voziščne konstrukcije je upoštevana nosilnost obstoječe podlage voziščne konstrukcije z vrednostjo CBR = 46 %.

Osnova za določitev CBR je Poročilo o izvedbi raziskav in strokovna ocena voziščne konstrukcije št. 130-POA-18, datum: 26.04.2018, ki ga je izdelal IGMAT, Polje 351 C, Ljubljana-Polje.

Preiskave so bile izdelane na podlagi 13 vzetih vzorcev na voznem pasu dvigala RTG. Odvzetih je bilo 10 jeder in 3 sondažni jaški.

Debeline posameznih novih plasti voziščne konstrukcije so določene na podlagi *slike 9 (Diagram za določitev dimenzij osnovnih plasti novih asfaltnih voziščnih konstrukcij); TSC 06.520:2009*.

Debeline s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti so določene v skladu s tehničnimi smernicami *Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers*.

Pri dimenzioniranju voziščne konstrukcije je bil upoštevan količnik uporabnosti k_u v skladu s *TSC 06.541:2009*.

4.1 Obratovalni pas dvigala RTG – nadgradnja z zamenjavo obst. VK (območje kjer ni obst. cementne stabilizacije)

Pri dimenzioniranju s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti je upoštevan faktor dinamične obremenitve f_d . Merodajna obremenitev nastopi pri zaviranju dvigala RTG, zato je privzeto povečanje obremenitve za ± 50 % ($f_d = 1,5$).

Vpliv prometne obremenitve v globino je določen po enačbi (4):

$$ED = 300 \times (35000 / CBR / 10)^{1/3}$$

$$ED = 300 \times (35000 / 46 / 10)^{1/3} = 1272 \text{ mm} \rightarrow \text{faktor vpliva koles } 1,03$$

- efektivna osna obremenitev vozila: $2 \times 167 \times 1,03 = 344 \text{ kN}$
- relativni odmik zunanjega kolesa od osi dvigala: $(8,50 - 2,10) / 2 + 2,10 = 5,30 \text{ m}$
- relativni odmik notranjega kolesa od osi dvigala: $(8,50 - 2,10) / 2 = 3,20 \text{ m}$
- zaviralni faktor notranjega kolesa: $\pm 0,5 \times (3,20 / 5,30) = \pm 0,302$
- zaviralni faktor zunanjega kolesa (1. kolo v smeri vožnje) kolesa: 1,5

Vpliv osne obremenitve dvigala RTG na posamezno kolo v smeri vožnje:

- 1. kolo: $344 \times 1,5 = 516 \text{ kN}$
- 2. kolo: $344 \times 1,302 = 448 \text{ kN}$
- 3. kolo: $344 - (344 \times 0,302) = 240 \text{ kN}$
- 4. kolo: $516 - 344 = 172 \text{ kN}$

Ekvivalentno število prehodov posameznega kolesa v odvisnosti od sprednjega kolesa:

- 1. kolo: 1,00
- 2. kolo: $(448 / 516)^{3,75} = 0,59$
- 3. kolo: $(240 / 516)^{3,75} = 0,06$
- 4. kolo: $(172 / 516)^{3,75} = 0,02$

Število prehodov dvigala RTG v planski dobi 10 let:

$$(1,00+0,59+0,06+0,02) \times 300 \times 365 \times 10 = 1,67 \times 1.095.000 = 1,83 \times 10^6$$

Pri maksimalni osni obremenitvi 516 kN in $1,83 \times 10^6$ prehodih dvigala RTG znaša potrebna debelina s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti 56 cm (*Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, Figure 8*).

Za prevzem skupne prometne obremenitve $6,87 \times 10^7$ prehodov obremenitve NOO 100 kN, ustreza asfaltna krovna plast v debelini 33 cm.

Potrebni debelinski indeks asfaltnih krovnih plasti znaša:

$$D_{\text{potr}} = d_k \times 0,38 = 33 \times 0,38 = 12,54$$

D_{potr} potreben debelinski indeks voziščne konstrukcije
 d_k debelina asfaltna krovne plasti

Dimenzioniranje voziščne konstrukcije po TSC 06.520:2009:

Plast nove voziščne konstrukcije	Debelina [cm]	Količnik ekv. a_i	Debelinski indeks
Nova obrabna plast (poltoga plast)	6,0	0,42	2,52
Nova nosilna plast	10,0	0,35	3,50
Nova CS	60,0	0,20	12,00
Obstoječi tamponski drobljenec (TD 0/32)			
Skupaj			18,02

Kontrola debelinskega indeksa:

$$D_i > D_{\text{potr}} \rightarrow 18,02 > 12,54 \rightarrow \text{ustreza}$$

4.2 Obratovalni pas dvigala RTG – nadgradnja z ohranitvijo obst. VK (območje obst. cementne stabilizacije – B5)

Pri dimenzioniranju s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti je upoštevan faktor dinamične obremenitve f_d . Merodajna obremenitev nastopi pri zaviranju dvigala RTG, zato je privzeto povečanje obremenitve za $\pm 50\%$ ($f_d = 1,5$).

Vpliv prometne obremenitve v globino je določen po enačbi (4):

$$ED = 300 \times (35000 / CBR / 10)^{1/3}$$

$$ED = 300 \times (35000 / 46 / 10)^{1/3} = 1272 \text{ mm} \rightarrow \text{faktor vpliva koles } 1,03$$

- efektivna osna obremenitev vozila: $2 \times 167 \times 1,03 = 344 \text{ kN}$
- relativni odklik zunanjega kolesa od osi dvigala: $(8,50 - 2,10) / 2 + 2,10 = 5,30 \text{ m}$
- relativni odklik notranjega kolesa od osi dvigala: $(8,50 - 2,10) / 2 = 3,20 \text{ m}$
- zaviralni faktor notranjega kolesa: $\pm 0,5 \times (3,20 / 5,30) = \pm 0,302$
- zaviralni faktor zunanjega kolesa (1. kolo v smeri vožnje) kolesa: 1,5

Vpliv osne obremenitve dvigala RTG na posamezno kolo v smeri vožnje:

- 1. kolo: $344 \times 1,5 = 516 \text{ kN}$
- 2. kolo: $344 \times 1,302 = 448 \text{ kN}$
- 3. kolo: $344 - (344 \times 0,302) = 240 \text{ kN}$
- 4. kolo: $516 - 344 = 172 \text{ kN}$

Ekvivalentno število prehodov posameznega kolesa v odvisnosti od sprednjega kolesa:

- 1. kolo: 1,00
- 2. kolo: $(448/516)^{3,75} = 0,59$
- 3. kolo: $(240/516)^{3,75} = 0,06$
- 4. kolo: $(172/516)^{3,75} = 0,02$

Število prehodov dvigala RTG v planski dobi 10 let:

$$(1,00 + 0,59 + 0,06 + 0,02) \times 300 \times 365 \times 10 = 1,67 \times 1.095.000 = 1,83 \times 10^6$$

Pri maksimalni osni obremenitvi 516 kN in $1,83 \times 10^6$ prehodih dvigala RTG znaša potrebna debelina s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti 56 cm (*Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, Figure 8*).

Investitor je območje B5 v letu 2016 preuredil in v celoti zamenjal voziščno konstrukcijo, zato je smotno in tudi ekonomsko upravičeno ohraniti izvedeno voziščno konstrukcijo, katero lahko glede na stanje poškodovanosti posamezne plasti ovrednotimo ekvivalentno debelino s cementom stabilizirane spodnje vezane plasti in tako zmanjšamo potrebno debelino plasti pri nadgradnji.

Plast obstoječe voziščne konstrukcije	Debelina [cm]	Količnik mat.*	CF1**	CF2***	Ekvivalent CS [cm]
Obstoječa obrabna plast (AC 11 surf)	4,0	0,93	0,8	0,9	3,10
Obstoječa nosilna plast (AC 32 base)	12,0	1,40	1,0	0,9	7,70
Obstoječa CS	30,0	1,00	1,0	1,0	30,00
Obstoječi tamponski drobljenec (TD 0/32)	10,0	2,00	1,0	1,0	5,00
Obstoječi kamniti nasipni material (KNM 0/63)					

* *Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, Table 12*

** *Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, Table 13*

*** *Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, Table 14*

Potrebno debelino s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti lahko zmanjšamo iz 56 cm na minimalno računsko vrednost 10,20 cm (ekvivalent CS = 45,80 cm).

Za prevzem skupne prometne obremenitve $6,87 \times 10^7$ prehodov obremenitve NOO 100 kN, ustreza asfaltna krovna plast v debelini 33 cm.

Potrebni debelinski indeks asfaltnih krovnih plasti znaša:

$$D_{\text{potr}} = d_k \times 0,38 = 33 \times 0,38 = 12,54$$

D_{potr} potrební debelinski indeks voziščne konstrukcije
 d_k debelina asfaltne krovne plasti

Dimenzioniranje voziščne konstrukcije po TSC 06.541:2009:

Plast nove voziščne konstrukcije	Debelina [cm]	Količnik ekv. a_i	Količnik upor. k_u	Debelinski indeks
Nova obrabna plast (poltoga plast)	6,0	0,42	1,0	2,52
Nova nosilna plast	10,0	0,35	1,0	3,50
Nova CS	15,0	0,20	1,0	3,00
Obstoječa obrabna plast (AC 11 surf)	4,0	0,42	0,8	1,34
Obstoječa nosilna plast (AC 32 base)	12,0	0,35	0,8	3,36
Obstoječa CS	30,0	0,20	0,9	5,40
Obstoječi tamponski drobljenec (TD 0/32)	10,0			
Obstoječi kamniti nasipni material (KNM 0/63)				
Skupaj				19,12

Kontrola debelinskega indeksa:

$$D_i > D_{\text{potr}} \rightarrow 19,12 > 12,54 \rightarrow \text{ustreza}$$

4.3 Vozni pas – vzdolžne ceste – nadgradnja z zamenjavo obst. VK (območje kjer ni obst. cementne stabilizacije)

Za prevzem skupne prometne obremenitve $6,41 \times 10^6$ prehodov obremenitve NOO 100 kN, ustreza asfaltna krovna plast v debelini 20 cm.

Potrebni debelinski indeks asfaltnih krovnih plasti znaša:

$$D_{\text{potr}} = d_k \times 0,38 = 20 \times 0,38 = 7,6$$

D_{potr} potreben debelinski indeks voziščne konstrukcije
 d_k debelina asfaltne krovne plasti

Dimenzioniranje voziščne konstrukcije po TSC 06.520:2009:

Plast voziščne konstrukcije	Debelina [cm]	Količnik ekv. a_i	Debelinski indeks
Nova obrabna plast	4,0	0,42	1,68
Nova nosilna plast	12,0	0,35	4,20
Nova CS	15,0	0,20	3,00
Obstoječi tamponski drobljenec (TD 0/32)			
Obstoječi kamniti nasipni material (KNM 0/63)			
Skupaj			8,88

Kontrola debelinskega indeksa:

$$D_i > D_{\text{potr}} \rightarrow 8,88 > 7,6 \rightarrow \text{ustreza}$$

Z upoštevanjem sočasne nadgradnje nivelete kontejnerskega terminala in gradnje komunalne infrastrukture (EKK, vodovod, meteorna kanalizacija) se zaradi tehnologije izvajanja (faznost posameznih del) in homogenosti voziščne konstrukcije predlaga, da se s cementom stabilizirano spodnjo vezano nosilno plast vgradi v debelini **60 cm**.

4.4 Vozni pas – vzdolžne ceste (območje navezave na zaledno konst. 7.VEZ)

Za prevzem skupne prometne obremenitve $6,41 \times 10^6$ prehodov obremenitve NOO 100 kN, ustreza asfaltna krovna plast v debelini 20 cm.

Potrebni debelinski indeks asfaltnih krovnih plasti znaša:

$$D_{\text{potr}} = d_k \times 0,38 = 20 \times 0,38 = 7,6$$

D_{potr} potrební debelinski indeks voziščne konstrukcije
 d_k debelina asfaltne krovne plasti

Dimenzioniranje voziščne konstrukcije po TSC 06.541:2009:

Plast nove voziščne konstrukcije	Debelina [cm]	Količnik ekv. a_i	Količnik upor. k_u	Debelinski indeks
Nova obrabna plast	4,0	0,42	1,0	1,68
Nova nosilna (vezna) plast	8,0	0,35	1,0	2,80
Obstoječa nosilna plast (AC 32 base)	10,0*	0,35	0,65	2,28
Obstoječa CS	18,0	0,20	0,7	2,52
Obstoječi tamponski drobljenec (TD 0/32)	25,0			
Obstoječi kamniti nasipni material (KNM 0/63)				
Skupaj				9,28

* MIN debelina nosilne plasti asfalta, ki ostane po rezkanju

Kontrola debelinskega indeksa:

$$D_i > D_{\text{potr}} \rightarrow 9,28 > 7,6 \rightarrow \text{ustreza}$$

Upoštevana je sestava nove voziščne konstrukcije pri minimalni nadgradnji, na delu kjer je v skladu s prometno ureditvijo predvidena vožnja vlačilcev s prikolico.

4.5 Vozni pas – vzdolžne ceste (območje navezave na skladiščne površine RO-RO)

Za prevzem skupne prometne obremenitve $6,41 \times 10^6$ prehodov obremenitve NOO 100 kN, ustreza asfaltna krovna plast v debelini 20 cm.

Potrebni debelinski indeks asfaltnih krovnih plasti znaša:

$$D_{\text{potr}} = d_k \times 0,38 = 20 \times 0,38 = 7,6$$

D_{potr} potrební debelinski indeks voziščne konstrukcije
 d_k debelina asfaltne krovne plasti

Dimenzioniranje voziščne konstrukcije po TSC 06.541:2009:

Plast nove voziščne konstrukcije	Debelina [cm]	Količnik ekv. a_i	Količnik upor. k_u	Debelinski indeks
Nova obrabna plast	4,0	0,42	1,0	1,68
Nova nosilna (vezna) plast	8,0	0,35	1,0	2,80
Nova nosilna plast	7,0	0,35	1,0	2,45
Nova nosilna plast	12,0	0,35	1,0	4,20
Obstoječa nosilna plast (AC 32 base)	2,0*	0,35	0,65	0,46

Obstoječi tamponski drobljenec (TD 0/32)	30,0			
Obstoječi kamniti nasipni material (KNM 0/63)				
Skupaj				11,59

* MIN debelina nosilne plasti asfalta, ki ostane po rezkanju

Kontrola debelinskega indeksa:

$$D_i > D_{potr} \rightarrow 11,59 > 7,6 \rightarrow \text{ustreza}$$

Na območju skladiščnih površin RO-RO nastopi odklon nove nivelete v primerjavi s staro niveleto, zato je predvidena rampa, s katero se nadgradnja kontejnerskega terminala navezuje na obstoječo kanaletno območje RO-RO (zaklinjanje v obstoječo niveleto).

Upoštevana je sestava nove voziščne konstrukcije pri minimalni nadgradnji, na delu kjer je v skladu s prometno ureditvijo predvidena vožnja vlačilcev s prikolico.

4.6 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev – nadgradnja z zamenjavo obst. VK (območje kjer ni obst. cementne stabilizacije)

Pri dimenzioniranju s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti na območju skladiščnih površin je v perspektivi upoštevana možnost skladiščenje 6 kontejnerjev v višino.

Z upoštevanjem skladiščenja kontejnerjev v blokih in reducirane teže polnega kontejnerja, znaša obremenitev na točki ležišča kontejnerja 1097 kN. Pri 1097 kN znaša potrebna debelina s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti 60 cm (*Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, Figure 8*).

V skladu s tehničnimi smernicami »Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers« je potrebno vgraditi betonske tlakovce debeline 12 cm (min. tlačna trdnost 55 MPa), ki se polagajo na podlago iz peska v debelini 4 cm.

4.7 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev – nadgradnja z ohranitvijo obst. VK (območje obst. cementne stabilizacije – B5)

Pri dimenzioniranju s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti na območju skladiščnih površin je v perspektivi upoštevana možnost skladiščenje 6 kontejnerjev v višino.

Z upoštevanjem skladiščenja kontejnerjev v blokih in reducirane teže polnega kontejnerja, znaša obremenitev na točki ležišča kontejnerja 1097 kN. Pri 1097 kN znaša potrebna debelina s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti 60 cm (*Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, Figure 8*).

Investitor je območje B5 v letu 2016 preuredil in v celoti zamenjal voziščno konstrukcijo, zato je smotno in tudi ekonomsko upravičeno ohraniti izvedeno voziščno konstrukcijo, katero lahko glede na stanje poškodovanosti posamezne plasti ovrednotimo ekvivalentno debelino s cementom stabilizirane spodnje vezane plasti in tako zmanjšamo potrebno debelino plasti pri nadgradnji.

Plast obstoječe voziščne konstrukcije	Debelina [cm]	Količnik mat.*	CF1**	CF2***	Ekvivalent CS [cm]
Obstoječa obrabna plast (AC 11 surf)	4,0	0,93	0,8	0,9	3,10
Obstoječa nosilna plast (AC 32 base)	12,0	1,40	1,0	0,9	7,70
Obstoječa CS	30,0	1,00	1,0	1,0	30,00
Obstoječi tamponski drobljenec (TD 0/32)	10,0	2,00	1,0	1,0	5,00
Obstoječi kamniti nasipni material (KNM 0/63)					

* Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, Table 12

** Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, Table 13

*** Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers, Table 14

Potrebno debelino s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti lahko zmanjšamo iz 56 cm na minimalno računsko vrednost 10,20 cm (ekvivalent CS = 45,80 cm).

V skladu s tehničnimi smernicami »Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers« je potrebno vgraditi betonske tlakovce debeline 12 cm (min. tlačna trdnost 55 MPa), ki se polagajo na podlago iz peska v debelini 4 cm. Vgradnja s cementom stabilizirane spodnje vezane nosilne plasti se predvidi v debelini 15 cm, vključno z izravnavo do 30 cm (nadgradnja nivelete do +46 cm). V primeru višje nadgradnje se namesto izravnave s CS vgradi tamponski drobljenec v minimalni debelini 15 cm.

5 PREDLOG UKREPOV ZA UREDITEV OBSTOJEČEGA VOZIŠČA

5.1 Obratovalni pas dvigala RTG

Obstoječe asfaltne plasti se na območju, kjer ni evidentirane cementne stabilizacije, rušijo oziroma rezkajo v debelini cca. 11 cm, da se odstranita obstoječa obrabna in nosilna asfaltna plast. Tehnologija odstranitve obstoječih asfaltnih plasti je prepuščena izvajalcu. V nadaljevanju se odstrani del nevezane nosilne plasti do kote -76 cm glede na končno koto nivelete (na delih kjer je predvidena nadgradnja do +35 cm se lahko pojavi izkop v zemljini III. kategorije), nevezana nosilna plast se planira, na pripravljeno podlago se vgradi s cementom stabilizirana spodnja vezana nosilna plast v skupni debelini 60 cm. Posamezno plast se vgradi v debelini 20 cm. Za zadrževanje ustrezne vlage v vgrajeni plasti, ki omogoča hidracijo, je potrebno po končanem utrjevanju izvesti pobrizg z bitumensko emulzijo.

Na območju B5 se obstoječa voziščna konstrukcija ohrani in izvede vgradnja s cementom stabilizirana spodnja vezana nosilna plast v debelini 15 cm, vključno z izravnavo do 30 cm (nadgradnja nivelete do +46 cm). V primeru višje nadgradnje se namesto izravnave s CS vgradi tamponski drobljenec v minimalni debelini 15 cm.

Na pripravljeno podlago CS se položi ojačitvena mreža za preprečitev nastanka kolesnic. Vgradi se AC 32 base B50/70 A1/A2 v debelini 12 cm in AC 11 surf PmB 45/80-65 A2 z dodatkom bitumenskega veziva za povečanje odpornosti asfaltne zmesi na vpliv visokih temperatur in tvorjenja kolesnic (v debelini 4 cm). Pred vgradnjo poltoge obrabne plasti se predhodno vgrajene asfaltne plasti rezka v debelini 6 cm, na pripravljeno podlago se položi ojačitvena mreža za preprečitev nastanka kolesnic.

5.2 Vozni pas

Obstoječe asfaltne plasti se na območju, kjer ni evidentirane cementne stabilizacije, rušijo oziroma rezkajo v debelini cca. 11 cm, da se odstranita obstoječa obrabna in nosilna asfaltna plast. Tehnologija odstranitve obstoječih asfaltnih plasti je prepuščena izvajalcu. V nadaljevanju se odstrani del nevezane nosilne plasti do kote -76 cm glede na končno koto nivelete (na delih kjer je predvidena nadgradnja do +35 cm se lahko pojavi izkop v zemljini III. kategorije), nevezana nosilna plast se planira, na pripravljeno podlago se vgradi s cementom stabilizirane spodnja vezana nosilna plast v skupni debelini 60 cm. Posamezno plast se vgradi v debelini 20 cm. Za zadrževanje ustrezne vlage v vgrajeni plasti, ki omogoča hidracijo, je potrebno po končanem utrjevanju izvesti pobrizg z bitumensko emulzijo. Na pripravljeno podlago se vgradi AC 32 base B50/70 A1/A2 v debelini 12 cm in AC 11 surf PmB 45/80-65 A2 z dodatkom bitumenskega veziva za povečanje odpornosti asfaltne zmesi na vpliv visokih temperatur in tvorjenja kolesnic (v debelini 4 cm).

Na območju navezave na zaledno konst. 7. VEZ in območju skladiščnih površin RO-RO je predvidena izravnava z asfaltnimi plastmi in rezkanje v tehnološki debelini posamezne plasti (zaklinjanje v obstoječo niveleto). Pri maksimalni nadgradnji je predvidena naslednja sestava voziščne konstrukcije:

- 4 cm AC 11 surf PmB 45/80-65 A2
- 8 cm AC 22 bin PmB 45/80-65 A2
- 7 cm AC 32 base B50/70 A1/A2 (vklj. z izravnavo do 14 cm)
- 12 cm AC 32 base B50/70 A1/A2
- 7 cm AC 32 base B50/70 A1/A2 (vklj. z izravnavo do 14 cm)

5.3 Skladiščne površine za odlaganje kontejnerjev

Za skladiščne površine veljalo enaka pripravljalna in rušitvena dela, razlika nastopi pri finalnem sloju. Namesto vgradnje asfaltnih plasti, ki se pod težo kontejnerjev v zelo kratkem času porušijo, se položijo betonski tlakovci debeline 12 cm, ki se polagajo na predhodno pripravljeno podlago iz peska v debelini 4 cm. Rege med betonskimi tlakovci se zapolnijo s polnilom na osnovi uretana.

6 ZAHTEVE ZA VGRADNJO VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

Predhodno pred začetkom del je potrebno preveriti višine na objektu z geodetskim posnetkom, ki je bil privzet za izdelavo te projektne dokumentacije.

Pred izvedbo del je potrebno vozne pasove, kjer se ne izvedejo lokalne sanacije, ohrapiti v globini 10 mm.

Vse asfaltne površine je potrebno predhodno očistiti in jih pobrizgati s PmB emulzijo 0,50 kg/m² pred vgrajevanjem vseh nadaljnjih predvidenih plasti (velja za plasti z vezivom PmB), oziroma 0,50 kg/m² s kationsko emulzijo (velja za plasti s cesto-gradbenim bitumnom). Na območju cementne stabilizacije se izvede pobrizg s kationsko bitumensko emulzijo nad 0,80 kg/m², ki služi kot zaščita pred izsuševanjem vgrajene plasti CS.

Nosilnost oziroma vrednosti deformacijskih modulov, doseženih na planumu nevezane nosilne plasti, morajo znašati (velja za območje lokalnih globinskih sanacij ter sanacij NNP na voznem pasu, kjer se odstrani in planira tudi del nevezane nosilne plasti):

- $E_{v2} > 120 \text{ MN/m}^2$ in $E_{v2} / E_{v1} < 2$ oziroma
- $E_{vd} > 55 \text{ MN/m}^2$

Tlačna trdnost na posamezni plasti cementne stabilizacije mora biti po 7 dneh v mejah med 2,5 MPa in 4,5 MPa (povprečno 3,5 MPa).

Poltoga obrabna plast se lahko sprostí za promet, ko tlačna trdnost doseže vrednost $\geq 20 \text{ MPa}$.

Tamponske plasti morajo biti vgrajene v skladu s tehnično specifikacijo za ceste: TSC 06.200:2003 (Nevezane nosilne in obrabne plasti).

Cementna stabilizacija mora biti vgrajena v skladu s tehnično specifikacijo za ceste: TSC 06.320:2001 (Vezane spodnje nosilne plasti s hidravličnimi vezivi).

Poltoga obrabna plast mora biti vgrajena v skladu z avstrijskimi smernicami: RVS 08.16.03 Anforderungen an halbstarre Deckschichten (HSD) (Zahteve za poltrde obrabne plasti).

Asfaltne plasti morajo biti vgrajene v skladu s tehnično specifikacijo za ceste: TSC 06.300/06.410:2009 (Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih plasti).

Pri zagotavljanju in kontroli kvalitete materialov in vgrajevanja je potrebno smiselno upoštevati PTP, posebne tehnične pogoje za voziščne konstrukcije, Dopolnila PTP in TSC, Tehnične specifikacije za javne ceste.

Izdelal: Rok Avsec, univ.dipl.inž.vki.

Ljubljana, julij 2018

*odg. proj.:
Andrej POGAČNIK, univ.dipl.inž.grad.*